UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA DE LOS RESURSOS MINEROS

Proyecto de construcción de dos túneles, en el ramal Autovía A-67 Barreda-Sierrapando

---

Autor: Jesús Sobrino Trueba

Director: Julio Manuel de Luis Ruiz

Diciembre 2015

INDICE

Documento Nº1 Memoria

Memoria descriptiva

1. **Introducción**
2. **Problemática**
3. **Geología y Geotecnia**
4. **Hidrología e Hidrogeología**
5. **Cartografía y topografía**
6. **Diseño del túnel**
7. **Proceso de ejecución del túnel**
8. **Servicios del túnel**
9. **Plazo de ejecución**
10. **Obra completa**
11. **Control de calidad**
12. **Impacto Ambiental**
13. **Estudio de Seguridad y Salud**
14. **Fórmula de revisión de precios**
15. **Resumen de presupuestos**
16. **Consideraciones finales**

Memoria Justificativa

Anejo nº1 – Adjudicación y contratación
Anejo nº2 – Antecedentes
Anejo nº3 – Marco referencial
Anejo nº4 – Descripción del medio
Anejo nº5 – Cartografía y Topografía
Anejo nº6 – Geología y edafología
Anejo nº7 – Geotecnia y sismicidad
Anejo nº8 – Hidrogeología e hidrología
Anejo nº9 – Justificación del trazado y sección tipo
Anejo nº10 – Servicios afectados ejecución
Anejo nº11 – Proceso de ejecución y servicios auxiliares durante la explotación
Anejo nº12 – Servicios auxiliares durante la explotación
Anejo nº13 – Estudio de impacto ambiental
Anejo nº14 – Estudio de Seguridad y salud
Anejo nº15 – Plan de obra
Anejo nº16 – Justificación de Precios
Anejo nº17 – Presupuesto para el conocimiento de la administración

Documento nº2 Planos

1. **Mapa general de Cantabria**

2. **Emplazamiento**
3. **Mapa geológico**
4. **Topografía general**
5. **Trazado en Planta**
6. **Sección tipo**
7. **Perfiles longitudinales**
8. **Trazado de los túneles**
   - 8.1. **Trazado de los túneles– Zona 1**
   - 8.2. **Trazado de los túneles– Zona 2**
   - 8.3. **Trazado de los túneles– Zona 3**
   - 8.4. **Trazado de los túneles– Zona 4**
   - 8.5. **Trazado de los túneles– Zona 5**
   - 8.6. **Trazado de los túneles– Zona 6**
   - 8.7. **Trazado de los túneles– Zona 7**
   - 8.8. **Trazado de los túneles– Zona 8**
   - 8.9. **Trazado de los túneles– Zona 9**
   - 8.10. **Trazado de los túneles– Zona 10**
9. **Sistema de ejecución del túnel**
   - 9.1. **Sistema de ejecución del túnel – Esquema de emboquille**
   - 9.2. **Detalle viga de atado**
   - 9.3. **Sostenimiento avance del túnel**
10. **Distribución de servicios Túneles**

Documento Nº3 Pliego de Prescripciones técnicas particulares

1. **Excavaciones en túneles y trabajos de emboquilles**
   - 1.1. **Definiciones y condiciones generales**
     - 1.1.1. **Definición**
     - 1.1.2. **Condiciones generales**
   - 1.2. **Excavaciones**
     - 1.2.1. **Condiciones del proceso de ejecución**
       - 1.2.1.1. **Excavación con explosivos**
       - 1.2.1.2. **Excavación con rozadora**
       - 1.2.1.3. **Saneos**
       - 1.2.1.4. **Longitud de avance y excesos o defectos en excavación**
       - 1.2.1.5. **Ordenación de las fases de excavación**
     - 1.2.2. **Medición y abono**
   - 1.3. **Emboquilles**
     - 1.3.1. **Paraguas de protección y viga de atado**
     - 1.3.2. **Bulones**
     - 1.3.3. **Malla de acero**
     - 1.3.4. **Hormigón proyectado**
   - 1.4. **Medición y abono**
   - 1.5. **Normativa de obligado cumplimiento**
     - 1.5.1. **Normativa general**
     - 1.5.2. **Utilización de explosivos**

2. **Sostenimientos en túneles**
   2.1. **Definición y condiciones generales**
      2.1.1. Definición
      2.1.2. Condiciones generales
         2.1.2.1. Tipos de sostenimientos
         2.1.2.2. Normas generales de ejecución
         2.1.2.3. Preocupaciones especiales
         2.1.2.4. Refuerzos
   2.2. **Condiciones del proceso de ejecución**
      2.2.1. Bulones
         2.2.1.1. Materiales
         2.2.1.2. Puesta en obra
         2.2.1.3. Ensayos y controles
      2.2.2. Mallazo
         2.2.2.1. Materiales
         2.2.2.2. Puesta en obra
      2.2.3. Fibras de acero

Documento Nº 4 Presupuesto

1. **Mediciones**
2. **Cuadro de precios nº1**
3. **Cuadro de precios nº2**
4. **Presupuesto parcial**
5. **5. Presupuesto general**

Documento Nº1

"Memoria"

Memoria descriptiva

INDICE

1. **Introducción**
2. **Problemática**
3. **Geología y Geotecnia**
4. **Hidrología e Hidrogeología**
5. **Cartografía y topografía**
6. **Diseño del túnel**
7. **Proceso de ejecución del túnel**
8. **Servicios del túnel**
9. **Plazo de ejecución**
10. **Obra completa**
11. **Control de calidad**
12. **Impacto Ambiental**
13. **Estudio de Seguridad y Salud**
14. **Fórmula de revisión de precios**
15. **Resumen de presupuestos**
16. **Consideraciones finales**

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto plantea la ampliar de la red viaria existente en la zona norte de España, concretamente en el nudo generado por la Autovía A-67 y la A-8 a su paso por la localidad de Torrelavega en la provincia de Cantabria. Dicho emplazamiento se detalla con claridad en el anejo nº 3 “Marco Referencial”.

2. PROBLEMÁTICA

Para solucionar el problema presentado ,es necesario evitar el nudo generado, la solución adoptada por el presente técnico consistirá en la realización de dos túneles, de dos carriles cada uno de ellos, uno en dirección Sur-Norte y otro en dirección Norte-Sur, los cuales darán continuidad a la A-67 evitando retenciones, presentando un bajo impacto ambiental y reduciendo el riesgo de tener que proceder al derribo de gran cantidad de viviendas de vecinos próximos a las obras, debido a que nos encontramos en una zona con un sistema urbanístico disperso.

Debido a la gran afluencia de vehículos, que transcurren por la vía, en la zona a proyectar se generan una serie de retenciones, posibilitando accidentes entre vehículos, para evitar dicha situación se debe dar continuidad a las vías de comunicación existentes, evitado el nude que existe actualmente y se explica detalladamente en el anejo nº 3 “Marco Referencial”.

3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el proyecto a desarrollar la principal formación por la que transcurrirán los túneles es geológicamente una zona del cretácico denominada *Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barreniense en facies Weald* (C_{w12-14}^{3-0}), compuesta principalmente por Lutitas con intrusiones de arenisca, la cual presenta niveles permeables e impermeables en los cuales puede haber albergada cantidades de agua de poca relevancia. Presente en un terreno generado por una falla inversa. Se desarrollara más en detalle en el anejo nº 6 “Geología y Edafología”

Geotécnicamente la calificación de Bieniawski se ha obtenido una calificación del terreno RMR = 62, clasificación IIb correspondiente con la clase II, Buena, cálculos detallados en el anejo nº 7 “Geotecnia y Sismicidad”.

4. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Hidrología

El área de estudio está presente proyecto se encuentra emplazado entre las cuencas del rio saja (perteneciente a la red hidrográfica del norte), el rio cabo y rio Tronquerías, siendo el Rio Saja la principal fuente de recogida de aguas de lluvia de la zona.

Hidrogeología

La hidrogeología presente en la región resulta de principal interés el estudio de las zonas sinclinales de Santillana y de San Román, que presentan posibilidad de contener agua.

El resto de las formaciones permeables podrían ser susceptibles de estudio para conocer sus posibilidades como acuíferos, se debe indicar que presentan una tectonización lo suficientemente intensa como para que resulte muy difícil predecir la existencia de zonas de acumulación preferente de aguas, debiéndose proceder a la localización de posibles fallas colectoras para efectuar la prospección en sus proximidades, o bien a la realización de estudios profundos sobre su karstificación.

Las facies Weald presenta el inconveniente de que su litología es, en general, de naturaleza, a base de niveles permeables e impermeables, lo que hace que no pueda existir ningún nivel capaz de contener cantidades considerables de agua, dado que dicha alternancia motiva la creación de pequeños acuíferos colgados, que descargan dando lugar a la existencia de numerosos manantiales, poco caudalosos.

5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El objeto de los trabajos realizados ha sido la correcta elaboración de datos con el fin de posibilitar la implantación en el terreno de los trabajos proyectados. Para conseguir esta circunstancia se ha utilizado la cartografía del Ayuntamiento de Torrelavega en formato digital DGN de la zona donde se ubicará el túnel proyectado.

6. DISEÑO DEL TÚNEL

Descripción del trazado

Se trataran los diferentes aspectos del diseño geométrico del túnel, el cual es de gran importancia, tanto desde el punto de vista del usuario de la carretera, como desde el punto de vista de la construcción y del mantenimiento del túnel.

Trazado en planta

El trazado en planta viene generalmente determinado por la traza general de la carretera y normalmente no puede variarse de forma sustancial. A la hora de replantear la traza, se ha tenido en cuenta los factores geológico-geotécnicos existentes y se ha procurado evitar puntos o zonas conflictivas (fallas, zonas alteradas, etc.)

Trazado en alzado

La primera condición que se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el trazado en alzado del túnel es el drenaje de las aguas que afloran del mismo procedentes del terreno. Asimismo se deben evitar los acuerdos cóncavos que produzcan puntos bajos, pues se necesitaría en ellos disponer un bombeo para impedir la acumulación de agua.

Sección transversal

En el dimensionamiento de la sección transversal de un túnel entran en juego diversos factores: anchura necesaria para la circulación del tráfico, gálibo necesario para la circulación de vehículos, anchura de las aceras, necesidades geométricas de las instalaciones y equipamientos del túnel y, por último, la propia construcción del túnel.

Para la determinación de la sección transversal del túnel tomamos como referencia la norma de trazado 3.1-IC, que nos dice que para carreteras de calzada única, la sección tipo será simétrica, sin espacio para la detención de un vehículo en el arcén.

7. PROCESOS DE EJECUCIÓN DE LOS TÚNELES

Interpretación geotécnica de los terrenos

El terreno presenta unas condiciones geotécnicas buenas ya que de los tres principales frentes de problemas que a priori pudiese haber supuesto una geotecnia desfavorable, excavabilidad, capacidad portante y filtraciones, no se ha presentado ninguno a gran escala.

Clasificación del macizo

Las clasificaciones geomecánicas se han convertido en una herramienta habitual para la construcción de túneles, tanto en las fases preliminares de proyecto, como método de estimación de sostenimiento, como durante la fase de construcción. En el caso que nos ocupa se utilizará las de Manuel Romana, que basándose en su experiencia, propone unas recomendaciones de excavación y sostenimiento que son más detalladas y se adaptan mejor a las condiciones habituales de la construcción de túneles en España.

Método de arranque

Cuando se plantea un proyecto de estas características, llega un momento en el que hay que pensar cuál es el mejor modo y más adecuado de realizar el arranque de la roca. lejos de ser una problemática trivial y liviana, se trata en muchas ocasiones de una difícil decisión.

Un primer factor de juicio válido suele ser caracterizar el terreno en base a alguna de las clasificaciones geomecánicas existentes. En la redacción del presente proyecto, se ha destinado un anejo íntegro a estos menesteres (Anejo nº 7 “Geotecnia y sismicidad”).

A partir de los resultados obtenidos en dicho anejo se puede empezar a orientar acerca de cuál es el método de arranque más óptimo para el caso que se plantea.

Se puede optar por tres soluciones:

- TBM abierto.
- Voladuras.
- Rozadora.

Excavación con voladura

Las partes o trabajos elementales de que consta el ciclo de trabajo característico de las excavaciones mediante perforación y voladura son las siguientes:

- Replanteo en el frente del esquema de tiro.
- Perforación de los taladros.
- Carga de los taladros con explosivo (barrenos).
- Voladura y ventilación.
- Retirada del escombro y saneo del frente, bóveda y hastiales.

El esquema de tiro es la disposición en el frente del túnel de los taladros que se van a perforar, la carga de explosivo que se va a introducir en cada uno y el orden en que se va a hacer detonar cada barreno, diseñado en el anejo nº11 *"P*rocesos de ejecución del túnel y servicios auxiliares durante la exlotación" en base a la experiencia y a una serie de reglas empíricas recogidas en los manuales sobre explosivos. Posteriormente, a lo largo de la excavación del túnel, se va ajustando en función de los resultados obtenidos en cada voladura.

Sostenimiento

La forma que suele adoptar el revestimiento de un túnel pueden ser complicadas combinando diferentes curvas circulares. Normalmente, aunque no es obligatorio, suele ser, similares a la forma de excavación.

En materiales de tipo medio, son más convenientes los revestimientos en forma de herradura. En este tipo de revestimiento hay que prestar especial atención al apoyo del hastial en el fondo de la excavación.

En los puntos angulosos, como son los quiebros en ángulo recto que se producen en la conexión solera-hastial, producen elevadas concentraciones de tensiones, hasta el punto de que este punto suele requerir armadura. Por el contrario, las formas curvas rebajan notablemente dicha concentración, no obstante, los padres del NMAT, Rabcewicz y Muller recomiendan formas lo más cercanas posibles a la circular.

Para realizar los cálculos concernientes al sostenimiento se tomaran los datos geotécnicos estudiados en el anejo nº 7 "geotecnia y Sismicidad" análogamente que en anejo nº 11 "Procesos de ejecución y servicios auxiliares durante la explotación".

8. SERVICIOS DEL TÚNEL

Ventilación

La necesidad de mantener dentro de los túneles, en su construcción y explotación una atmosfera respirable, no toxica, y en unas condiciones ambientales optimas, obliga a renovar el aire de estos mediante sistemas de ventilación o desahumado, para impedir que los gases y humos emitidos por los vehículos de motor, y por las distintas labores de construcción, alcancen unas concentraciones limite predeterminadas.

Durante la fase de ejecución existe una mayor emisión de contaminantes, principalmente en la zona del frente de avance, que es además la zona donde suele concentrarse el personal. Hay que tener en cuenta que los operarios durante esta fase se ven sometidos a la acción de los contaminantes presentes en la atmosfera durante toda la jornada laboral.

En la fase de ejecución del túnel se encuentra con una sola entrada desde el exterior, lo que se denomina como “fondo de saco”. Por eso la forma de la ventilación debe asegurar una circulación de aire desde la entrada de la labor al frente por medio de una canalización en la que haya situados uno o vario ventiladores. Si la corriente de aire circula por la canalización desde el exterior hasta el frente, se denomina soplante; en caso contrario es aspirante.

Drenaje

En este apartado se trataran todos aquellos aspectos relacionados con el drenaje superficial y subterráneo del túnel.

Se distinguen dos situaciones, la provisional (durante la fase de ejecución del túnel) y por otra parte la definitiva (puesta en servicio del túnel).

Dentro de la fase de construcción de un túnel, el apartado de drenaje se antoja de súbita importancia, aunque en el caso que nos ocupa, gracias a las condiciones litológicas e hidrológicas, el drenaje no es un problema importante. En cuanto al primero, fundamental en la construcción del túnel, cabe decir que las medidas a tomar van a ir encaminadas a la recogida de las posibles filtraciones se mantendrá durante la fase de excavación, sostenimiento y revestimiento del túnel unas cunetas en tierras, ubicadas en los bordes del túnel. Asimismo, esas cunetas servirán para recoger las aguas que pudieran penetrar desde el exterior por las boquillas. Dichas cunetas se realizarán desde el punto de vista de la seguridad, no siendo necesario efectuar cálculos de dimensionamiento de las mismas ya que no se prevén filtraciones y el punto alto del túnel está más alto que el terreno, para facilitar la evacuación de agua estancada se bombeara al exterior.

Instalaciones eléctricas

Se estudia la instalación eléctrica necesaria para el suministro de energía durante la construcción del túnel teniendo en cuenta la normativa correspondiente y el dimensionado del túnel en servicio.

Con el desarrollo de los equipos de excavación, cada vez más mecanizados y con mayores prestaciones técnicas, se ha acrecentado la potencia empleada en los frentes de trabajo y la electricidad se presenta como la fuente de energía más adaptada a las exigencias actuales por su limpieza y disponibilidad de elevadas potencias, presentando únicamente el inconveniente de necesitar alimentación por cable.

Frente a la energía producida por los equipos diesel, la energía eléctrica proporciona mejores rendimientos, mayor fiabilidad, facilidad de programación, automatización y coordinación, además de una total limpieza por la no emisión de humos, si bien los equipos diesel son autónomos y fácilmente desplazables a velocidades elevadas con gran autonomía.

Tanto las ventajas de la energía eléctrica como la generada por los motores de combustión son deseables en las obras subterráneas por lo que en muchos casos se ha llegado a soluciones de equilibrio.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se propone un plazo de veintiuno (21) meses para la ejecución de la totalidad de las obras que abarca el Proyecto, dado su volumen económico y las características del mismo.

10. OBRA COMPLETA

Se hace manifestación expresa de que el proyecto comprende una obra completa, ya que ésta puede y debe ser entregada totalmente terminada sin necesidad de fraccionamiento alguno, de acuerdo con el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

11. CONTROL DE CALIDAD

Se considerará recogida dentro del Presupuesto de Adjudicación la dedicación hasta un 1% del mismo para la realización de todas las pruebas y comprobaciones de control de calidad que la dirección de obra estime oportuno, con arreglo al artículo 107.1.c de la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público.

12. IMPACTO AMBIENTAL

El objetivo no es otro que el de realizar un análisis ambiental en el Proyecto de construcción de dos túneles, en el ramal Autovía A-67 Barreda-Sierrapando. La finalidad que se persigue es la incorporación a este proyecto de viabilidad de los efectos negativos y positivos sobre los medios físico, ambiental y socioeconómico de las diferentes alternativas con la correspondiente comparación y posterior proyección de diferentes medidas correctoras que eviten o disminuyan los efectos que se estimen perjudiciales.

13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

La finalidad de este Estudio de Seguridad y Salud es establecer, durante la duración de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de salud y bienestar de los trabajadores.

Sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio.

Dicho Plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

La finalidad de este Estudio de Seguridad y Salud es establecer, durante la duración de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento

que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de salud y bienestar de los trabajadores.

Sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio.

Dicho Plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

14. FORMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Debido a que el plazo de ejecución de las obras es de veintiún (21) meses será necesaria la revisión de precios, ya que ésta se dará cuando se hubiese ejecutado el 20 % del importe del contrato y haya transcurrido un año desde su adjudicación a tenor de lo dispuesto en el artículo 77 de la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público (B.O.E. del 31 de Octubre de 2.007).

La revisión de precios en los contratos regulados en esta Ley tendrá lugar en los términos establecidos en este Título cuando el contrato se hubiese ejecutado en el 20 % de su importe y haya transcurrido un año desde su adjudicación, de tal modo que ni el porcentaje del 20 %, ni el primer año de ejecución, contando desde dicha adjudicación, pueden ser objeto de revisión.

Se aplicará la fórmula para el resto de capítulos del presupuesto del Proyecto, de las establecidas en el Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre por el que se aprueba, el cuadro de fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras del Estado y Organismos Autónomos.

A continuación se expone la mencionada fórmula-tipo:

Fórmula, correspondiente a explanación en general, firmes en general con tratamientos superficiales, obras completas de nueva carretera con explanación y pavimentos de hormigón, túneles de gran sección y canales:

$$K_t = \frac{0.01B_t}{B_0} + \frac{0.08C_t}{C_0} + \frac{0.16E_t}{E_0} + \frac{0.02P_t}{P_0} + \frac{0.02Q_t}{Q_0} + \frac{0.07R_t}{R_0} + \frac{0.12S_t}{S_0} + \frac{0.02T_t}{T_0} + \frac{0.01U_t}{U_0} + 0.49$$

15. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Aplicando los precios acordados en el convenio colectivo correspondiente a Cantabria para el año 2015 a las mediciones efectuadas de las obras, se obtienen los presupuestos que se incluyen en el Documento nº4 Presupuesto, y que se resumen como sigue:

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **TREINTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE con VEINTICUATRO CENTIMOS..**

16. CONSIDERACIONES FINALES

Se estima que el presente Proyecto satisface los fines para los que ha sido estudiado y, considerando que ha sido redactado de acuerdo con las normas vigentes, se firma y se somete a la

consideración del Ministerio de Fomento de la Comunidad de Cantabria para su aprobación, sirviendo así de base para la ejecución y contratación de las obras contenidas en el mismo.

Torrelavega, Septiembre 2.015
Autor del proyecto

Fdo: Jesús Sobrino Trueba

Memoria Justificativa

INDICE

Anejo nº1 – Adjudicación y contratación

Anejo nº2 – Antecedentes

Anejo nº3 – Marco referencial

Anejo nº4 – Descripción del medio

Anejo nº5 – Cartografía y Topografía

Anejo nº6 – Geología y edafología

Anejo nº7 – Geotecnia y sismicidad

Anejo nº8 – Hidrogeología e hidrología

Anejo nº9 – Justificación del trazado y sección tipo

Anejo nº10 – Servicios afectados ejecución

Anejo nº11 – Proceso de ejecución y servicios auxiliares durante la explotación

Anejo nº12 – Servicios auxiliares durante la explotación

Anejo nº13 – Estudio de impacto ambiental

Anejo nº14 – Estudio de Seguridad y salud

Anejo nº15 – Plan de obra

Anejo nº16 – Justificación de Precios

Anejo nº17 – Presupuesto para el conocimiento de la administración

ANEJO Nº1

"ADJUDICACIÓN Y CONTRATACIÓN"

INDICE

1. **Concurso de licitación Publica**
2. **Aceptación del proyecto**

1. Concurso de licitación Publica

En Santander, a 1 de Noviembre de 2015 el Ministerio de Fomento presenta a concurso de ideas que solventará la problemática existente en la autovía A-67 a su paso por Torrelavega. Dicha problemática surge a raíz de las retenciones producidas en la autovía en hora punta, debido al crecimiento poblacional y a su correspondiente aumento de afluencia viaria quedándose la misma desfasada en este aspecto.
Para solventar las cuestiones expuestas con anterioridad, se forma una mesa de contratación como indica el artículo 320 del capítulo II del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, compuesta por dos representantes del Ministerio de Fomento dos representantes del Gobierno de Cantabria y dos expertos en construcciones viarias. Se evalúan una serie de anteproyectos, ejecutados por tres empresas de prestigio en el sector, que han sido presentados a concurso basándose en una serie de requisitos mediante la realización de una tabla de adjudicación, en la cual se avalaran únicamente aspectos técnicos. Se ha de destacar que la aptitud más positiva se verá reflejada con un 5, mientras que la más desfavorable obtendrá un 1. Los requisitos que se tienen en cuenta son los nombrados a continuación.

- **Presupuesto** (Los márgenes estarán comprendidos entre 15.000.000 de € con una valoración de 5 puntos y 50.000.000 de € con una valoración de 1 punto)
- **Impacto ambiental de la obra** (se evaluara con un 5 aquellas obras las cuales no modifiquen la naturaleza del terreno y con 1 punto las que durante su ejecución se vean afectadas áreas naturales.)
- **Expropiaciones** (se evaluara con un 5 aquellas obras las cuales no se realice ninguna expropiación terrenos privados y con un 1 aquellos en los cuales sea necesario un replanteamiento de la zona)
- **Longitud del trazado** (se evaluara con un 5 aquellas obras que se aproximen a la geometría de las vías existentes y con un 1 a aquellas vías que modifiquen la traza de la ruta de vehículos conllevando una mayor distancia)
- **Afluencia vehicular** (se evaluara con 5 puntos aquellas abras que aporten un aumento de la afluencia vehicular en 60.000 vehículos/día y con un 1 aquellas obras que aporten una afluencia menos de 10.000 vehiculos/día)

Idea de anteproyecto	*Presupuesto*	*Impacto ambiental*	*Expropiaciones*	*Longitud del trazado*	*afluencia viaria*	*Total*
>Realización de un tercer carril en la autovía A-67 a su paso por Torrelavega	5	3	3	5	2	**18**
>Realización de ramal en la A-67 a su paso por Torrelavega Sierrapando-Polanco	4	2	2	1	5	**14**

>Realización de dos túneles carreteros Ramal A-67 Sierrapando-Barreda	3	5	4	4	5	**21**

La solución adoptada finalmente fue la ejecución de dos túneles carreteros, uno en dirección Norte-Sur (Barreda-Sierrapando) y otro en sentido contrario (Sierrapando-Barreda), debido a que solventaba la problemática del nudo existente, con un menor impacto ambiental y social ya que no altera el desarrollo urbanístico e industrial del presente, ni el planteado en un futuro.

2. Aceptación de la redacción del proyecto

Con fecha 4 de Noviembre de 2015 se acepta la redacción del proyecto que lleva por título "Proyecto de construcción de dos túneles, en el ramal A-67 Barreda-Sierrapando" mediante la firma de contrato entre las partes implicadas.

ANEJO Nº2

"ANTECEDENTES DEL PROYECTO"

INDICE

1. **Antecedentes Administrativos**
   - 1.1. **Publicaciones Oficiales**
   - 1.2. **Consultas Previas**
2. **Antecedentes Técnicos**
   - 2.1. **Información de afluencia viaria**
   - 2.2. **Calculo de afluencia viaria estimada**
3. **Antecedentes históricos**
4. **Conclusiones**

1. Antecedentes Administrativos

En base a los datos recopilados en el anteproyecto presentado se procede al estudio de los mismos para poder ubicar el trazado a proyectar sin interferir con las infraestructuras existentes, con proyectos en ejecución, ni con proyectos que han sido previamente aceptados por parte de la administración y estén en fase previa a ejecución.

1.1. Publicaciones Oficiales

En Noviembre de 2010 el Ministerio de medio ambiente, y medio rural y marino publica en el Boletín Oficial del Estado (BOE) una propuesta para la redacción de un proyecto para crear una solución a la problemática de las retenciones en la Autovía A-67.

"El 26 de noviembre de 2010, la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se formula declaración de impacto ambiental del estudio informativo del proyecto Autovía A-67. Ampliación de capacidad y ramal de continuidad, tramo: Santander-Torrelavega, Cantabria.

El proyecto a que se refiere la Resolución se encuentra comprendido en el apartado k) del grupo 9 del anexo II del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, habiéndose decidido su sometimiento a evaluación de impacto ambiental en la forma prevista en la sección 1.ª del capítulo II de la Ley de Evaluación de Impacto ambiental de proyectos por decisión de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, de fecha 24 de octubre de 2008, procediendo formular su declaración de impacto ambiental, de acuerdo con el artículo 12.1 de la citada Ley.

Según el Real Decreto 1443/2010, de 5 de noviembre, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, corresponde a la Secretaría de Estado de Cambio Climático formular las declaraciones de impacto ambiental."

http://www.boe.es/boe/dias/2010/12/10/pdfs/BOE-A-2010-19079.pdf

1.2. Consultas previas

Una vez que se ha aceptado la ejecución del proyecto, se mantuvieron una serie de reuniones con el objeto explicar con mayor detalle el proyecto en cuestión. Éstas se realizaron con los siguientes organismos:

- Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cantabria
- Ayuntamiento de Torrelavega
- Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del territorio y Urbanismo
- Consejería de innovación, industria, Turismo y Comercio
- Confederación Hidrográfica del cantábrico
- Asociaciones Ecologistas

En estas reuniones se determinan las sugerencias a tener en cuenta por parte del ejecutor del proyecto y se deja constancia en dichas reuniones que en un plazo de 25 años no se van a realizar

obras subterráneas en la zona que puedan interferir en los túneles, ni obras de índole industrial, ni expansión urbanística en la zona a proyectar.

En el caso de que sea necesaria la ejecución de una obra en la zona planteada, las infraestructuras de este proyecto tendrán prioridad sobre las futuras.

2. Antecedentes Técnicos

2.1. Información de la afluencia viaria

Para justificar el encargo se analiza la afluencia de vehiculos diarios en la zona de interés, mediante la información facilitada por el ministerio de Fomento del Gobierno de España. Para este análisis se tomarán datos desde 2000 hasta la 2013 y se abservará la evolucion existente en la zona propuesta hasta el año 2050 basandonos en la curva de la tendencia.

La afluencia media del tramo a analizar en 2013 era de 51048 vehiculos / dia, cifra que aumenta considerablemente en épocas vacacionales y días conflictivos como los Viernes y Sábados, en los cuales se puede llegar a doblar o triplicar dicha afluencia generando grandes retenciones, debido a una zona en forma de T entre la autovia A-67 y la A-8.

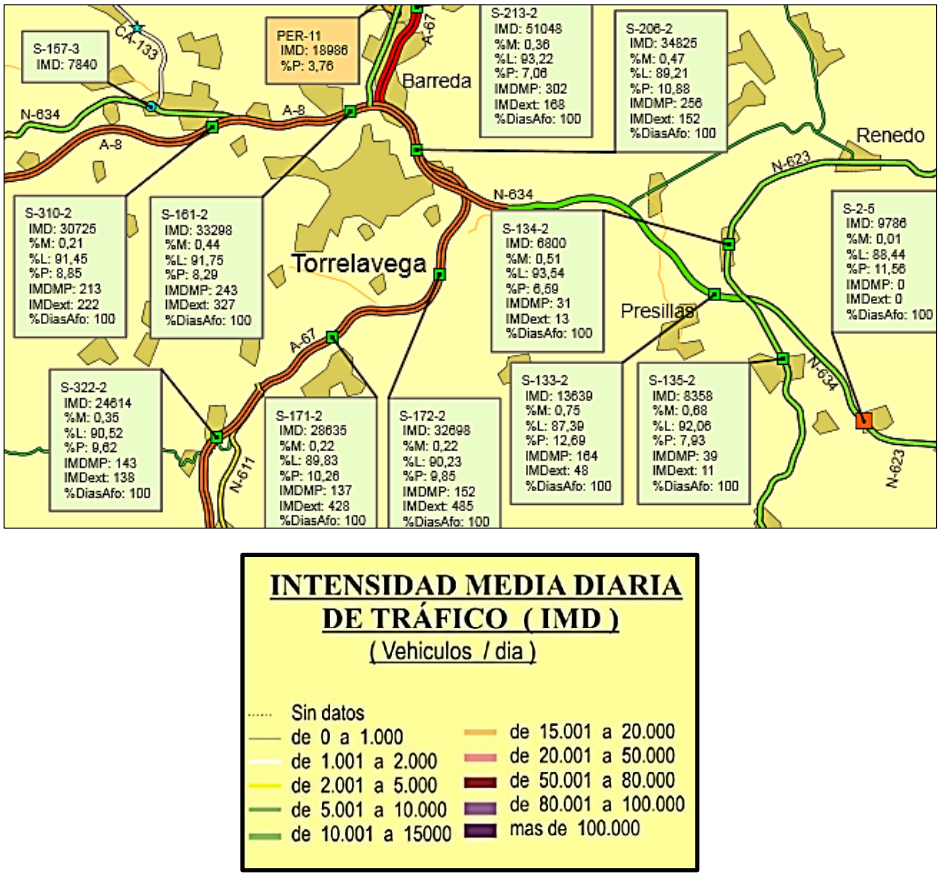


Ilustración 1 Afluencia Vehicular

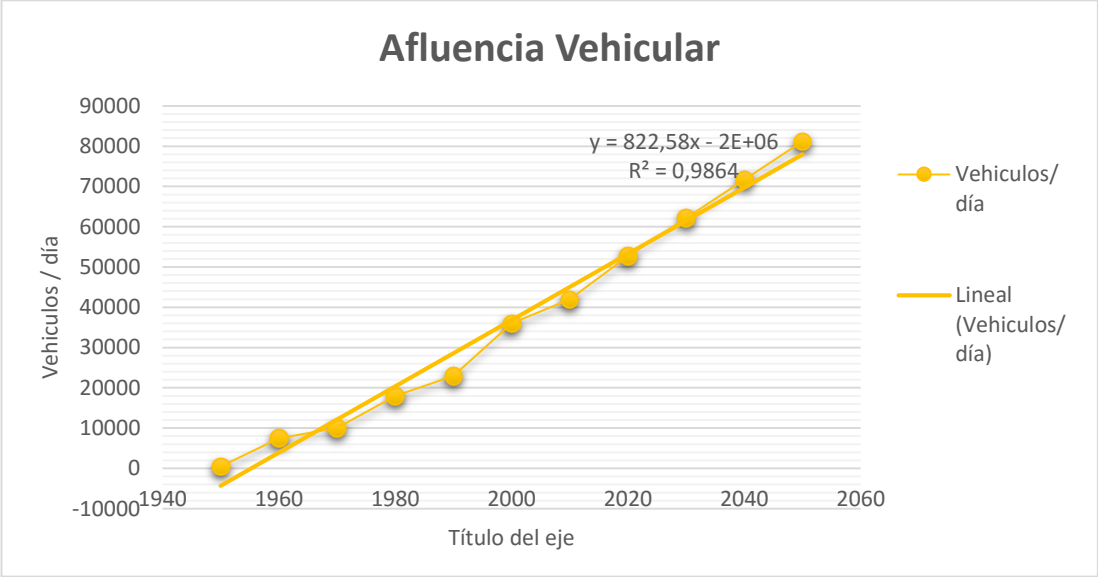


Grafico 1 Evolución de la Afluencia vehicular en el tramo de conflicto

Se observa que la evolución de la afluencia vehicular es creciente. Si tomamos datos desde el 1987, año en el que se construye la A-67, se puede observar que la misma ha aumentado de 25.000 vehículos/día, a 51.048 vehículos/día, lo que supone aproximadamente un aumento de 26.000 vehículos/día en 28 años. Planteando la evolución de la misma según la curva de tendencia se tiene que en 35 años el volumen de vehículos por día aumente hasta 80.000, cifra que imposibilita la correcta circulación por el actual trazado.

2.2. Calculo de la afluencia viaria estimada

Para justificar el aumento de la capacidad del flujo vehicular se tienen en consideración dos factores importantes, la apertura del tramo de la A-8 y el tramo a proyectar en el presente proyecto.

Para dimensionar el flujo vehicular del nuevo tramo de la A-67 se procede a los cálculos pertinentes.

Calculo de la afluencia media en un tramo constante

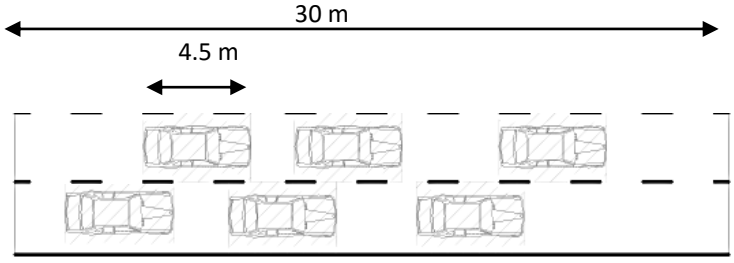


Ilustración 2 Esquema tráfico

Se procede a un cálculo de la afluencia en una vía de dos carriles, se suponen en unas condiciones de circulación de cinco vehículos de cuatro metros y medio de longitud, circulando en un intervalo de treinta metros de vía.

En estas condiciones, la longitud ocupada por los vehículos es de 6x4,5 = 27 metros, mientras que la longitud de carril disponible es de 2x30 = 60 metros. La ocupación es por lo tanto de un 45 % (27 / 60 = 0.45).

La *densidad* del de la vía será $\frac{6\ vehiculos}{60\ m} \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} = 100 \frac{vehiculos}{km}$

Para calcular la *afluencia vehicular diaria* aproximada se suponen los vehículos circulando a una velocidad media en el tramo de 90 $\frac{km}{h}$ o lo que es lo mismo 25 $\frac{m}{s}$. Al recorrer 30 metros a una velocidad media de 25 $\frac{m}{seg}$ un vehículo tarda en recorrer el tramo definido 1,2 segundos. Transcurriendo por la vía 50 $\frac{vehiculos}{minuto}$ o lo que es lo mismo 72.000 $\frac{vehiculos}{Día}$.

3. Antecedentes históricos

Diario Montañés

Fecha: 17 de Abril de 2014

Título: La penitencia de irse de vacaciones

El Jueves Santo dejó atascos de hasta 30 kilómetros en la A-8 y la A-67

Ilustración 3 Ilustración de la noticia extraída del periódico digital "El diario montañés"

http://www.eldiariomontanes.es/20140417/local/cantabria-general/trafico-carreteras-cantabria-jueves-201404171101.html

autocasion.com

Fecha: 17 Abr 2014

Título: La A-8 y la autovía Santander-Torrelavega registran las mayores retenciones

Santander, (EFE).- Los accesos a Cantabria desde País Vasco a través de la A-8 y la autovía entre Santander y Torrelavega han registrado las principales retenciones a lo largo de la mañana de este Jueves Santo, mientras que en las entradas a Cabárceno esta vez no ha habido complicaciones.

http://www.autocasion.com/actualidad/noticias/154919/la-a-8-y-la-autovia-santander-torrelavega-registran-las-mayores-retenciones/

elcorreo.com

Fecha: 4 de Mayo de 2014

Título: Retenciones en la A-8 en Torrelavega en sentido Bilbao

Mientras la tranquilidad reina en las carreteras vascas comienzan a registrarse algunos atascos en Cantabria.

http://www.elcorreo.com/vizcaya/20140504/mas-actualidad/sociedad/retenciones-torrelavega-sentido-bilbao-201405041315.html

Diario Montañés

Fecha: 17 agosto 2014

EL DIARIO CANTABRIA

CANTABRIA

El nudo de Torrelavega acumuló quince kilómetros de retenciones

EHubo complicaciones desde las cinco de la tarde hasta las once de la noche y las colas alcanzaron los enlaces de Santillana (A-8) y Gornazo (A-67)

T. SAN JOSÉ | SANTANDER

17 agosto 2014 20:11

El nudo de Torrelavega, donde llegaron a acumularse más de quince kilómetros de retenciones, aglutinó las mayores complicaciones que ayer se dieron en las carreteras de Cantabria. Por contra, la salida de la A-8 por Castro en dirección Bilbao, tradicional causante de dolores de cabeza para quienes se dirigen hacia el País Vasco un fin de semana de agosto, esta vez resultó más ligera y desahogada que de costumbre dado que la circulación resultó fluida tanto en la zona de Laredo a los túneles de Islares como de Castro hasta el límite provincial.

Fue la conexión entre la A-8 y la A-67 en torno a la capital del Besaya la que ayer se llevó la palma. Desde que poco después de las cinco Tráfico

FOTOS

FOTOGALERIA

Retención a la altura de Sniace. / Antonio San Emeterio, 'Sane'

GRATIS SI ES SU PRIMER PEDIDO

ENTREGA GRATUITA

OBSEQUIO DE BIENVENIDA

Título: El nudo de Torrelavega acumuló quince kilómetros de retenciones

Hubo complicaciones desde las cinco de la tarde hasta las once de la noche y las colas alcanzaron los enlaces de Santillana (A-8) y Gornazo (A-67)

Ilustración 4 Ilustración de la noticia extraída del periódico digital "El diario montañés"

http://www.eldiariomontanes.es/cantabria/201408/17/retenciones-altura-torrelavega-20140817200222.html

4. Conclusiones

- *Debido al incremento del número de vehículos transitando por las carreteras, las actuales infraestructuras están llegando a su colapso, generando retenciones, que con la tendencia actual las infraestructuras no pueden asumir la afluencia vehicular existente.*
- *Con la realización de un ramal para desahogar el tráfico se consigue un aumento de 72.000 vehículos/día más de capacidad, superior a las estimaciones a 35 años.*

ANEJO Nº3

"Marco Referencial del área de influencia"

INDICE

1. **Marco referencial**
   - 1.1. **Localización**
   - 1.2. **Contexto Viario**
   - 1.3. **Contexto Social**
   - 1.4. **Contexto Económico**
     - 1.4.1. **Economía**
     - 1.4.2. **Sectores económicos**
       - 1.4.2.1. **Sector Primario**
       - 1.4.2.2. **Sector Secundario**
       - 1.4.2.3. **Sector Servicios**
   - 1.5. **Contexto Ambiental**
     - 1.5.1. **Evolución Ambiental**
     - 1.5.2. **Espacios protegidos**
2. **Influencia Socio-poblacional**
3. **Conclusiones**

1. Contexto

1.1. Localización

La zona de estudio se emplaza en España, en la Comunidad Autónoma de Cantabria con una extensión de 5326 km², posicionada el puesto número 15 en extensión en el país, y una población de 588.656 habitantes, puesto número 16 del país.

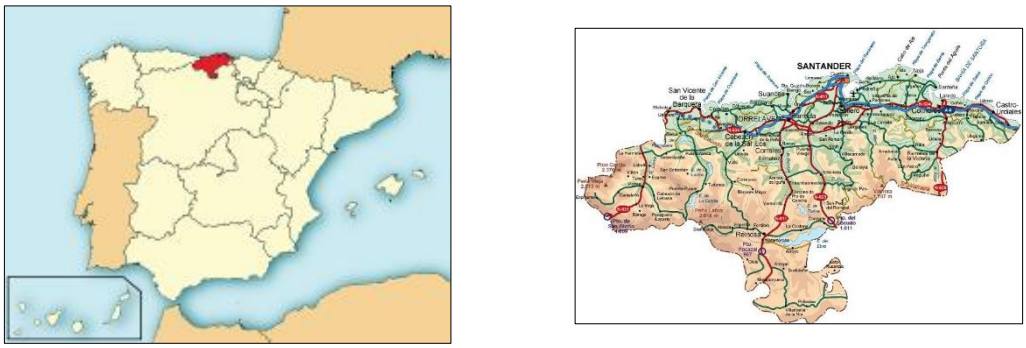


Ilustración 1 Localización Provincia de Cantabria

La zona donde se pretende proyectar pertenece al Municipio de Torrelavega, capital de la comarca del Besaya y segundo núcleo poblacional la de Comunidad Autónoma de Cantabria con una población de 54.196 habitantes en 2014 y una extensión de 35,54 km².

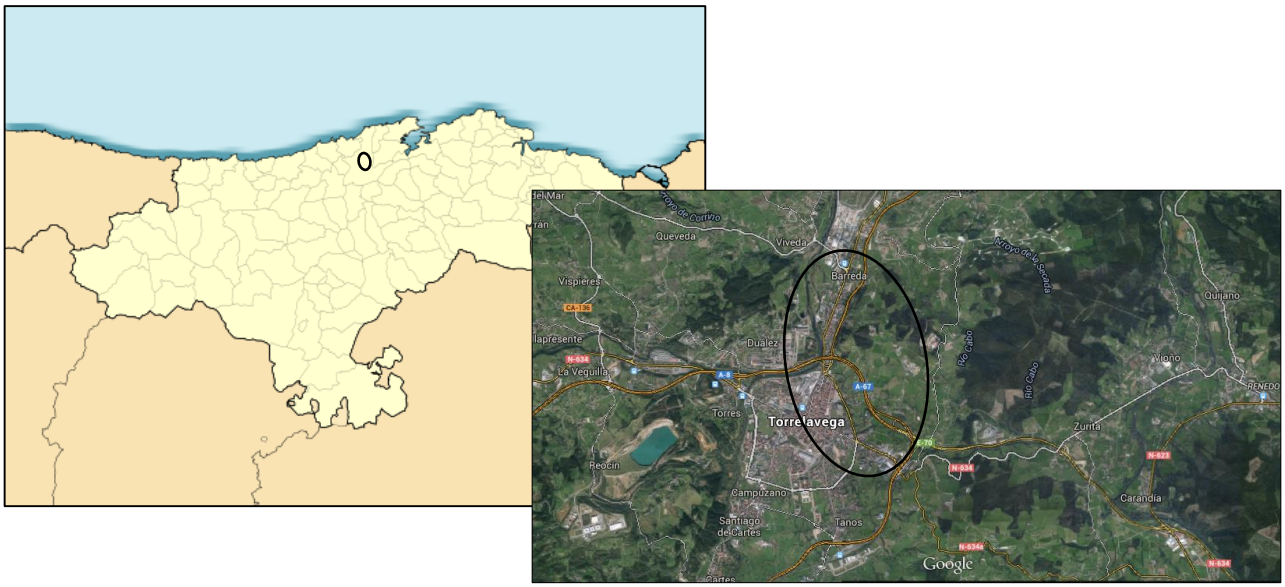


Ilustración 2 Zona de la solución a proyectar

Se afectarán dos núcleos de población pertenecientes al municipio de Torrelavega. Éstos son Barreda que cuenta con 2.823 habitantes y Sierrapando con 4.171 habitantes.

Coordenadas de Localización de la zona:

- Sistema de coordenadas ETRS89, sistema de referencia geodésico ligado a la parte estable de la placa continental europea. Con datum geodésico espacial consistente con los modernos sistemas de navegación por satélite GPS,GLONASS y el europeo GALILEO.

Coordenadas zona emboquille Norte.

Coordenadas Geodésicas:

ϕ= 43º22'18,19'' N *λ= 4º2'15,26'' W*

Coordenadas UTM emplazadas en el Huso 30:

X= 415.940,47 m *Y= 4.802.617,59 m*

Cota sobre el nivel medio del mar en Alicante:

Z= 19 m

Coordenadas zona emboquille Sur.

Coordenadas Geodésicas:

ϕ= 43º21'11,5'' N *λ= 4º2'14,1'' W*

Coordenadas UTM emplazadas en el Huso 30:

X= 415.941,01 m *Y= 4.800.562,51 m*

Cota sobre el nivel medio del mar en Alicante:

Z= 50 m

1.2. Contexto Viario

En la zona a estudiar predomina una Intensidad Media Diaria (IMD) Alta de vehículos ya que une la Autovía del Cantábrico y la Autovía de la Meseta. Ambas configuran una gran "T" a la altura de la Ciudad de Torrelavega punto en el cual se divide la circulación.

Ilustración 3 Conexión de Torrelavega con las grandes Ciudades

Ilustración 4 Foto Aérea Torrelavega

1.3. Contexto Social

Torrelavega es uno de los municipios Cántabros con mayor expansión demográfica, contando en el siglo XX con 7777 habitantes, y actualmente con 54.196, multiplicándose el número de habitantes de Torrelavega por siete.

El crecimiento continuado de la población a lo largo del siglo XX queda reflejado en los respectivos censos. Si bien en 1900 tenía 7777 habitantes, en 1910 Torrelavega contaba con 9574, cifra que se incrementó en los años posteriores, llegando en 1920 a los 12906 habitantes. En 1940 eran 19315 habitantes, en 1960 eran 31.021, en 1975 ya eran 51175 los habitantes y en 1986 su población integraba 58.198 personas. Los años con mayor número de vecinos fueron 1991 con cerca de 60000 habitantes, 1992 con un máximo histórico de 60155 y 1993 con 60027 vecinos.

Es a partir de 1993 cuando se inicia la etapa de decadencia poblacional que ha marcado la última década, sumiendo al municipio en una crisis demográfica. En este periodo la pérdida de

habitantes ha sido una constante que no ha cesado hasta hace unos años, cuando se ha logrado estabilizar. Así, si en 1996 el censo registraba 58.196 habitantes, en 1998 esa cifra ya había descendido a 57.493, perdiendo otros 400 habitantes hasta 1999 (57.070) y aumentando aún más la caída demográfica en el año 2000, cuando la población de Torrelavega se quedó en 56.189 habitantes. En 2001, la pérdida fue menor, situándose en los 55.909 habitantes, y fue al año siguiente cuando se consiguió elevar su censo poblacional, recuperando los efectivos perdidos en el registro anterior. De esta forma, en 2002 los habitantes de la capital del Besaya ascendían a 56.180, en 2010 la población se mantenía en 55.888 habitantes pero en 2014 volvió a caer a los 54.196.

Basándose en el crecimiento ascendente que ha sufrido la ciudad se calcula la curva poblacional estimándose la población a 50 años vista.

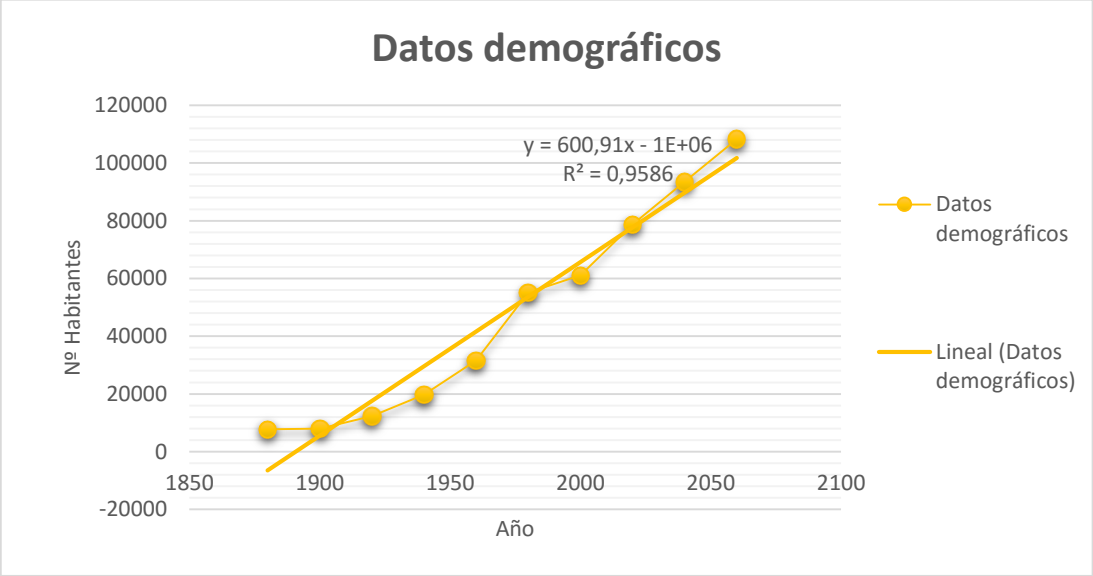


Gráfico 1 Evolución demografia en Torrelavega

Núcleos de Población

Barreda. Es el núcleo situado más al norte del término, a 2,2 km de la capital y 20 m de altitud sobre el nivel del mar. Cuenta con una población de 2823 habitantes.

Campuzano. Con 10 835 habitantes, es la localidad más importante desde el punto de vista demográfico, después de la capital, de la que dista tan solo 1,2 km. Su altitud es de 30 m.

Duález. En la zona norte del municipio, a 2,3 km de Torrelavega, se ubica este pueblo en el que residen 357 habitantes y cuya altitud sobre el nivel del mar es de 12 m.

Ganzo. Cerca de Duález se encuentra esta localidad, distante 2,2 km de la capital municipal y asentada a 20 m de altitud. Tiene una población de 1435 habitantes.

La Montaña. En el extremo sur del término está este pueblo que, con 165 habitantes es el núcleo más reducido del mismo. 3,9 km es la distancia que le separa de Torrelavega. Su altitud sobre el nivel del mar es de 220 m.

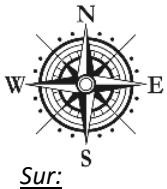
Sierrapando. Muy próxima a la capital, a poco más de 1 km se encuentra esta localidad que cuenta con 4.171 habitantes. Su altitud es de 50 m. Este núcleo residencial ha comenzado a concentrar gran parte de la actividad del sector de la construcción en Torrelavega.

Tanos. Al sur de Sierrapando se ubica este núcleo en el que tienen establecida su residencia 6.209 habitantes. Dista 1,3 km de la capital y tiene una altitud de 45 m

Torres. 1.070 habitantes habitan en esta localidad situada a 1,1 km al oeste de la capital municipal y a 25 m de altura.

Viérnoles. Este pueblo es el que está más distante de Torrelavega, a 3,2 km. Su censo actual es de 942 habitantes y tiene una altitud de 80 m.

Municipios Limítrofes

Noroeste:	*Norte:*	*Noreste:*
Santillana del mar	Suances	Polanco
Oeste:		*Este:*
Reocín y Cartes		Piélagos
Suroeste:	*Sur:*	*Sureste:*
Los Corrales de Buelna	San Felices de Buelna	Puente Viesgo

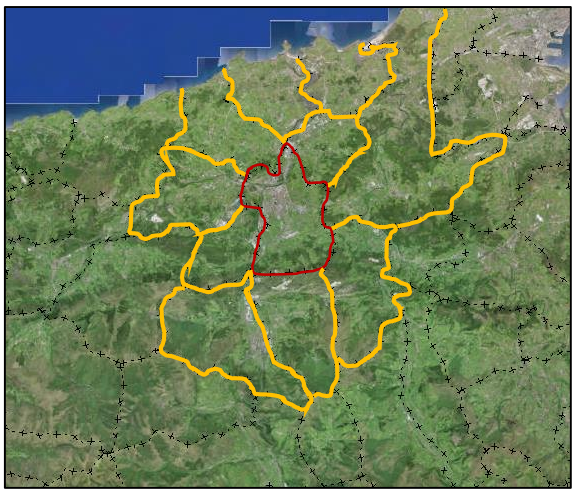


Ilustración 5 Municipios limítrofes de Torrelavega

1.4. Contexto Económico

1.4.1. Economía

Como segundo centro de servicios de la región, en Torrelavega se localizan importantes instituciones públicas: el Hospital Sierrallana, la Universidad de Cantabria, presente en la ciudad en el Campus de Torrelavega. Las actividades relacionadas con la cultura, el ocio y el turismo tienen peso desde el punto de vista de la economía municipal, de forma que, tanto las actividades regionales como municipales, se intentan fomentar con nuevas ofertas, como son la organización de convenciones, congresos, Feria de Muestras de Cantabria y manifestaciones culturales diversas, como las Fiestas de la Patrona la semana del 15 de agosto, la Feria del Caballo o las exposiciones en el Centro Nacional de Fotografía José Manuel Rotella, además de diversos cursos de verano de la Universidad de Cantabria, el Festival de Cine, el Festival de Invierno y la celebración del certamen de acordeones de Torrelavega.

La Cámara de Comercio e Industria de Torrelavega, fundada en 1913 (y dependiente de la Consejería de Economía de Cantabria), gestiona, desde el año 2000, junto a sus servicios generales y a la Oficina de Turismo local, dos programas de apoyo a la creación y a la continuidad de empresas, en colaboración con el Consejo Superior de Cámaras de Comercio de España, a través del Instituto Cameral de Creación y desarrollo de la Empresa (INCYDE), y el Instituto de la Mujer, a los que han seguido un servicio de orientación profesional laboral y un centro de formación propio. Cabe destacar la importancia del Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIMA), organismo autónomo del Gobierno de Cantabria dependiente de la Consejería de Medio Ambiente. Creado por ley en 1991, centrando su actividad en la realización de análisis físico-químicos sobre el estado del medio ambiente.

Desde el 2005, el CIMA amplía su campo de actuación al ámbito de la sostenibilidad, a través de la Información Ambiental, de la Participación, de la Educación y del Voluntariado Ambiental y de la empresa pública perteneciente al Gobierno de Cantabria y adscrita a la Consejería de Medio Ambiente, Mare dedicada a la gestión de todas aquellas tareas de carácter medioambiental como el mantenimiento del territorio, la depuración de las aguas residuales, la gestión y el tratamiento de los residuos sólidos urbanos, y la valorización energética de los residuos son nuestras principales actividades.

El censo de la cámara asciende a 3.751 electores a finales de 2005. Respecto a la hacienda local, Torrelavega gestionó el 9,47% del presupuesto del conjunto de los entes locales en Cantabria en 2003, siendo sólo superada por Santander (39,18%). Como comparativo, en 2000 su importancia relativa era del 8,87%.

Tabla 1 Distribución de la población activa por sectores económicos

	Municipio	*Cantabria*
Sector Primario	1,9	6
Construcción	15,4	13,5
Industria	21,7	18,9
Sector terciario	61	61,6
Tasa de Actividad	50,7	52,5
Tasa de Paro	16,4	14,2

1.4.2. Sectores Económicos

1.4.2.1. Sector Primario

Las actividades agrícolas como base económica principal de Torrelavega cada vez son más minoritarias. El porcentaje dedicado a ellas apenas alcanza el 2%, siendo más frecuente la actividad mixta, combinada con el trabajo industrial. No obstante, esta situación no ha sido impedimento para que Torrelavega se mantenga como el núcleo central del intercambio comarcal ganadero después de más de siglo y medio desde su primera celebración de una feria monográfica de ganado en la Llama de la Colina (el 14 de noviembre de 1884), lugar donde hasta entonces se desarrollaban de forma conjunta los mercados generales y ganaderos.

Tabla 2 Datos sector primario

	Municipio	*Cantabria*
Superficie (Km²)	35,5	5.310
Superficie Agraria Útil (SAU) en Km²	18,9	2.763,9
SAU (%) respecto a la sup. Municipal	53,3	52,1
Número de Explotación	331	18.461
Titulares personas físicas	310	17.224
Unidades Ganaderas	5.821	31.107

1.4.2.2. Sector Secundario

En el ámbito industrial, su desarrollo se inició en la segunda mitad del siglo XVIII, con el asentamiento de varias fábricas de harinas, curtidos e hilados. En esta primera etapa Torrelavega comienza su proceso de transformación, pasando de ser un pequeño concejo agrario basado en actividades agrícolas tradicionales a configurarse como núcleo mercantil e industrial.

Pero fue con la llegada de grandes empresas como Solvay, Sniace y Asturiana de Zinc, entre finales del XIX y principios del XX, cuando Torrelavega alcanzó su máximo desarrollo económico. Junto a ellas se instalaron otras, como la Granja Poch, los talleres Obregón y La Lechera Montañesa. En este progreso influyen de manera clave dos factores: la riqueza minera y la fertilidad del suelo, que le han permitido el uso y explotación de sus recursos naturales, y el establecimiento de una red de infraestructuras de transporte, tanto terrestre como ferroviaria, entre núcleos, que facilitó la conformación de un espacio industrial articulado de proyección supramunicipal.

La sociedad Solvay, dedicada a la fabricación de productos sódicos, sosa y carbonato sódico, constituyó la primera gran instalación industrial de la región. Su implantación en Barreda se debió a la abundancia de materias primas fundamentales, aunque también se tuvo en cuenta su proximidad a las líneas ferroviarias y a la costa. Comenzó su actividad en 1908, convirtiéndose en un gran complejo químico, dependiente del cual surgieron otras empresas como Braso S.A., Industrial Jabonera Villalobos, Continental-Fábrica Española de Caucho (absorbida después por Firestone) y Sniace (Sociedad Nacional de Industrias y Aplicaciones de Celulosa Española S.A.).

La fábrica Sniace fue creada en Madrid en 1939 y llegó a Cantabria en 1941, instalándose al norte de la ciudad, en las proximidades de Reocín. Todas ellas contribuyeron al crecimiento y expansión de Torrelavega. Sin embargo, una grave crisis industrial azotó a la comarca en la década de los años ochenta y noventa, generando la desaparición de diferentes empresas e importantes pérdidas de empleo.

El impacto sobre las actividades económicas fue muy fuerte. Hoy en día la perspectiva del sector industrial se centra en empresas como Solvay, Firestone-BridgestoneHispania y el Grupo Armando Álvarez. El aspecto negativo más reciente desde el punto de vista económico está en el cierre de la mina de AZSA (antigua Asturiana de Zinc) en Reocín en 2003 como consecuencia del agotamiento de recursos después de más de un siglo de explotación.

Tabla 2 Datos sector secundario

	Municipio	*Cantabria*
Actividades de la industria (IAE)	235	2897
Actividades de la construcción (IAE)	369	5270

1.4.2.3. Sector servicios

El comercio cuenta con una tradición de múltiples ferias y mercados. Uno de los factores que ha determinado su desarrollo comercial ha sido su ubicación estratégica en la zona centro de la comunidad autónoma de Cantabria. La apertura del camino de Reinosa uniendo Santander con Castilla, canalizo los intercambios comerciales, siendo Torrelavega lugar de paso obligado, y dio lugar a la etapa de mayor esplendor comercial para el puerto de la ría de Suances. A partir de la realización del primer mercado semanal, que tuvo en Torrelavega el 4 de julio de 1799. Tardaron 30 años en conseguir la concesión de su primer mercado. Su éxito dio motivos para la construcción de la Plaza Mayor, cuyos edificios fueron provistos de soportales para que la lluvia no fuera un impedimento.

Con el paso del tiempo, este mercado se trasladado a la plaza La Llama, coincidiendo con la feria del ganado vacuno hasta la construcción del Mercado Nacional de Ganados. A partir de entonces el mercadillo considerado uno de los mejores del norte de España, se emplaza en el exterior del recinto las mañanas de los jueves, ocupando unos 17000 m^2 de Superficie hasta día de hoy.

Tuvo relevante importancia el crecimiento de la hostelería y la creación de un servicio de autobuses, justificado por el flujo migratorio y mercantil del momento.

Cabe destacar la importancia que tiene el comercio en la actualidad en la región porque representa en la economía regional el 8% de PIB y el 14 % de los empleos se presentan en este sector.

Tabla 3 Datos sector servicio

	Municipio	*Cantabria*
Actividades comerciales mayoritarias	154	1688
Actividades comerciales minoritarias	1668	12322
Locales de ocio, deporte y culturales	126	937
Locales 1000 Habitantes	14,8	12

1.5. Contexto Ambiental

1.5.1. Evolución Ambiental

La ciudad de Torrelavega históricamente ha venido desarrollando una fuerte cultura industrial en la región con sus correspondientes emisiones y vertidos en las zonas anexas como ríos y vertederos sin una regulación, sumando la importancia de las emisiones de los vehículos que circulan por la ciudad. Esta tendencia ha cambiado con el paso de los años, implantándose en la ciudad normativas medio ambientales para evitar esta contaminación de la región tales como:

La directiva 2010/75/UE que tiene por objeto la prevención y reducción de la contaminación proveniente de una amplia parte de las actividades industriales con la finalidad de mantener un elevado nivel de protección para el conjunto del medio ambiente, o la implantación del servicio de transporte urbano “Torrebus”.

Organismos como CIMA y MARE son las encargadas de la regulación medioambiental en la comarca favoreciendo un desarrollo sostenible en dicha región.

La Agenda 21 Local es un Plan Estratégico Municipal basado en la integración, con criterios sostenibles de las políticas ambientales, económicas y sociales del municipio

Por ello las nuevas infraestructuras que sean ejecutadas en la región deberán seguir esta tendencia medioambiental siendo respetuosas con el mismo.

1.5.2. Espacios naturales protegidos

Red Natura 2000

La red ecológica europea de zonas especiales de conservación, se conoce como Natura 2000, está compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I de la directiva y de especies que figuran en el Anexo II de la Directiva 92/43/CEE del consejo, de mayo de 1992, relativa a la conservación de hábitats naturales y de flora y fauna silvestres. Esta red de espacio deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural. La Red Natura 2000 incluye además las zonas de protección especiales designadas por le Estados miembros con arreglo a las disposiciones de la Directiva 79/409/CEE.

El municipio de Torrelavega no presenta ninguna zona protegida por la Red Natura 2000, por lo que se realizara el proyecto sin perjudicar zonas de protección especiales.

2. Influencia Socio-Poblacional

Debido a la elevada inversión que se va a realizar en la obra, y teniendo en cuenta que se debe contratar un mínimo de un 30% de mano de obra que esté empadronada en la región, se determina que el proyecto planteado mejorará la situación económica de los vecinos de la misma e impulsará un crecimiento económico.

Se potenciará el sector servicios, destacando los restaurantes locales que verán incrementada su demanda actual debido a las necesidades de las personas que se desplacen hasta el lugar para desempeñar su labor profesional.

En el sector industrial se verá reflejado un incremento de la producción de áridos en empresas cercanas a la zona a proyectar, al igual que se beneficiaran empresas de alquiler de maquinaria de construcción.

También destacar el incremento de la demanda en talleres debido a la necesidad de reparación de maquinaria y mantenimiento de las mismas durante el proceso de ejecución de las obras.

3. Conclusiones

- *El municipio de Torrelavega es históricamente el centro de comunicaciones viarias de Cantabria, debido a ello su industria y su evolución poblacional es ascendente desde principios del siglo XX.*
- *Se solventará de forma temporal la problemática existente en el municipio de Torrelavega en el ámbito económico, generando puestos de trabajo, directamente en la zona de obra, y de forma indirecta a talleres de mantenimiento, empresas de alquiler de maquinaria, y al sector servicios.*

ANEJO Nº4

"DESCRIPCIÓN DEL MEDIO"

INDICE

1. **Clasificación**
2. **Datos climatológicos del municipio**
   - **2.1. Temperaturas ambientales**
   - **2.2. Humedad**
   - **2.3. Velocidad y dirección del viento**
   - **2.4. Nieves**
   - **2.5. Heladas**
3. **Flora y fauna**
   - **3.1. Flora**
   - **3.2. Fauna**

Los datos climatológicos determinan en gran medida las características que se deberán afrontar en la zona a estudiar, ya que implica unas propiedades del medio físico.

El clima de un determinado lugar se puede definir como una serie estadística de varios años de amplitud que abarca todos los elementos del tiempo atmosférico. Se ve afectado por una serie de factores como pueden ser la latitud, el relieve o la distancia al mar.

1. Clasificación

Las clasificaciones del clima más empleadas son la clasificación de Köppen y la clasificación de Strahler. La que se va a emplear para clasificar el clima de la zona a estudiar es la primera de ellas.

Esta clasificación fue publicada por el Dr Wladimir Köppen a principios del siglo XX. En ella se establecen de forma primaria cinco grandes zonas que se denominan con letras mayúsculas. Estos tipos de clima se establecen en función de las temperaturas, excepto el B que se diferencia del resto por criterios de humedad.

Tabla 1.- 1ª Clasificación climática de Köppen

TIPO	***NOMBRE***	***CARACTERÍSTICAS GENERALES***
A	Clima tropical húmedo	Tª media mensual del mes más frio mayor a 18°C
B	Clima seco	Evap. superior a la precipitación como media anual
C	Clima templado	Tª media del mes más frio está entre -3°C y 18°C
D	Clima subártico	Tª media del mes más frio menor a -3°C y Tª media del mes más cálido mayor a 10°C
E	Clima de nieve o polar	Tª media del mes más cálido es menor a 10°C

Atendiendo a esta clasificación, Nuestra zona a estudiar tiene un tipo de clima C, un clima templado donde la temperatura del mes más frio está comprendida entre -3°C y 18°C. Dentro de esta clasificación hay una subclasificación, que depende del parámetro de la humedad.

Tabla 2.- Subclasificación climática de Köppen

TIPO	***CARACTERÍSTICAS***	***CLASIFICACIÓN***
S	Semiárido (estepa)	Solo para climas de tipo B
W	Árido (desértico)	Solo para climas de tipo B

f	Húmedo sin estación seca	Solo para climas de tipo A, C y D
m	Húmedo con estación seca corta	Solo para climas de tipo A
w	Estación seca en invierno	Solo en posición baja
s	Estación seca en verano	Solo en posición alta

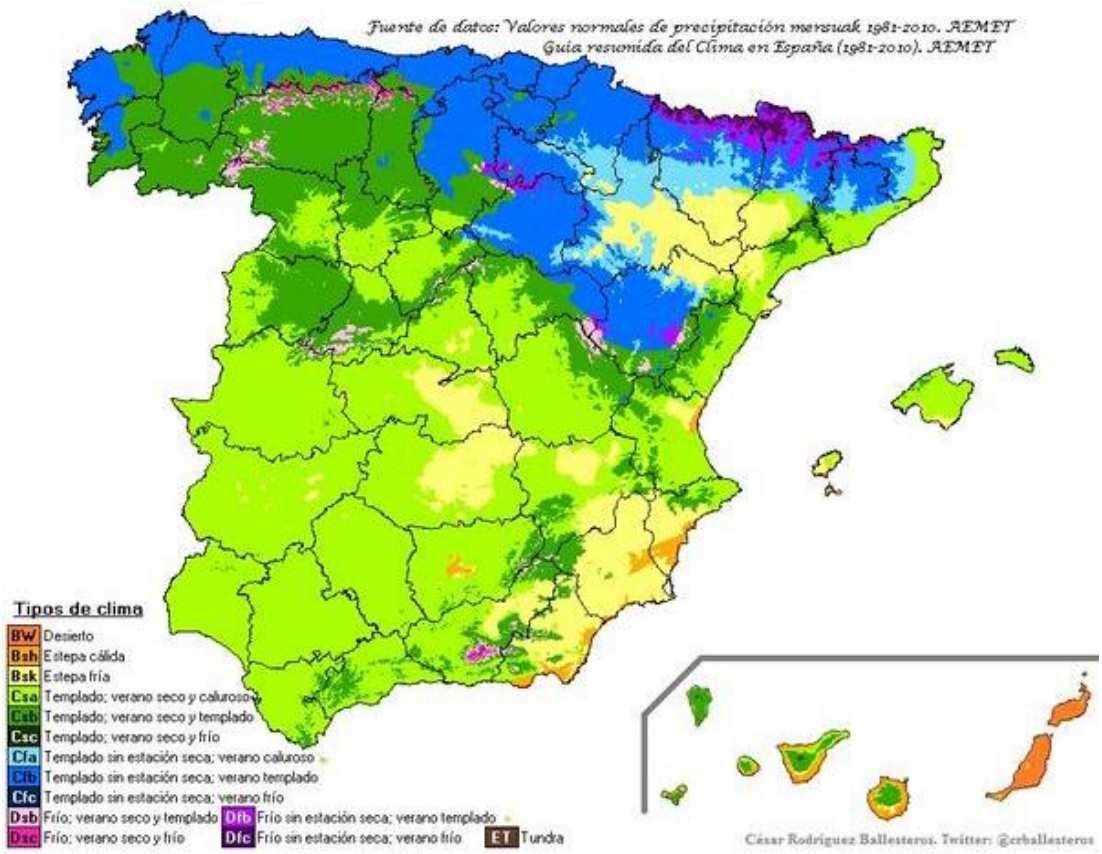
De la tabla anterior sacamos la conclusión de que la subclasificación del clima en el que nos encontramos es f, donde no se tiene estación seca. A su vez hay una tercera subdivisión, que atiende a una serie de parámetros adicionales a los citados anteriormente.

Tabla 3.-Subdivisión climática de Köppen

TIPO	***CARACTERÍSTICAS***	***CLASIFICACIÓN***
a	La Tª med. del mes más cálido supera los 22°C	Se aplica a los climas tipo C y D
b	La Tª med. del mes más cálido es inferior a 22°C	Se aplica a los climas tipo C y D
c	La Tª med. del mes más frio es inferior a -38°C	Se aplica a los climas tipo D
h	La Tª med. anual es superior a 18°C	Se aplica a los climas tipo B
k	La Tª med. anual es inferior a 18°C	Se aplica a los climas tipo B

Atendiendo a las características recogidas en la tabla anterior, se puede subdividir el clima de zona a estudiar en el b.

Por lo tanto, si recogemos toda la información anterior se ve que la zona a estudiar tiene un clima según Köppen Cfb. Este tipo de clima es característico de las zonas más occidentales de Europa, con una variación de temperaturas suave y elevadas precipitaciones repartidas de forma regular a lo largo de todo el año. A continuación se expone un mapa de los diferentes tipos de climas de Köppen que hay en España, donde se corrobora la clasificación que se ha realizado con anterioridad.



2. Datos climaticos

Para conocer a climatología del lugar de estudio, se han recogidos los datos climáticos de la estación meteorológica de Sierrapando de Torrelavega, perteneciente a la Agencia Estatal de Meteorología AEMET, con coordenadas [Latitud: 43° 21' 31'' N - Longitud: 4° 1' 39'' O].

2.1. Temperaturas ambientales

Se obtienen los siguientes datos de las temperaturas medias ambientales mensuales del municipio durante un periodo de tiempo comprendido entre 2011-2014. Con estos datos se hace una media que se tomará como referencia para realizar los cálculos posteriores.

Tabla 4.-Temperaturas ambientales medias mensuales del año 2014

Año 2014

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temp. Med.(°C)	11.9	10.7	11.8	14.3	14.9	18.9	20.0	20.1	20.9	18.6	14.5	10.3

Temp. Mín.(°C)	3.4	3.3	4.8	6.5	7.2	10.4	13.5	11.2	11.7	10.0	1.0	0.0
Temp. Máx. (°C)	21.4	22	25.6	24.7	25.6	31.4	30.7	30.3	31.1	31.3	23.3	16.8

Tabla 5.- Temperaturas ambientales medias mensuales del año 2013

Año 2013

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temp. Med.(°C)	12.1	9.2	19.3	14.3	12.7	16.4	21.6	20.2	19.1	12.4	12.0	10.0
Temp. Mín.(°C)	4.4	7.1	17.5	4.3	5.5	10.0	14.3	13.9	12.1	5.9	2.5	1.4
Temp. Máx. (°C)	27.2	11.1	20.9	25.4	25.5	26.8	36.4	31.0	32.6	21.4	24.2	20.0

Tabla 6.- Temperaturas ambientales medias mensuales del año 2012

Año 2012

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temp. Med.(°C)	9.2	7.5	12.0	11.3	17.1	18.5	19.2	21.2	19.0	11.7	12.4	13.4
Temp. Mín.(°C)	1.9	0.6	3.2	6.2	7.6	10.3	12.5	14.5	10.1	5.8	4.2	6.5
Temp. Máx. (°C)	16.6	18.8	26.6	18.4	34.5	35.6	31.4	30.5	30.9	19.6	24.0	23.0

Tabla 7.- Temperaturas ambientales medias mensuales del año 2011

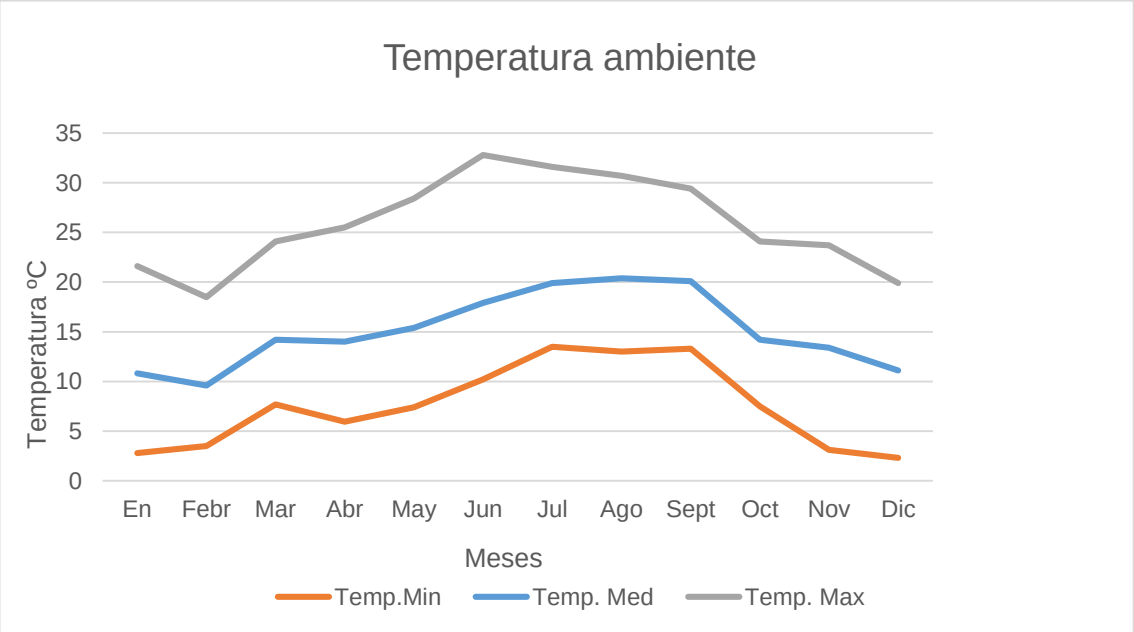
Año 2011

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temp. Med.(°C)	10.2	11.0	13.6	16.2	17.1	18	18.9	20.1	21.3	14.3	14.9	10.9
Temp. Mín.(°C)	1.5	3.2	5.2	6.8	9.4	10.3	13.7	12.3	19.2	8.2	4.6	1.3
Temp. Máx. (°C)	21.1	22.2	23.3	33.5	27.9	37.4	28.0	31.1	22.9	24.2	23.3	19.8

Tabla 8.-Temperaturas ambientales medias mensuales de un año tipo

Media

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temp. Med.(°C)	10.8	9.6	14.2	14.0	15.4	17.9	19.9	20.4	20.1	14.2	13.4	11.1
Temp. Mín.(°C)	2.8	3.5	7.7	5.95	7.4	10.2	13.5	13.0	13.3	7.5	3.1	2.3
Temp. Máx. (°C)	21.6	18.5	24.1	25.5	28.4	32.8	31.6	30.7	29.4	24.1	23.7	19.9



Como se puede observar en el gráfico, en el municipio a estudiar, la temperatura media más alta tiene lugar en el mes de agosto, ésta no supera los 22°C, dato reseñable para la clasificación climática de Köppen. Mientras que la temperatura más baja se da en febrero.

2.2. Humedad

Se entiende por humedad la cantidad de vapor de agua que está presente en el aire. Es un factor a tener en cuenta, y depende en gran medida de la temperatura. A continuación de recogen los datos de 2011 hasta 2014 del municipio.

Tabla 9.- Humedad media mensual del año 2014

Año 2014

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Hum. Med.(%)	72	61	72	75	72	75	79	76	73	73	69	81
Hum. Mín.(%)	26	18	2	34	34	3	39	35	28	28	39	0
Hum. Máx. (%)	100	100	100	100	98	98	98	98	98	98	98	100

Tabla 10.- Humedad media mensual del año 2013

Año 2013

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Hum. Med.(%)	67	64	42	79	86	84	82	80	80	72	81	70
Hum. Mín.(%)	41	19	37	41	52	49	34	43	10	12	15	4
Hum. Máx. (%)	100	76	48	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 11.- Humedad media mensual del año 2012

Año 2012

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Hum. Med.(%)	74	55	53	55	35	49	56	50	52	41	21	26
Hum. Mín.(%)	19	16	12	15	11	11	11	11	11	16	16	13
Hum. Máx. (%)	100	100	100	97	95	96	100	95	97	89	57	77

Tabla 12.- Humedad media mensual del año 2011

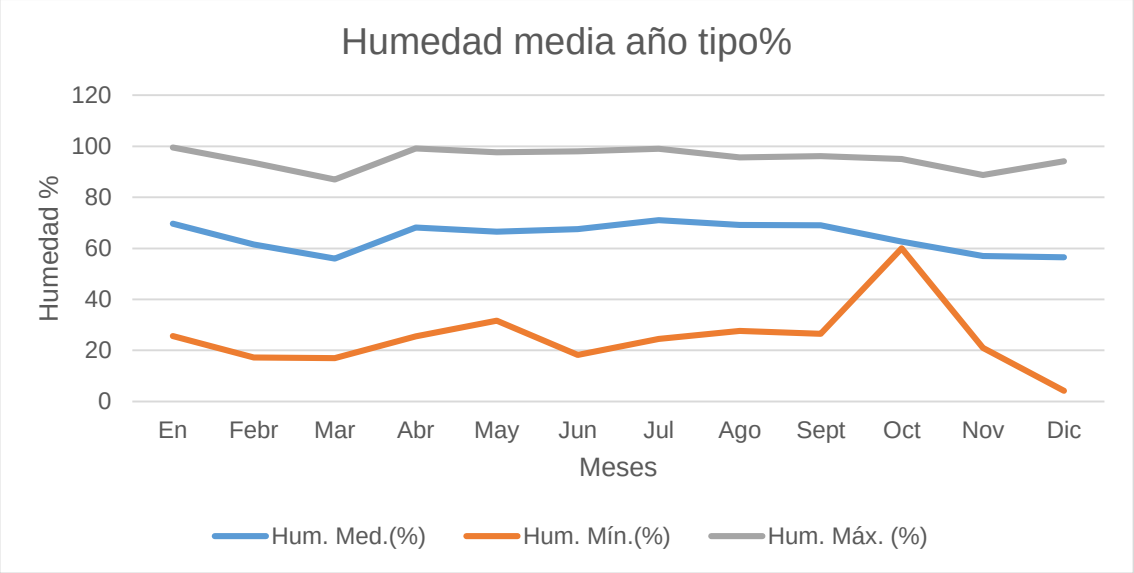
Año 2011

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Hum. Med.(%)	66	66	57	64	73	62	67	71	71	65	57	49
Hum. Mín.(%)	17	16	17	12	30	10	14	22	57	22	14	0
Hum. Máx. (%)	98	98	100	100	98	98	98	98	90	93	100	100

Tabla 13.- Humedad media mensual

Año tipo

Meses	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Hum. Med.(%)	69.7	61.5	56	68.2	66.5	67.5	71	69.2	69	62.7	57	56.5
Hum. Mín.(%)	25.7	17.2	17	25.5	31.7	18.2	24.5	27.7	26.5	78	21	4.2
Hum. Máx. (%)	99.5	93.5	87	99.2	97.7	98	99	95.7	96.2	95	88.7	94.2



Como se puede observar en el gráfico, la humedad media no varía mucho de unos meses a otros, moviéndose entre los valores de 56% y 71%.

2.3. Velocidad y dirección del viento

Por último se debe conocer la velocidad del viento y la dirección de la misma pues de ella depende el diseño de los contrapesos de los paneles para que estos no sufran daños en rachas de viento fuerte. Las velocidades vienen representadas en km/h.

Tabla 14.-Velocidades media y máxima del viento en el año 2011

Velocidades año 2011

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	7.8	8.5	8.6	8.6	6.7	5.4	6.5	4.7	4.5	4.4	6.8	5.7
Máxima	51.8	64.8	48.1	57.4	51.8	46.3	51.8	64.8	44.4	46.3	70.3	75.9

Tabla 15.-Dirección velocidades media y máxima del viento en el año 2011

Dirección Velocidades año 2011

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	S-SO	O-SO	S	N	NE	N-NE	N	N-NE	N	NO	SO	O
Máxima	SO	SO	S-SO	S-SO	N-NO	N-NO	N-NO	N-NO	N	N	S-SO	N-NO

Tabla 16.- Velocidades media y máxima del viento en el año 2012

Velocidades año 2012

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	3.5	4.9	4.7	6.8	6.7	5.2	4.5	4.7	4.5	5	6.5	7
Máxima	35.2	59.2	53.7	70.3	48.1	62.9	42.6	46.3	50	38.9	64.8	70.3

Tabla 17.- Dirección velocidades media y máxima del viento en el año 2012

Dirección Velocidades año 2012

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	O-SO	NE	E-NE	N-NO	SO	N	N	NE	NE	S-SE	O	SO
Máxima	NE	N-NE	N-NE	N-NO	S-SO	N	N-NO	N-NO	SO	E-NE	S-SO	S

Tabla 18.-Velocidades media y máxima del viento en el año 2013

Velocidades año 2013

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	8.2	3.9	10.5	4.8	5.4	3.6	2.6	3.7	3.3	3.5	4.6	3.4
Máxima	79.6	13	31.5	50	50	49.8	27.8	33.3	40.7	38.9	55.5	50

Tabla 19.-Dirección velocidades media y máxima del viento en el año 2013

Dirección Velocidades año 2013

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	O-SO	E	S	N	N-NO	N	N	N	N-NO	O-SO	N-NO	O-SO
Máxima	N-NO	NE	S	N	N	N-NO	N-NE	N-NO	SO	N	N-NO	S-SO

Tabla 20.-Velocidades media y máxima del viento en el año 2014

Velocidades año 2014

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	6.5	7.1	6.1	4.2	4.5	4.1	3.8	3.3	3.5	3.2	5.5	4.2
Máxima	85.1	74	79.6	51.8	53.7	61.1	40.7	48.1	42.6	46.3	62.9	50

Tabla 21.- Dirección velocidades media y máxima del viento en el año 2014

Dirección Velocidades año 2014

	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	O	O	NO	N-NO	N-NO	N	N	N	O-SO	SO	O-SO	N-NO
Máxima	N-NO	SO	N-NO	S-SO	SO	N	N-NE	N	SO	S-SO	S	NO

Tabla 22.- Media de velocidades que se tomarán como las del año de referencia

Media velocidades para año tipo

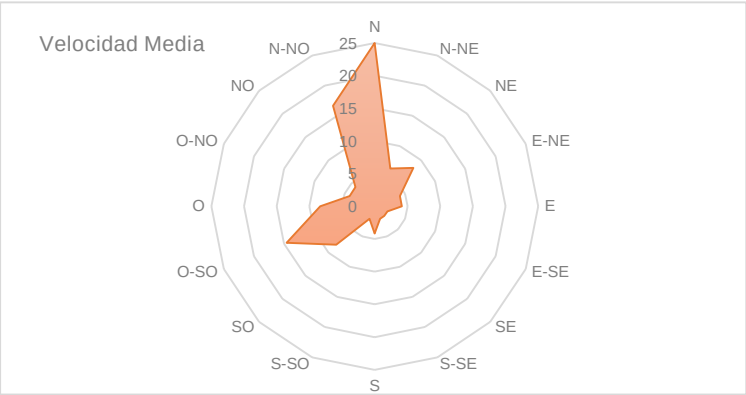
	En	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Media	6.5	6.1	7.5	6.1	5.8	4.6	4.3	4.1	3.9	4	5.8	5.1
Máxima	62.9	52.7	53.2	57.4	50.9	55	40.7	48.1	44.4	42.6	63.4	61.5

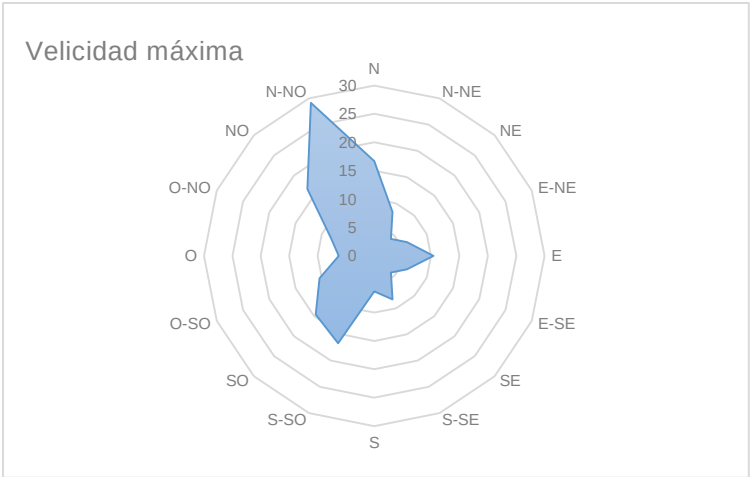
Para mostrar de forma más visual la dirección del viento se va a realizar una rosa de los vientos para las velocidades medias y otra para las velocidades máximas y así podrá ver la dirección predominante del viento. Para ello se representará el % de veces que se da cada dirección.

- Se cuenta el número de veces que se repite cada dirección dentro de los años que se han estudiado.
- Se divide entre el total de muestras tomadas, que en este caso es 48 (12·4).
- Se multiplica por 100 para obtener el porcentaje.

	Número de veces (media)	*%*	*Número de veces (máxima)*	*%*
N	12	25	8	16.667
N-NE	2	4.167	4	8.333
NE	4	8.333	2	4.167
E-NE	1	2.083	1	2.083
E	1	2.083	0	0
E-SE	0	0	0	0
SE	0	0	0	0
S-SE	1	2.083	0	0
S	2	4.167	3	6.25
S-SO	1	2.083	8	16.667
SO	4	8.333	7	14.583

O-SO	7	14.583	0	0
O	4	8.333	0	0
O-NO	0	0	0	0
NO	2	4.167	1	2.083
N-NO	7	14.583	14	29.167
SUMATORIO	48	100	48	100





Se ve que en la velocidad media, predomina la dirección Norte con un 25% de probabilidad, seguida por N-NO y O-SO con un 14’6% cada una de frecuencia de aparición. También se pueden destacar las direcciones NE, SO y O con un porcentaje del 8’3%.

En cuanto a la velocidad máxima alcanzada (racha máxima) predomina la N-NO con casi un 30% de frecuencia. Se pueden destacar las direcciones S-SO y N con un 16’7% muy seguidas de SO con un 14’6%.

2.4. Nieves

Se ha realizado una serie estadística mensual, utilizando como base los datos obtenidos en AEMET, para los años 1981-2010. Con ella se obtiene el número medio de días de nieve:

	En	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Agos*	*Sept*	*Oct*	*Nov*	*Dic*
DIAS	0'4	0'3	0'1	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'1

2.5. Heladas

Se procede a realizar el mismo proceso que anteriormente de forma que se obtiene el número medio de días de heladas mensuales entre los años 1981 y 2010

	En	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Agos*	*Sept*	*Oct*	*Nov*	*Dic*
DIAS	2'1	1'2	0'4	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'0	0'4	2'0

3. Flora y fauna

3.1. Flora General

Basándose en la afirmación de Salvador Rivas Martínez en 1987 se entiende como vegetación Potencial "la comunidad estable que existiría en un área dada cono consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre dejase de influir y alterar los ecosistemas vegetales", de esta suposición se puede destacar como vegetación potencial:

- Roble cagiga
- Avellanos
- Abedules

Conviviendo con una especie foránea de gran importancia en la comarca como es el Eucalipto.

Descripción de las especies

Roble cagiga (Quercus robur L. y Quercus petraea (Matt.) Liebl.):
Familia: Fagáceas

Descripción:

Son árboles robustos, que puede superar los 40 metros de altura, con tronco corto y muy grueso. Su hoja es simple, grande y lobulada.

Su distribución geográfica se centra en la zona atlántica, en climas húmedos sobre todo en verano, por lo que encuentra su óptimo en esta región, es la más común en Cantabria.

El nombre genérico, Quercus, deriva del céltico quercuez: "árbol bello", también se le conoce con el nombre de cagiga.

Su madera al ser dura y resistente es una de las más apreciadas con aplicaciones destacables en la ebanistería y construcción.

Son varios los ejemplares notables que se conservan desde hace mucho tiempo. El de mayor tamaño registrado fue un roble de 15 metros de perímetro en la cepa probablemente milenario. Hasta finales de los años 80 permaneció en pie, con su tronco totalmente hueco.

Abedul (Betula pendula Roth.):
Familia: Betuláceas

Descripción:

Se trata de un árbol de hoja caduca capaz de alcanzar los 30 metros. Su característica principal es su corteza blanca. En muy pocas ocasiones llega a ser de una gran envergadura sin embargo sus ramas con tendencia a ser colgantes le dan un gran valor estético. Es común en gran parte de Europa y mitad norte de España, aunque en Cantabria sólo encontramos de forma silvestre otra especie muy similar (B. alba) sobre todo en zonas altas de montaña.

Su nombre procede de la denominación céltica de la especie: betu.

La savia y las hojas tradicionalmente se han utilizado para afecciones renales por sus propiedades diuréticas.

Avellano (Corylus Avellana L. Corylus memorabilis):
Familia: Betulaceae

Descripción:

Se trata de un arbusto o pequeño árbol caducifolio de hasta 8m de altura, en el que predominan los numerosos hijuelos a modo de varas rectas desde la raíz a los tallos. La corteza es lisa, parda rojiza, y con el tiempo se agrieta y vuelve color ceniza.

Posee unas hojas de 5 a 10 cm, con forma entre suborbiculares y anchamente ovaladas.

Los frutos, las avellanas, son aquenios, agrupados y rodeados por una envuelta con bordes laciniados.

Su hábitat son zonas de sombra en los que halla gran cantidad de agua. Su origen es Europa y el Oeste de Asia. En la península ibérica es frecuente en la parte norte.

Eucalipto (Eucalyptus globulusLabill.):
Familia: Mirtáceas

Descripción:

Se trata de un árbol de gran tamaño que puede superar los 50 metros de altura manteniendo las hojas todo el año, siendo el más alto del que se tiene constancia de 130 m. El tronco puede llegar a ser muy grueso y se caracteriza por la tendencia a la torsión espiral y por las tiras de corteza que desprende. Procede de Tasmania y Australia, de crecimiento rápido y capacidad de adaptación a distintos suelos.

En Cantabria fue introducida por D. Marcelino Sáenz de Sautuola a finales del siglo XIX. En el siglo XX las plantaciones de esta especie experimentaron una tremenda expansión por toda la Cornisa Cantábrica hasta altitudes de 300 a 500 metros. En nuestra región son ya más de 30.000 hectáreas.

Sus hojas son muy diferentes según se trate de individuos jóvenes (hasta los tres años) o adultos. En los jóvenes se disponen de forma opuesta y son anchas, aovadas y de color glauco, mientras que en las adultas son estrechas, largas, en forma de hoz, más coriáceas y de color verde oscuro.

En cuanto a la vegetación repoblada, La Viesca cuenta con unas 17 especies arbóreas, siendo la más abundante la robinia o falsa acacia. Además de ésta, figuran robles, olmos, fresnos, avellanos, hayas, sauces, mimosas...; arbustos como sauco, laurel y zarza; al menos diez tipos de helechos y diversas herbáceas, entre ellas, juncos, espadañas, gallos y aros; y especies asilvestradas como la reinutria y la verbena argentina.

3.2. Fauna General

Es destacable la localización de buitres leonados en la parte alta de la sierra, donde también se puede contemplar en la época estival otra gran rapaz: el águila culebrera.

El parque de La Viesca es una zona especialmente rica en fauna. En él se puede encontrar la garza real o el ánade real. También es frecuente la existencia de pájaros como petirrojos, mirlos, carboneros, herrerillos comunes y el mirlo acuático, que se alimenta de invertebrados que viven en el agua.

Entre los anfibios se pueden encontrar las ranas verdes, más frecuentes en la época primaveral.

Descripción de las especies

Buitre leonado (Gyps fulvus)
Familia: Accipitridae

Descripción:

El buitre leonado es una especie de ave accipitriforme. Es una de las mayores rapaces que puede encontrarse en la península ibérica, superando en envergadura (hasta 260 cm) incluso al águila real, con un peso de hasta 10 kg. Las plumas son de color ocre o canelo en la mayor parte del cuerpo (dorso, zona ventral y mitad anterior de las alas), siendo este el motivo de su apelativo "leonado". Estas plumas leonadas, se tornan marrón oscuro o negro en las rectrices de la cola y extremo de las rémiges. La base del cuello está rodeada por filoplumas blancas a modo de gorguera.

Su pico en forma de gancho, es pardo grisáceo en la base y amarillento pálido en los lados. Los tarsos y dedos son grises y grandes, aunque mucho más débiles que los de otras grandes rapaces, siendo las uñas cortas y romas. Esta circunstancia, a la que hay que añadir especialmente el gran peso y lentitud

de estas aves, hace que sea prácticamente imposible que los buitres den caza o maten a otros animales, como sí hace el resto de las rapaces.

El águila culebrera (Circaetus gallicus)
Familia: Accipitridae

Descripción:

También se conoce como la culebrera europea es una especie de ave accipitriforme. Es una rapaz especializada en la caza de serpientes y otros reptiles. Es una rapaz grande, de entre 62 y 70 cm de longitud, y 166-188 cm de envergadura, siendo los machos más pequeños que las hembras. Posee un color pardo en el dorso y blanco con barras oscuras de las partes inferiores. Las alas son largas y anchas. Presenta cabeza ancha con capuchón oscuro hasta el pecho. Los ojos tienen iris amarillo, y su disposición es más frontal que en otras rapaces diurnas.

4. Conclusiones

- *La zona a estudiar tiene un clima según Köppen Cfb, con una variación de temperaturas suave y elevadas precipitaciones repartidas de forma regular a lo largo de todo el año.*
    - Tª media del mes más frio está entre -3°C y 18°C
    - Tª media del mes más cálido es inferior a 22°C
    - Predomina la dirección Norte con un 25% de probabilidad
- *Presenta una vegetación arbustiva, junto con eucaliptales, no afectando al desarrollo del proyecto en el ámbito ambiental, solo será necesario restaurar las zonas de emboquille.*
- *La fauna existente en la zona en la que se va a proyectar se compone de pequeños insectos y mamíferos domésticos de pequeño tamaño como perros y gatos, sin presencia de nidos de aves, ni presencia de animales protegidos.*

ANEJO Nº5

"Cartografía y Topografía"

INDICE

1. **Introducción**
2. **Cartografía existente**
3. **Modelado 3D de la zona a proyectar**
4. **Instrumental utilizado**
5. **Conclusiones**

1. Introducción

El objeto de los trabajos que se han realizado ha sido la elaboración de una serie de datos, cuyo fin consiste en posibilitar la implantación en el terreno de los trabajos a proyectar. Para obtener estos datos se ha utilizado la cartografía regional de la Comunidad Autónoma de Cantabria en formato digital DGN (Archivo utilizado generalmente por el programa de diseño MicroStation) a escala 1:5000 de la zona en la cual ira ubicado el túnel a proyectar.

2. Cartografía existente

La presente obra no es convencional en el ámbito cartográfico debido a ser una obra situada bajo la superficie del terreno, por lo que no es de vital importancia en el ámbito de la topografia, por eso no es necesaria una cartografía integral de la zona a Proyectar.

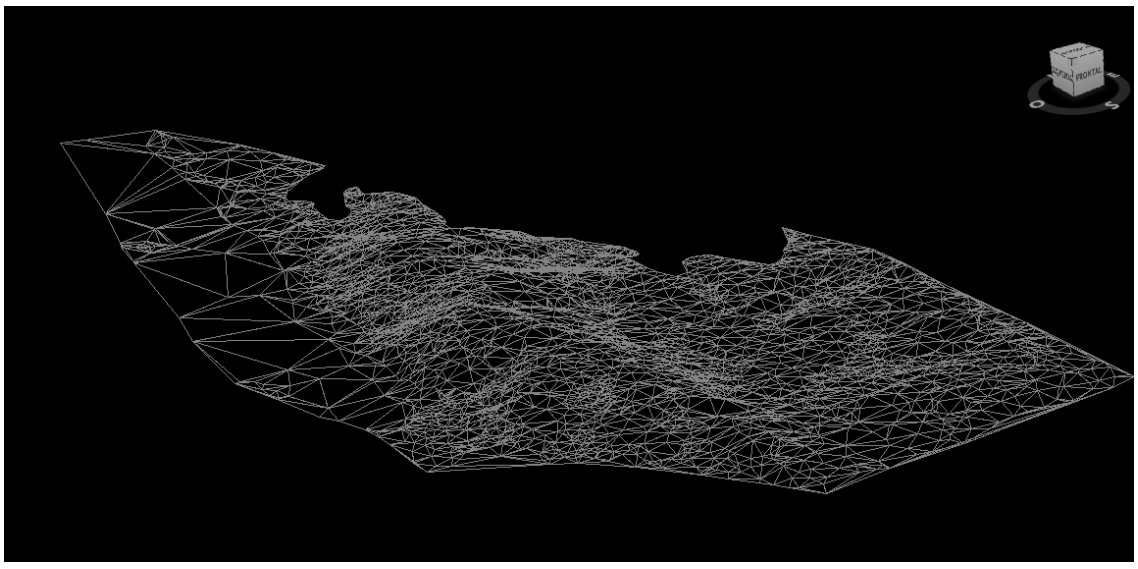
Será necesaria la cartografía de las bocas de entrada y de salida de los dos túneles, lugar en las que posteriormente se colocaran los emboquilles de los mismos, con lo que se muestran así las zonas colindantes de los mismos que serán necesarios conocer, para realizar las diversas operaciones en las mismas como el drenaje superficial o la reparación del terreno afectado durante la construcción.

La cartografía disponible de la zona a proyectar, ya existe, siendo adecuada para lo que se pretende realizar en las zonas de emboquille de los túneles.

Dicha cartografía de la zona pertenece al Gobierno Regional de Cantabria y tiene las siguientes características:

- Escala 1/5000
- Equidistancia: 5m
- Proyección U.T.M.

3. Modelado 3D de la zona a proyectar



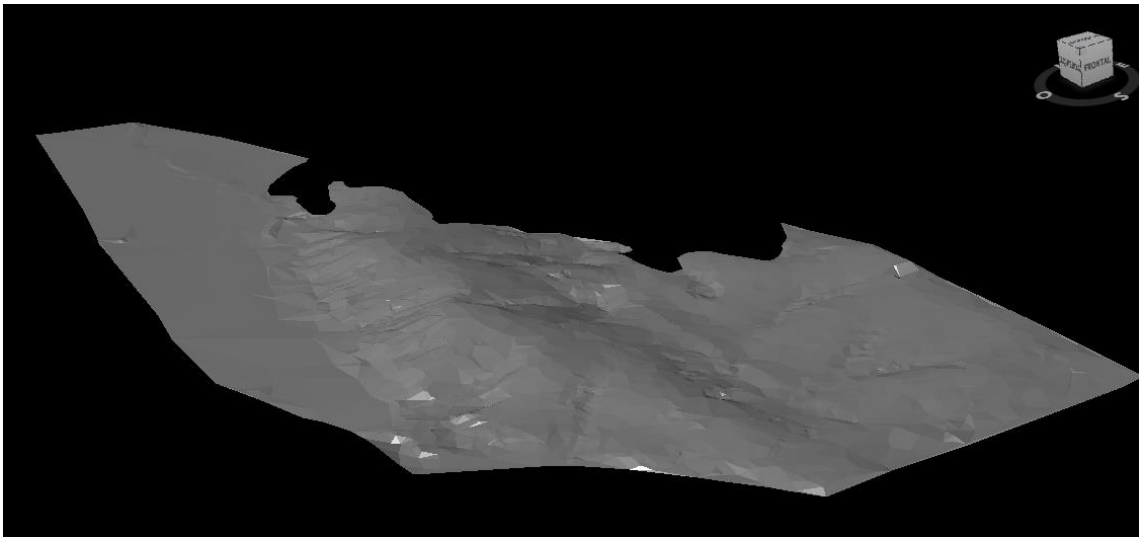


Ilustración 1 Modelado 3D de la zona a Proyectar mediante AutoCAD Civil 3D 2015

Para la realización de un modelado 3D del terreno a proyectar, en primer lugar se importa la información del archivo DGN, archivo de lectura de MicroStation, al programa de modelado 3D "AutoCAD Civil 3D 2015". Se creara una superficie a partir de los datos obtenidos de las curvas de nivel existentes, dotándolas de una equidistancia de 5 metros como se muestra en la imagen:

Una vez se obtenga la superficie se procederá a la realización del trazado a proyectar sobre la superficie creada.

Para la obtención de puntos de la cartografía en AutoCAD Civil 3D, se procederá a la generación de una lista virtual mediante el comando "LIST" y la selección de la zona como se muestra en la imagen:

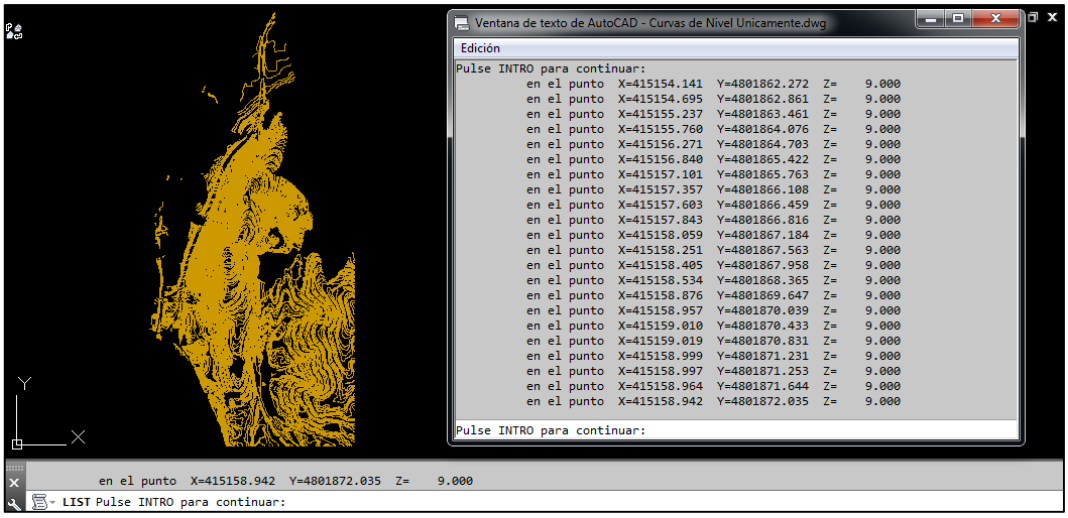


Ilustración 2 Obtención de tabla de coordenadas de los puntos cartográficos

4. Instrumental utilizado

Para la realización del trabajo de modelado tridimensional se han utilizado el siguiente sistema informático:

- Ordenador HP Pavilion
  - Intel® Core™ i5-4460
  - 16GB RAM
  - 576 GB Disco Duro
- Programa de tratamiento de datos:
  - AutoCAD Civil 3D 2015

5. Conclusiones

- *Del presente anejo cabe destacar, que el principal objetivo se ha conseguido, es decir, se cuenta con una cartografía fiable, para proceder a la realización del presente proyecto, que cumple con las condiciones técnicas siguientes:*
  - *Presenta un soporte digital (DWG), con el cual se puede modelar en AutoCAD Civil 3D 2015*
  - *Escala 1/5000*
  - *Proyección U.T.M.*
  - *Equidistancia de las curvas de nivel 5 metros*

ANEJO Nº6

"Geología, Edafología"

INDICE

1. **Geología**
   - **1.1. Introducción**
   - **1.2. Estratigrafía general**
   - **1.3. Estratigrafía detallada de la zona proyectar**
     - **1.3.1. Triásico**
     - **1.3.2. Cretácico**
     - **1.3.3. Cuaternario**
   - **1.4. Descripción de las principales estructuras**
   - **1.5. Perfil geológico**
2. **Edafología**
   - **2.1. Edafología general**
   - **2.2. Edafología detallada de la zona a proyectar**
3. **Conclusiones**

1. Geología

Se procede al estudio geológico encargado de la descripción de los materiales en forma de estratos de la zona a estudiar y de su mecanismo de formación y las alteraciones que estas materias han experimentado desde su origen y en el actual estado.

1.1. Introducción

El estudio geológico, tanto el general como de la zona del proyecto, está basado en la hoja 34 del mapa geológico de España escala 1:50.000 del instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.).

La zona de estudio general se sitúa en el extremo occidental de la Cuenca Cantábrica. El tercio septentrional está cubierto por el mar Cantábrico. El área ocupada por tierra firme se caracteriza por la existencia de un relieve suave y alomado, con cotas máximas del orden de los 300 m. Afloran en el área sedimentos del Triásico, pertenecientes al Keuper, que siempre se presentan en forma diapírica (Polanco, Miengo, Parbayón, Santander y Punta Calderón); los afloramientos del jurásico están siempre relacionados con los diapiros antes citados. También se encuentran materiales del Valangeniense Superior al Barremiense en facies Weald del Aptiense y del Albiense.

En la zona el Cretacico Superior está bien representado y, aunque en las monótonas series margosas del Turoniense-Campaniense es difícil hacer divisiones cartográficas, se pueden reconocer sedimentos del Cenomaniense, Turniense y Coniaciense, afectados por lagunas estratificas, así como otros del Campaniense, Santoniense y Maastrichtiense. El Paleoceno y Eoceno afloran exclusivamente en el extremo nororiental de la región estudiada. El Cuaternario aparece en menor medida como material heterogéneo en cuanto a su naturaleza.

La disposición tectónica de la región es sencilla, predominando estructuras de plegamientos de dirección O-SO y E-NE, entre las que destaca el Sinclinal de Santillana-San Román. Destacan los diapiros emplazados a favor de las grandes fallas (Polanco), que a su vez provocan la aparición de redes de fracturación en los alrededores de los mismos.

En el sentido de la geología económica se destaca históricamente la explotación de la mina de Reocín, que se aprovechaba la blenda, marcasita y galena. Dolomías del Gargasiense de los alrededores de Torrelavega. También destacan la importancia de las antiguas explotaciones de minerales férreos existentes en Villaescusa (Orconera) y Camargo, mineralizaciones constituyentes de las dolomías gargasienses. Destaca la Empresa Solvay por el aprovechamiento de gran cantidad de al gema en el diapiro de Polanco.

Destacar a su vez las canteras de caliza de Toucasia en los términos municipales de Camargo y Piélagos. Calizas explotadas en bloques, que posteriormente se cortaban y pulían, consiguiendo el denominado Mármol de Escobedo. También las calizas para áridos se aprovechaban y las arcillas para la fabricación de ladrillos.

1.2. Estratigrafía

En la zona a estudiar afloran materiales perteneciente al Triasico, Jurasico, Cretacico, Pleoceno, Eoceno y Cuaternario.

El triásico está representado por materiales arcillosos con yesos y cal del Keuper que afloran de forma diapírica.

Del Jurásico afloran sedimentos calizo-Dolomíticos del Hettansiense-Sinemuriense Inferior al norte de Miengo, y en forma de bloques aparecen series calcáreo-margosas del Sinemuniense Superior-Toarciense.

El Cretacico ocupa una amplia extensión constituido por limolitas y areniscas. Aparece con facies Peculiares (calizas pisoliticas y arcillas) y con reducido espesor en las proximidades de Cuchia (ría de Suances).

El Paleoceno y Eoceno aparecen exclusivamente en el nucleo del sinclinal de Santillana-San Román, en los alrededores de Soto de la Marina al NE de la zona de estudio. Se trata de materiales fundamentalmente calizo-dolomíticos arenosos, en los que se puede reconocer el Daniense, Montiense, Thanetiense, Ilerdiense y Cuisiense.

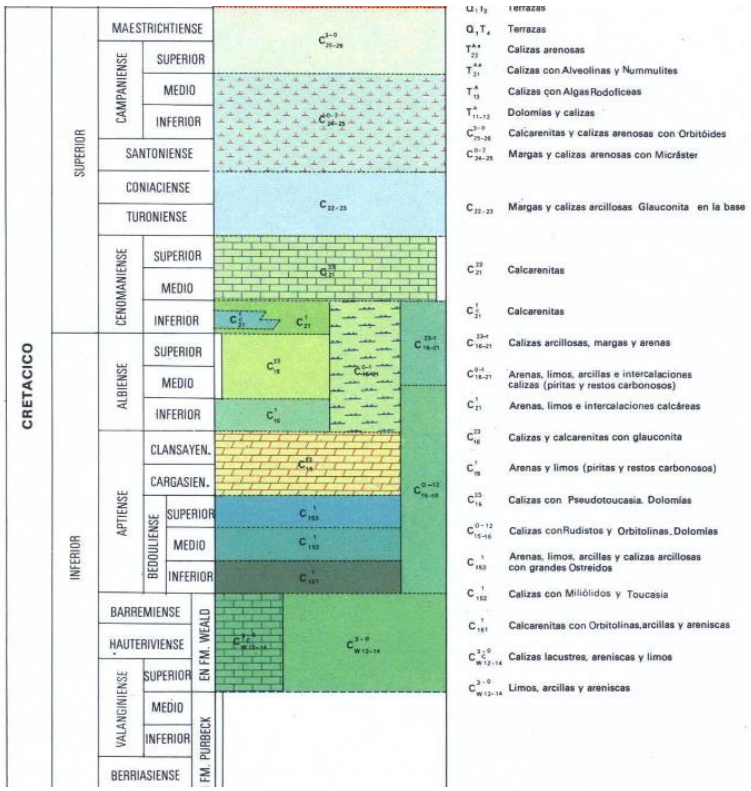
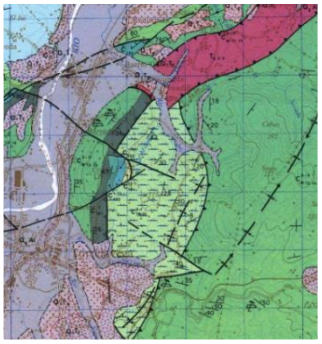


Ilustración 1 Leyenda Estratigráfica de la Zona, IGME



1.3. Estratigrafía detallada de la zona a proyectar

Para obtener más detalle se describen las zonas afectadas en la realización del presente proyecto mediante la descripción detallada de los estratos geológicos afectados.Las principales zonas geológicas representativas en la zona a proyectar se centran en 3 etapas geológicas diferenciadas:

- Triásico
  - *Keuper (T_{G23})*
- Cretacico
  - *Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barreniense en facies Weald (C_{w12-14}^{3-0})*
  - *Aptiense (C_{151}^{1} ; C_{152}^{1} ; C_{153}^{1} ; C_{15}^{23})*
  - *Albiense-Cenomaniense Inferior (C_{16-21}^{0-1})*
- Cuaternario
  - *Terrazas y aluviales (Q_1T_2, Q_1T_3, Q_1T_4, Q_2Al)*

Ilustración 2 Ampliación Zona Geológica de detalle

1.3.1. Triásico

Keuper (T_{G23})

Los afloramientos pertenecientes al Keuper se localizan en la zona diapirica de Polanco.
El Keuper (T_{G23}) está constituido por arcillas plásticas, de tonos abigarrados, con intercalaciones de yesos variolados (Negros, blancos o rojos) y sal en profundidad (Polanco). Localmente pueden presentar masas o bloques de materiales de formaciones más modernas, principalmente "carniolas" o dolomías del Lías inferior que, por situarse caóticamente sobre los materiales plásticos del Keuper, así como por su reducida extensión, no pueden separarse en la cartografía de este último.

Dado el carácter acusadamente diapírico de esta unidad, su potencial real no puede estimarse.
Faltan regionalmente los sedimentos carbonatados Muschelkalk, por lo que se incluye a la parte superior de éste en la facies Keuper, lo que da lugar a la notación empleada (T_{G23}).

1.3.2. Cretácico

Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barreniense en facies Weald (C_{w12-14}^{3-0})

Está definida por una alternancia de arcillas limoliticas rojozas y limos, presentando intercalaciones de areniscas micáceas y ferruginusas de grano medio a fino, de tonos blanquecinos a rojizo (C_{w12-14}^{3-0}). Es una serie normalmente azoica, que excepcionalmente contiene algunos oogonios de Charofitas referibles al género Clavator (columna de Riosapero). Generalmente se presenta muy cubierto, por lo que solamente se han podido levantar columnas parciales como la citada de Riosapero, en la que se han medido unos 210 metros, si bien la potencia real de la unidad debe ser del orden de los 550 metros.

Aptiense (C_{151}^{1} ; C_{152}^{1} ; C_{153}^{1} ; C_{15}^{23})

El tramo basal se asigna al Beduoliense inferior (C_{151}^{1}), y está representado en el muro por calizas bioclásticas grises estratificadas en capas de 0,5 a 1,5 metros (intrabiosparitas), con Palorbitolina lenticularis (BLUM.), Sabaudia minuta (HOFKER), Tritaxia sp. y Glomospira sp. El resto de la unidad son arcillas limolíticas con algunas intercalaciones de calizas o dolomías arcillosas y areniscas en la base. Los microfósiles más frecuentes en este tramo margoso o arcilloso son: Palorbitolina lenticularis (BLUM.), Choffatella decipiens, SCHULMB., Neocythere mertensi, OERTLI, Dolocytheridea cf. Intermedia, OERTLI, y Cythereis cf. büchlerae, OERTLI.

La segunda unidad separada se asigna al Bedouliense Medio (C_{152}^{1}) y está definida por calcarenitas y calizas grises (biomicritas), estratificadas en capas de 1 a 2 metros conteniendo: orbitolinopsis praesimplex, SCHROED., Parlobitolina lenticularis (BLUM.); Choffatella decipiens, SCHLUMB., Sabaudia Minuta (HOFKER), Quinqueloculina sp., y Rudistos (Toucasia). Localmente pueden presentarse parcialmente domilitizadas, como suele ocurrir en las zonas de intensa fracturación.

El tercer tramo cartográfico (C_{153}^{1}), por su carácter incoherente, se presenta generalmente cubierto. En la parte más alta del tramo de alternancias hay macrofósiles: Exogyra aquila (D´ORB.), Ammonites (Douvilleiceras), Braquiópodos, (Rynchonella, Terebratula), etc. La microfauna está constituida por Lagénidos (Lenticulina sp. Y Marginulina sp.) y Ostrácodos [Cytherella ovata (ROEMER), Dolocytheridea intermedia, OERTLI, y Cythereis büchlerae, OERTLI].

Finalmente, el Gargasiense-Clansayense (C_{15}^{23}), viene definido por un potente tramo de calizas y calcarenitas que, en algunos casos, se presentan intensamente dolomitizadas, aunque la dolomitizacion esté irregularmente distribuida. Son generalmente masivas, y en algunos niveles están estratificadas en bancos de 1 a 2 metros, siendo frecuentes los planos de estratificación ondulados. Generalmente son biomicritas o intrabiomicritas, y contienen Exogyra aquila (D´ORB) (en la base), y Pseudotoucasia santanderensis (H.DOUV.), además de la siguiente microfauna: Orbitolina (M.) texana texana (ROEMER), Everticyclammina greigi (HEMSON), Sabaudia minuta (HOFKER), Bacinella irregularis (RADOICIC), Pseudochoffatella cuvillieri (DELEFFRE), Orbitolina (M.) texana melendezi (RAMIREZ) (En el techo), Simplorbitolina manasi (CIRY y RAT) (En el techo).

Albiense-Cenomaniense Inferior (C_{16-21}^{0-1})

Esta unidad ha sido separada en las áreas donde el reducido espesor que presenta la calcarenita del Albiense Medio-Superior no permite la diferenciación cartográfica de los conjuntos terrígenos del Albiense Inferior y Cenomaniense Inferior. En la base suele estar constituido por calcarenitas con glauconita, siguiendo un conjunto más potente de areniscas amarillentas y blanquecinas, micáceas, con restos carbonosos y azufre, estratificadas en delgadas capas. Completa la unidad un nivel de arcillas grises y micáceas, con óxidos de hierro e intercalaciones arenosas y calcareníticas.

1.3.3. Cuaternario

(Q_1T_2, Q_1T_3, Q_1T_4, Q_2Al)

El Pleistoceno está representado por las terrazas existentes en los valles de los ríos Saja y Besaya. Se han diferenciado tres niveles situados a 40 metros (Q_1T_2) ,20 metros (Q_1T_3) y 3 metros (Q_1T_4) sobre el nivel actual de los citados ríos. Están constituidas normalmente por bolos y cantos de cuarzo y cuarcitas englobados en una matriz arenosa.

De los sedimentos correspondientes al Holoceno

Aluviones (Q_2Al). Están constituidos por gravas y bolos heterogéneos con matriz areno-arcillosa, en la que es frecuente la presencia de materia orgánica. Destacan los ríos Saja y Besaya.
Debe destacarse la existencia de numerosas cuevas de origen Kárstico desarrolladas sobre los materiales calizos existentes en la hoja, entre las que destaca la cueva de Altamira, implantada sobre

las calizas del Cenomaniense Superior y Medio, mundialmente conocida por sus pinturas rupestres. Los objetos líticos encontrados y las pinturas rupestres citadas corresponden a las culturas Solutrense y Magdaleniense (Paleolítico Superior) del Grupo Francocantábrico.

1.4. Descripción de las principales estructuras

La principal formación existente en la zona a proyectar, como posteriormente se explicara es una falla inversa, formada cuando el bloque de falla a lo largo del labio alto se desplaza en forma ascendente, a lo largo de una superficie de falla, respecto al labio bajo. Dicho movimiento puede producirse en zonas en las que la corteza terrestre se encuentra comprimida. Una falla de corrimiento, a veces denominada sobrecorrimiento si el desplazamiento es particularmente grande, es una falla inversa en la que el plano de falla exhibe un echado somero, habitualmente de mucho menos de 45º

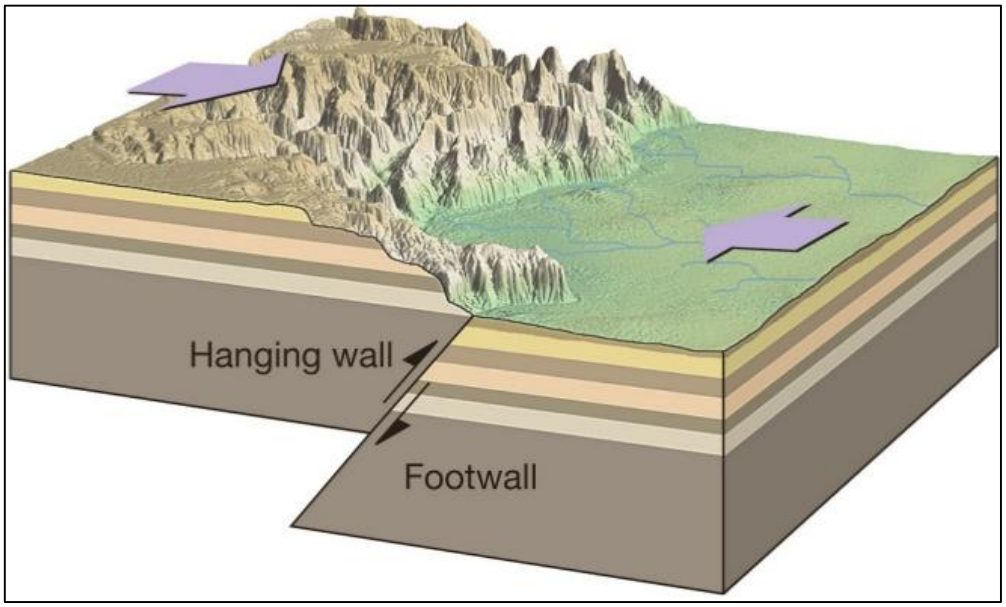


Ilustración 3 Modelo Falla inversa

Destacan la existencia de abundantes asomos diapíricos de facies Keuper que, por orden de importancia, son:

- *Diapiro de Polanco*
- *Diapiro de Parbayón*
- *Diapiro de Obregón*
- *Diapiro de Santander*
- *Diapiro de Miengo (Playa de Usgo)*
- *Diapiro de Punta Calderón*
- *Diapiro cubierto de Renedo*

Se trata de inyecciones salinas que se han realizado a favor de grandes fracturas o zonas de debilidad de dirección ENE-OSO y N-S.

Estas acumulaciones han sido móviles durante la deposición mesozoico-terciaria y han originado cambios patentes en la sedimentación.

La descripción se centrará en el diapiro de Polanco ya que es el único diapiro existente en la zona a proyectar.

Diapiro de Polanco

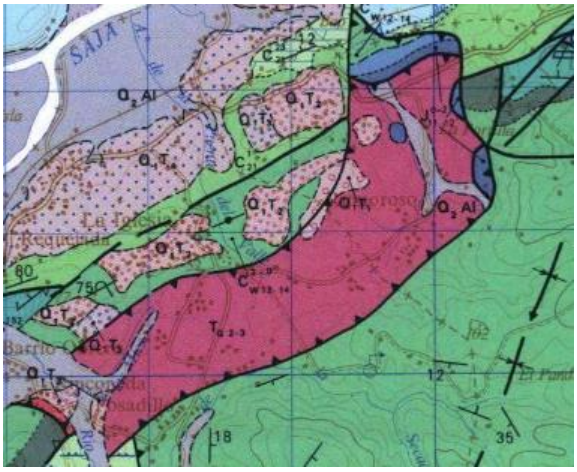
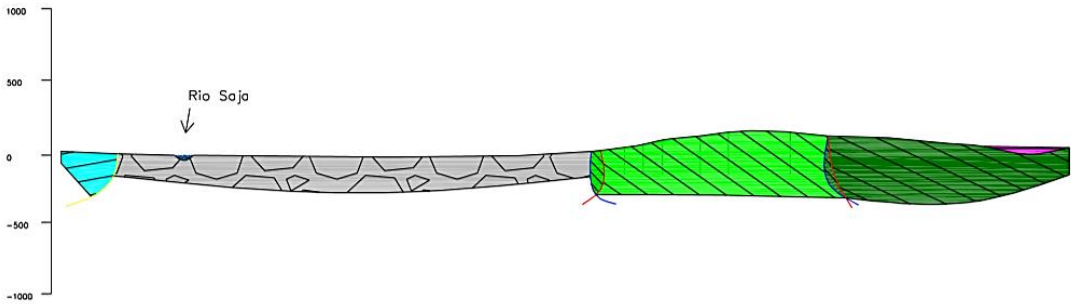


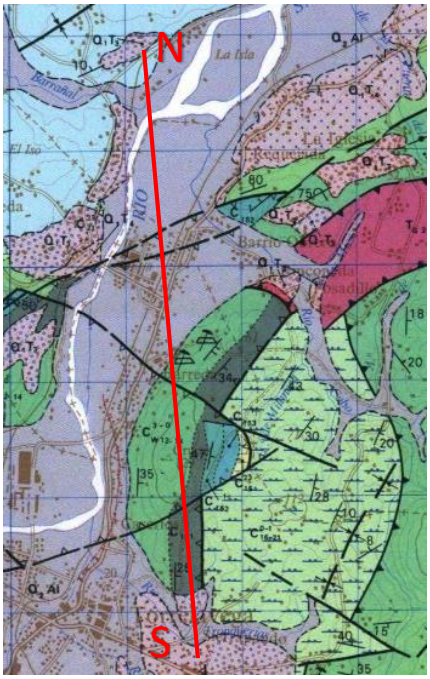
Ilustración 4 Detalle diapiro de Polanco

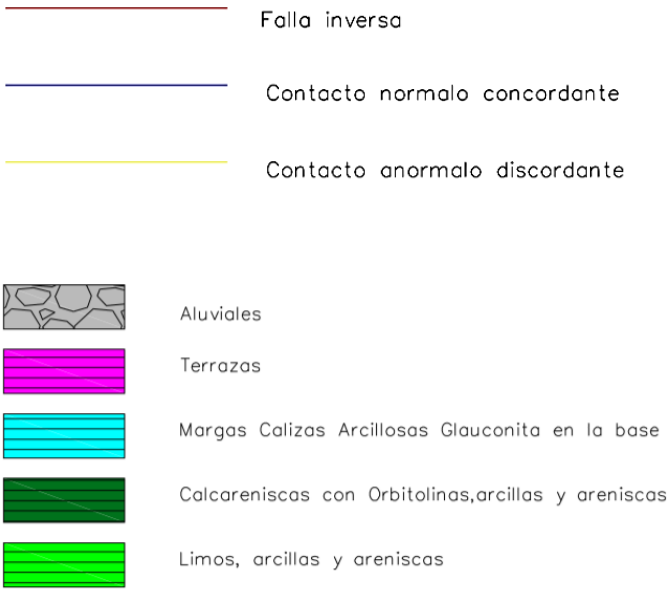
De orientación general ENE-OSO. Es quizá el más conocido, ya que las sales en él existentes han sido objeto de explotación por la empresa Solvay. Perfora materiales que van hasta el Turoniense. Son numerosas las inclusiones de bloques de sedimentos de Lías y no se ha observado la presencia de ofitas. Se prolonga hacia el SO bajo los sedimentos cuaternarios del rio Saja hasta Torrelavega (asomos de yesos en excavaciones para la construcción hechas en dicha localidad). Ha aflorado a partir de una gran zona de fractura que va desde Torrelavega hasta Santander. En su extremo más oriental toma orientaciones N-S y probablemente enlaza en Profundidad con el diapiro de Miengo.

1.5. Perfil geológico

Para conocer la posición de los estratos geológicos se realiza un perfil en dirección Norte-Sur en la zona a proyectar sacando la información de la hoja 34 del mapa geológico de España escala 1:50.000 del instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.).







2. Edafología

Se procede al estudio edafológico de la zona consistente en el estudio de la naturaleza y condiciones que presentan los suelos y la relación que estos mantienen con los seres vivos que viven sobre ellos.

2.1. Edafología general

Para la realizacion del estudio edafologico de la zona aproyectar se extraeran los datos informativos de la Hoja nº 34 del mapa edafologico de España desarrollado por la Dirección General de Desarrollo Rural Consejería de Ganadería, Agricultura y Pesca.

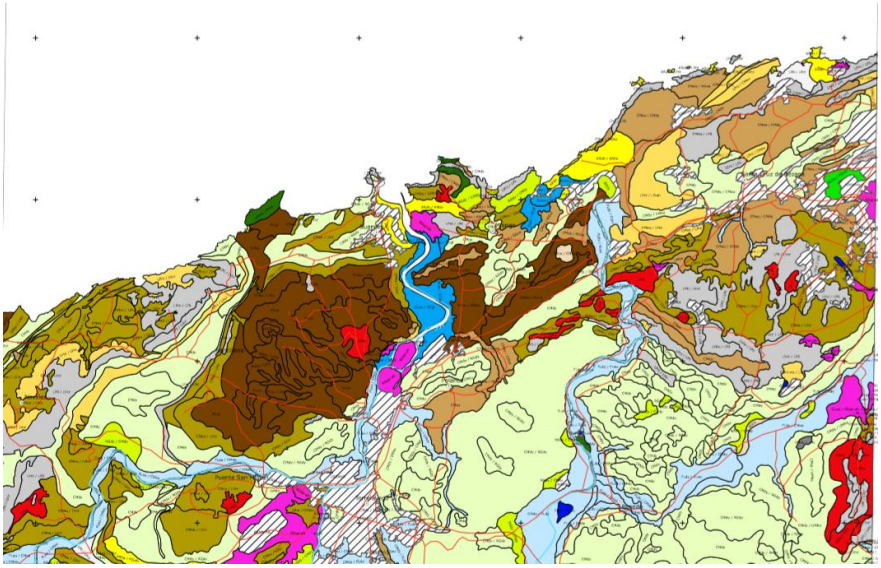


Ilustración 5 Leyenda Mapa Edafológico IGME

Ilustración 6 Tipos de Suelos existentes en la zona

Se agrupan los tipos de suelos individuales en 21 grandes grupos funcionales, que forman la leyenda de colores. Cada unidad cartográfica representa las asociaciones de los diferentes tipos de suelos expresadas en las etiquetas. El primer tipo de suelo de la etiqueta domina espacialmente la unidad cartográfica, ocupando entre el 50 y el 75 % del área total.

En este mapa de suelos 1:50.000 se representa gran parte de la variabilidad de los tipos de suelos existentes en Cantabria, para facilitar el uso práctico del mismo no se indican las posibles inclusiones de suelos, entendiendo por esto la presencia de otros suelos existentes en la unidad pero que no alcanzan el 10 % del área total.

2.2. Edafología detallada de la zona a proyectar.

Para obtener más detalle se describen las zonas afectadas en la realización del presente proyecto mediante la descripción detallada de los componentes edafológicos afectados.

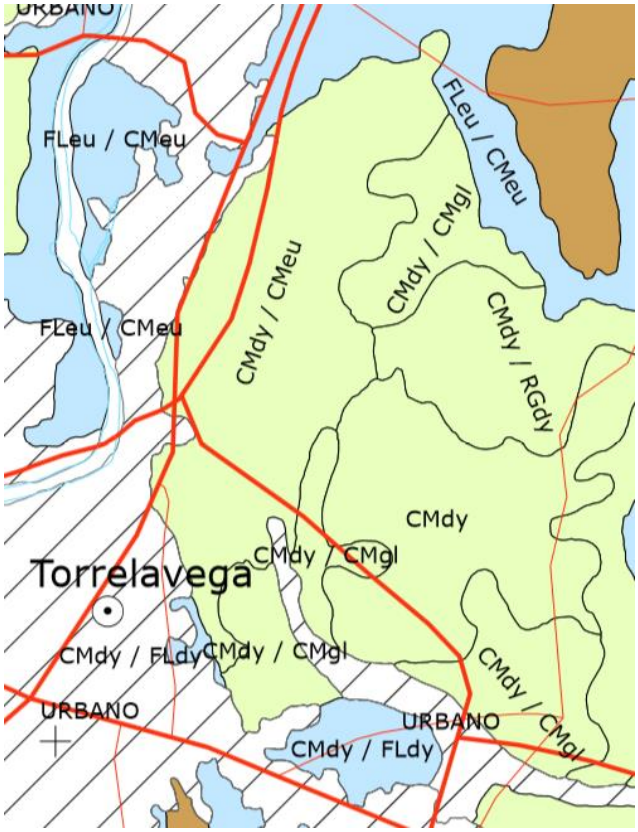


Ilustración 7 Zona a proyectar del mapa edafológico

La zona destinada a emplazar el estudio para la realización del presente proyecto presenta cuatro agrupaciones funcionales principales las cuales son:

- Suelos poco desarrollados sobre depósitos fluviales.
- Suelos evolucionados de carácter muy ácido.
- Suelos neutros o básicos de acumulación de materia orgánica en superficie.
- Áreas misceláneas (urbano, vías construidas, embalses...).

Se procede a la explicación detallada del tipo de suelo existente en cada agrupación fundamental nombradas previamente.

Suelo poco desarrollado sobre depósitos fluviales

Son suelos de origen fluvial, poco evolucionados aunque profundos. Presentes en las vegas de los ríos. Se incluyen dentro de los fluvisolescalcáricos y eútricos, antosoles áricos y cumúlicos, si la superficie presenta elevación por aporte antrópico, o si han sido sometidos a cultivo profundo. Los suelos aluviales son suelos con perfil poco desarrollado formados de materiales transportados por corrientes de agua, Sobre su superficie se ha acumulado algo de materia orgánica. Son suelos que tienen mala filtración y oscuros.

La zona de estudio presenta dos tipos de suelo representativos de este ámbito:

Fluvisol eútrico (FLeu): El material original está constituido por depósitos de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos.

Cambisol eútrico (CMeu): Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de rocas, destacando los depósitos de carácter eólico aluvial o coluvial.

Se aceptan tres modalidades:

- Endoéutrico. La saturación es del 50 % o mayor en la totalidad del suelo comprendido entre 50 cm y un metro.
- Hiperéutrico. La saturación entre 20 cm y un metro es del 80 % o superior.
- Ortiéutrico. La saturación es del 50 % o mayor entre 20 cm y un metro.

Suelos evolucionados de carácter muy ácido

Los suelos evolucionados tienen perfectamente formados los tres horizontes encontrando todo tipo de humus, además de independencia de la roca madre.

Los suelos ácidos contienen una cantidad considerable de cationes hidrógeno. La acidificación del suelo puede ser debida a causas naturales (materia original pobre en cationes básicos, lavado de calcio en regiones de clima lluvioso, etc.) o provocada por el hombre (incorporación de residuos o fertilizantes ácidos, lluvia ácida causada por ciertas industrias, etc.).

La zona de estudio presenta Cuatro tipos de suelo representativos de este ámbito:

Cambisol: Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial.

Cambisol districo (CMdy): Presentan una saturación en bases menor del 50 % en alguna parte situada entre 20 y 100 cm.

Se distinguen tres modalidades:

- Epidístrico. La saturación se presenta entre 20 y 50 cm.
- Hiperdístrico. La saturación se presenta en la totalidad del suelo comprendido entre 20 y 100 cm y en alguna parte, dentro del primer metro, es inferior al 20 %.
- Ortidístrico. La totalidad del suelo comprendido entre 20 y 100 cm presenta una saturación inferior al 50 %.

Cambisol eútrico (CMev):

Se aceptan tres modalidades:

- Endoéutrico. La saturación es del 50 % o mayor en la totalidad del suelo comprendido entre 50 cm y un metro.
- Hiperéutrico. La saturación entre 20 cm y un metro es del 80 % o superior.
- Ortiéutrico. La saturación es del 50 % o mayor entre 20 cm y un metro.

Cambisol gléyco (CMgl): Presentan una saturación de agua, salvo que esté drenado, por un tiempo suficiente para generar unas condiciones reductoras en el primer metro de suelo. Se distinguen dos modalidades:

- Endogleico. Las propiedades aparecen entre 50 y 100 cm.
- Epigleico. Las propiedades aparecen en los primeros 50 cm del suelo.

Regosol dístrico (RGdy): Los Regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas.

Presentan una saturación en bases menor del 50 % en alguna parte situada entre 20 y 100 cm.

Se distinguen tres modalidades:

- Epidístrico. La saturación se encuentra entre 20 y 50 cm.

- Hiperdístrico. La saturación se presenta en la totalidad del suelo comprendido entre 20 y 100 cm y en alguna parte, dentro del primer metro, es inferior al 20 %.
- Ortidístrico. La totalidad del suelo comprendido entre 20 y 100 cm presenta una saturación inferior al 50 %.

Suelos neutros o básicos de acumulación de materia orgánica en superficie

Son suelos formados por restos de seres vivos que dan lugar al humus o mantillo, que presenta un característico color oscuro. El humus es el producto resultante de la transformación de la materia orgánica, proveniente de la descomposición de restos de animales o plantas que se depositan sobre el suelo, por la acción natural de los microorganismos. A causa de este proceso denominado humificación se forman compuestos que liberan nutrientes para los vegetales, aumentan la fertilidad, favorecen el desarrollo de las raíces.

La zona de estudio presenta un tipo de suelo representativo de este ámbito:

Cambisol eútrico (CMev): Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de rocas, destacando los depósitos de carácter eólico aluvial o coluvial.

Se aceptan tres modalidades:

- Endoéutrico. La saturación es del 50 % o mayor en la totalidad del suelo comprendido entre 50 cm y un metro.
- Hiperéutrico. La saturación entre 20 cm y un metro es del 80 % o superior.
- Ortiéutrico. La saturación es del 50 % o mayor entre 20 cm y un metro.

3. Conclusiones

- *La principal formación por la que transcurrirán los túneles es una zona del cretácico denominada Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barreniense en facies Weald (C_{w12-14}^{3-0}), compuesta principalmente por Lutitas con intrusiones de arenisca, presentando niveles permeables e impermeables en los que puede haber albergada agua en muy pequeñas cantidades.*
- *El terreno se encuentra en una zona afectada por una falla inversa, la cual no interfiere negativamente en la ejecución de los túneles.*
- *En el ámbito superficial tenemos unos suelos evolucionados de carácter muy ácido el cual presenta una saturación media del 50%.*

ANEJO Nº7

"Geotecnia y Sismicidad"

INDICE

1. **Geotecnia**
   - **1.1. Interpretación Geotécnica del Terreno**
   - **1.2. Clasificación del macizo**
     - **1.2.1. Datos previos para la clasificación del macizo**
     - **1.2.2. Clasificación de Bieniawski y Romana**
2. **Sismicidad**
   - **2.1. Criterios de aplicación**
   - **2.2. Cálculos**
3. **Conclusiones**

1. Geotecnia

En el presente anejo se describen las características geotécnicas del área de influencia del túnel a proyectar.

Dado que se debe proyectar un túnel, el cual ineludiblemente debe discurrir por el interior de un macizo rocoso, mayoritariamente formado por lutitas, se debe ser consciente que todas las pautas de diseño y cálculos deben tener una base de estudio sólida. Esta base de estudio es la geotecnia. Se debe conocer con precisión el comportamiento mecánico de las rocas ante una actuación sobre ellas.

Todos y cada uno de los datos necesarios para el estudio ha sido obtenido del Mapa Geotécnico General de Cantabria escala 1:200.000.

En dicho documento se describen las características, superficiales, geomorfológicas e hidrológicas además de las geotécnicas.

Por otra parte se comentan las intersecciones geotécnicas del terreno.

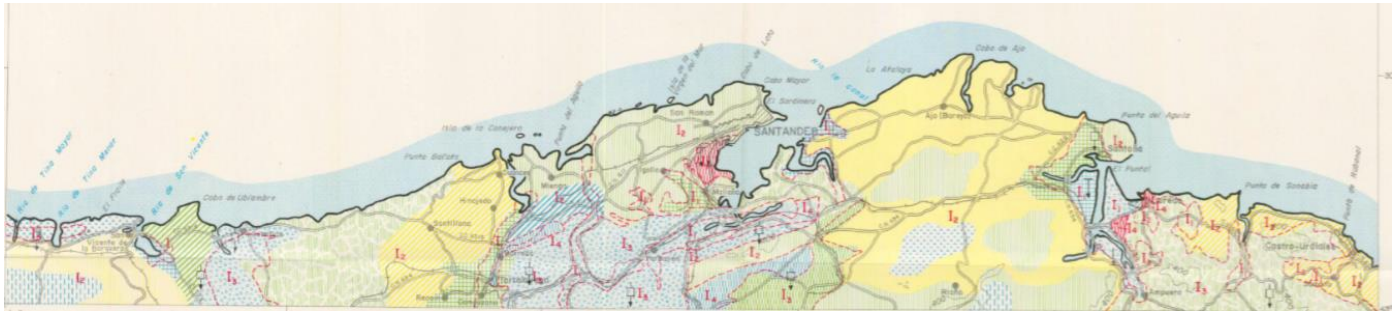


Ilustración 1 Mapa geotécnico Norte de Cantabria

Tabla 1 Criterios de Clasificación

PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES		CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"				CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	
Litológicos.		Litológicos y Geomorfológicos.		Geomorfológicos e Hidrológicos.		Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos.		Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos. (p.d.).	
Geomorfológicos.		Litológicos e Hidrológicos.		Geomorfológicos y Geotécnicos.		Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)			
Hidrológicos.						Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos. (p.d.).			
Geotécnicos (p.d.).		Litológicos y Geotécnicos (p.d.).		Hidrológicos y Geotécnicos. (p.d.)		Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).			

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	
Muy Favorables.	
Favorables.	
Aceptables.	
Desfavorables.	
Muy Desfavorables.	

PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
De Capacidad de Carga.	
De Asientos.	
Geotecnicos Varios.	

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	
	Zonas sin problemas específicos aparentes. Problemas muy localizados de tipo Hidrológico, Geotécnico (p.d.) y Litológico.
	Problemas de tipo Geomorfológico.
	Problemas de tipo Litológico.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	
	Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.).
	Problemas de tipo Hidrológico y Litológico.
	Problemas de tipo Litológico.
	Problemas de tipo Hidrológico.
	Problemas de tipo Geomorfológico.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	
	Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.).
	Problemas de tipo Hidrológico, Litológico y Geotécnico (p.d.).
	Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.
	Problemas de tipo Geotécnico (p.d.) e Hidrológico.
	Problemas de tipo Hidrológico y Litológico.
	Problemas de tipo Litológico.
	Problemas de tipo Hidrológico.

Tabla 2 Condiciones de Terreno

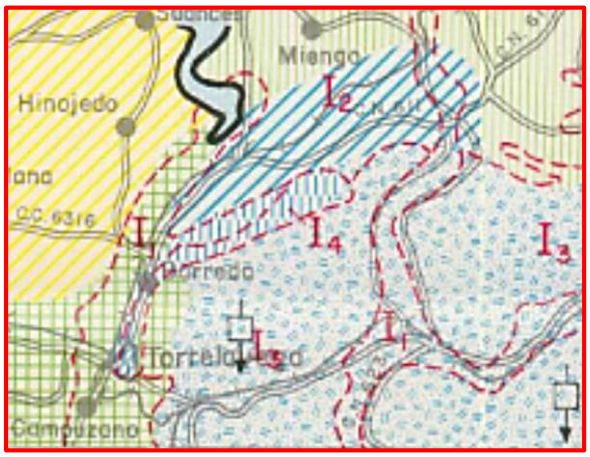


Ilustración 3 Mapa Geotécnico zona a Proyectar

I_3	MATERIALES DETRITICOS - ARENISCAS Y ARCILLAS - FACIES WEALD.	Areniscas y arcillas, muy alterables con buzamientos variados y fuerte recubrimiento superficial de suelo. Relieve suavemente ondulado; inestabilidad de tipo superficial. Permeabilidad baja y drenaje difícil. Acuíferos aislados poco importantes. Cargas unitarias bajas o medias asientos de tipo medio a largo plazo.

1.1. Interpretación Geotécnica del Terreno

En el caso concreto que se plantea, se trata de un Macizo rocoso mayoritariamente compuesto por arcillas limoliticas rojozas y limos, presentando intercalaciones de areniscas micáceas y ferruginusas de grano medio a fino a través de las cuales se va a diseñar el trazado de un túnel.

Se puede afirmar que se trata pues, de un terreno con unas condiciones geotécnicas aceptables en el ámbito constructivo con algún problema leve de tipo hidrológico en la mayoría de los trazados y algún problema de mayor importancia en la zona Norte.

Para el estudio geotécnico existen tres problemáticas importantes:

- Excavabilidad
- Capacidad portante
- Filtraciones

En primer lugar, en lo que se refiere a la excavabilidad, es una zona con presencia de roca clástica, lo que condiciona de antemano a utilizar un arranque con escudo, precorte mecánico, rozadora o método tradicional, descartando por tanto el empleo de explosivo y topo.

Debido a la presencia de este tipo de roca es muy importante la realización de un correcto estudio de sostenimiento que se tratara con amplitud en el cálculo del sostenimiento.

Por último, en cuanto a las filtraciones de agua se refiere, es debido a las características de los materiales presentes y a la hidrología y climatología del lugar, lo que van a predominar son los flujos de escorrentía superficiales y masas de agua aisladas de pequeña importancia y por tanto en las labores rara vez se interceptara una masa de agua, lo cual no anula un drenaje subterráneo para combatir las filtraciones procedentes del interior de la formación rocosa, excepcionando los problemas hidráulicos aislados en la zona Norte en la cual el drenaje tendrá mayor importancia.

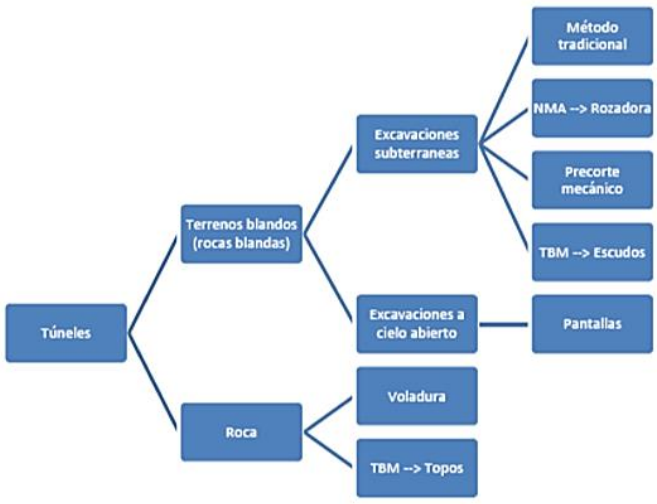


Ilustración 4 Herramientas realización de túneles

1.2. Clasificación del macizo

Las clasificaciones geomecánicas se han convertido en una herramienta habitual para la construcción de túneles, tanto en las fases preliminares de anteproyecto, como métodos de estimación de sostenimientos, o durante la fase de construcción (herramienta de control diario en el tajo). La más utilizada en nuestro país es la de BIENIAWSKI (R.M.R. – rock mass rating). Manuel Romana, basándose en su experiencia, propone unas recomendaciones de excavación y sostenimiento que son más detalladas y se adaptan mejor a las condiciones habituales de la construcción de túneles en España, serán las utilizadas en el presente proyecto.

1.2.1. Datos previos para la clasificación del macizo

Los presentes datos se han obtenido a través de ensayos de laboratorio realizados sobre muestras obtenidos en sondeos realizados en el mismo macizo rocoso que el del proyecto que nos ocupa, por lo que se suponen homogéneas las propiedades y de aplicación los datos obtenidos para el proyecto.

Lutita:

- Densidad seca: 21,56 KN/m^3
- Humedad natural: 18,72%
- Resistencia compresiva de la roca. La resistencia compresiva “dc” de una roca puede determinarse por tres procedimientos:
  - Estimación de la resistencia compresiva mediante el martillo Schmidt de dureza.
  - Determinación de la resistencia compresiva mediante el ensayo de carga puntual “Franklin”
  - Determinación de la resistencia compresiva mediante el ensayo de compresión simple y/o uniaxial. La resistencia a compresión simple es de 453,79 Kg/cm^2. Se ha determinado por medio de esclerómetro. Medida indirecta que proporciona suficiente aproximación para aplicar la clasificación.
- Resistencia a tracción: 3,925 MPa
- Módulo de Young: 15,4 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0,35
- Familia de discontinuidades: se recogen las discontinuidades con su dirección de buzamiento.
- Jv= Numero de fisuras por metro cubico: 12
- Índice de la calidad de la roca RQD. Para determinar el RQD (Rock Quality Designation) en el campo existen tres procedimientos de cálculo:
  - Se calcula midiendo y sumando el largo de todos los trozos de testigos mayores de 10 cm en el interior del testigo de 1,5 m.
  - Se calcula en función del número de fisuras, por metro lineal, determinadas al realizar r el levantamiento litológico-estructural (Detail line) en campo.

- Se calcula en función del número de fisuras, por metro cubico, determinadas al realizar el levantamiento litológico- estructural (Detail line) en campo. Fórmula matemática:
  - RQD = 115 - 3,3 (Jv)
  - RQD = 75,4

1.2.2. Clasificación de Bieniawski y Romana

El sistema de clasificación Rock Mass Rating o sistema RMR fue desarrollado por Z.T. Bieniawski durante los años 1972-73, y ha sido modificado en 1976 y 1979, en base a más de 300 casos reales de túneles, cavernas, taludes y cimentaciones. Actualmente se usa la edición de 1989, que coincide en gran medida con la de 1979.

Para determinar el índice RMR de calidad de la roca se hace uso de los seis parámetros del terreno siguientes:

- La resistencia a compresión simple del material
- El RQD (Rock Quality Designation)
- El espaciamiento de las discontinuidades
- El estado de las discontinuidades
- La presencia de agua
- La orientación de las discontinuidades

El RMR se obtiene como suma de unas puntuaciones que corresponden a los valores de cada uno de los seis parámetros enumerados (tabla 3). El valor del RMR oscila entre 0 y 100, y es mayor cuanto mejor es la calidad de la roca. Bieniawski distingue cinco tipos o clases de roca según el valor del RMR:

- CLASE I: RMR>80, Roca muy buena
- CLASE II: 80<RMR<60, Roca buena
- CLASE III: 60<RMR<40, Roca media
- CLASE IV: 40<RMR<20, Roca mala
- CLASE V: RMR<20, Roca muy mala

En las tablas 4 a 7 adjuntas se indican los criterios de valoración utilizados para los distintos parámetros. Hay que hacer las siguientes consideraciones:

RESISTENCIA DE LA ROCA.- Tiene una valoración máxima de 15 puntos, y puede utilizarse como criterio el resultado del Ensayo de Resistencia a Compresión Simple o bien el Ensayode Carga Puntual (Point Load).

RQD.- Tiene una valoración máxima de 20 puntos. Se denomina RQD de un cierto tramo de un sondeo a la relación en tanto por ciento entre la suma de las longitudes de los trozos de testigo mayores de 10 cm y la longitud total del sondeo.

SEPARACIÓN ENTRE DISCONTINUIDADES.- Tiene una valoración máxima de 20 puntos. El parámetro considerado es la separación en metros entre juntas de la familia principal de diaclasas de la roca.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES.- Es el parámetro que más influye, con una valoración máxima de 30 puntos. Pueden aplicarse los criterios generales de la tabla 4 o bien aplicar la tabla 5, en la que el estado de las diaclasas se descompone en otros cinco parámetros: persistencia, apertura, rugosidad, relleno y alteración de la junta.

PRESENCIA DE AGUA.- La valoración máxima es de 15 puntos. La tabla 4 ofrece tres posibles criterios de valoración: estado general, caudal cada 10 metros de túnel y relación entre la presión del agua y la tensión principal mayor en la roca.

ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES.- Este parámetro tiene una valoración negativa, y oscila para túneles entre 0 y -12 puntos. En función del buzamiento de la familia de diaclasas y de su rumbo, en relación con el eje del túnel (paralelo o perpendicular), se establece una clasificación de la discontinuidad en cinco tipos: desde Muy Favorable hasta Muy Desfavorable. Según el tipo, se aplica la puntuación especificada en la tabla 7 de acuerdo a la valoración de la tabla 5.

Para cada clase de roca, Bieniawski propone una cuantía de sostenimiento y un método de excavación (tabla 8). Esta tabla es aplicable a túneles excavados en roca mediante perforación y voladura, con anchura o vano comprendido entre 5 y 10 metros. Por último creemos de utilidad indicar algunas correlaciones que algunos autores han elaborado entre el RMR y otros parámetros, citadas igualmente por Bieniawski

Tabla 3 Valoración macizo rocos

Parámetro		**Cuantificación de Bieniawski**						
Resistencia de la roca sana (Mpa)	Ensayo carga puntual	>10	4 a 10	2 a 4	1 a 2	-		
	Compresión simple	>250	100 a 250	50 a 100	25 a 50	5 a 25	1 a 5	<1
Valoración		15	12	7	4	2	1	0
RQD %		90 a 100	75 a 90	50 a 75	25 a 50	<25		
Valoración		20	17	13	8	3		
Separación discontinuidades		> 2 m	0,6 a 2 m	0,2 a 0,6 m	0,06 a 0,2 m	< 0,06		
Valoración		20	15	10	8	5		
Estado diaclasas		Muy rugosas, Discontinuas, Borde sano y duro	Ligeramente rugosas e<1 mm, Borde duro	Ligeramente rugosas e<1 mm, Borde blando	Rellenos e<5 mm, Abiertas Continuas	Rellenos blandos e<5 mm Continuas		
Valoración		30	25	20	10	0		
Presencia de agua	Caudal en 10 m de túnel	Nulo	< 10 l/min	10 a 25 l/min	25 a 125 l/min	> 125 l/min		

	σw/σ3	0	0 a 0,1	0,1 a 0,2	0,2 a 0,5	< 0,5
	Estado	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
Valoración		15	10	7	4	0

Atendiendo a los datos recopilados de los diferentes sondeos realizados, se tiene que la resistencia a la roca sana en c ompresión simple es de 45,4 MPa, valor que se encuentra dentro del rango de 25-50, por lo que se obtiene una valoración de Bieniawski de **4 puntos** sobre un total de 15. Dado que el número de fisuras por metro cúbico es de doce, empleando la fórmula que expresa el parámetro RQD en porcentaje se obtiene un valor de 75,4%, por lo que siguiendo las directrices de la tabla anterior, se consigue una valoración de **17 puntos** sobre 20. La familia principal de discontinuidades presenta una distancia entre juntas de un metro, lo que supone una valoración de **15 puntos** sobre 20. Para analizar el estado de las diaclasas de forma más exacta se utilizará la tabla 4. Se sabe que la presencia de agua en la zona de estudio es ligeramente húmedo, pues principalmente es terreno seco aunque se presentan zonas aisladas con presencia de agua, esto supone una valoración de **10 puntos** sobre 15.

Tabla 4 Clasificación de las discontinuidades

Parametro	**Valoración**				
Longitud de la discontinuidad (Persistencia)	<10 m	1 a 3 m	3 a 10 m	10 a 20 m	>20 m
	6	4	2	1	0
Apertura	Nada	<0,1 mm	0,1 a 1	1 a 5	>5
	20	17	13	8	
Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
	6	5	3	1	0
Relleno	Ninguno	Relleno duro <5 mm	Relleno duro >5 mm	Relleno blando <5 mm	Relleno blando >5 mm
	6	4	2	2	0
Alteración	Inalterada	Ligueramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
	6	5	3	1	0

Continuando con los datos obtenidos de los sondeos se realiza la clasificación de las discontinuidades, obteniendo los valores que se destacan en la tabla anterior. La suma total de la valoración según Bieniawski para este parámetro deja una estimación de **21 puntos** sobre 30.

Tabla 5 Orientación de las discontinuidades

Dirección perpendicular al eje del túnel				**Dirección paralela al eje del túnel**		**Cualquier dirección**
Exc. A favor de buzamiento		**Exc. En contra de buzamiento**				
Buzamiento 45˚ - 90˚	Buzamiento 20˚ - 45˚	Buzamiento 45˚ - 90˚	Buzamiento 20˚ - 45˚	Buzamiento 45˚ - 90˚	Buzamiento 20˚ - 45˚	Buzamiento 0˚ - 20˚
Muy favorable	Favorable	Medio	Desfavorable	Medio	Muy desfavorable	Desfavorable

Tabla 6 Corrección discontinuidades

Dirección y buzamiento		**Muy favorable**	**Favorable**	**Medio**	**Desfavorable**	**Muy desfavorable**
Valoración para	Túnel	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentación	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Las discontinuidades presentes en la zona de estudio tienen una dirección paralela al eje del túnel y un buzamiento comprendido entre 45˚ y 90˚, lo que implica una corrección para túneles de **-5 puntos.**

Finalmente se tiene como suma total en la valoración de Bieniawski de **62 puntos**. Según esta clasificación la zona de estudio pertenece a la clase II, con una calidad de roca buena. Comparando estos resultados con la clasificación de Romana, la cual divide cada clase definida por Bieniawski en dos, se obtiene una definición final del terreno de clase II_b.

Tabla 7 Tiempo de estabilidad

Clase	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
calidad	Muy buena	Buena	Mediana	Mala	Muy mala
RMR	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20
Tiempo de estabilidad y longitud de vano	20 años, 15 metros	1 año, 10 metros	1 semana, 5 metros	10 horas, 2,5 metros	30 minutos, 1 metro
Cohesión (MPa)	>0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	<0,1
Rozamiento	>45˚	35˚ - 45˚	25˚ - 35˚	15˚ - 25˚	<15˚

Tabla 8 Necesidades de excavación y sostenimiento

RMR	Excavación	Bulonado	Gunitado	Cerchas
<81	Sección completa, avance de 3 m	Algún bulón ocasional	Innecesario	No
61 – 80	Sección completa, avances de 1 a 1,5 m	Bulonado local en bóveda, L=2 – 3 m, S=2 – 2,5 m	5 cm de bóveda, eventualmente mallazo	No
41 - 60	Avance y destroza, avances de 1,5 a 3 m	Bulonado sistemático, L=3 – 4 m, S=1,5 – 2 m	5 – 10 cm en bóveda, 3 cm hastiales, Mallazo en bóveda	No
21 - 40	Avance y destroza, avances de 1 a 1,5 m	Bulonado sistemático, L=4 – 5 m, S=1 – 1,5 m	10 – 15 cm en bóveda, 10 cm hastiales, Mallazo sistematico	Ligeras, S=1,5 m
<20	Fases múltiples, Avances de 0,5 – 1 m	Bulonado sistemático (Incluido solera), L=5 – 6 m, S=1 – 1,5 m	15 – 20 cm en bóveda, 5 cm frente, Mallazo sistematico	Pesadas, cerradas S=0,75

Tabla 9 Comparativa Bieniawski y Romana

RMR	Modificado		Bieniawski Original	
	Clase	Denominación	Clase	Denominación
100 – 90	I_a	Excelente	I	Muy Buena
90 – 80	I_b	Muy Buena		
80 – 70	II_a	Muy Buena a Buena	II	Buena
70 – 60	II_b	Buena a Media		
60 – 50	III_a	Buena a Media	III	Media
50 – 40	III_b	Media a Mala		
40 – 30	IV_a	Media a Mala	IV	Mala
30 – 20	IV_b	Mala a Muy Mala		
20 – 10	V_a	Muy Mala	V	Muy Mala
10 – 0	V_b	Pésima		

2. Sismicidad

En cumplimiento de la Norma de Construcción Sismorresistente de Septiembre de 2002, concluimos que es necesario tener en cuenta las consecuencias sísmicas que pudieran existir en el lugar de emplazamiento del túnel a proyectar.

La Norma, Publicada en el B.O.E. a fecha 8 de Febrero de 1995 y aprobada por el Real Decreto 997/2002 del 27 de Septiembre, tiene por objeto proporcionar las pautas o criterios que han de seguirse dentro del territorio español. Para la consideración de las acciones sísmicas en los proyectos de obras a las que sea aplicable.
De la norma de extraen tres grupos:

- *De moderada importancia:* aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por la acción sísmica pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros.
- *De normal importancia:* aquella cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- De especial importancia: aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

De todo el territorio nacional, las zonas sísmicas más conflictivas se encuentran en la zona sur del país, constituyendo en norte de la Península Ibérica una zona de riesgo moderado, siempre y cuando se exceptúe el noroeste peninsular.
En las profundidades de un terreno que se ve inmerso en un episodio sísmico, acontece el fenómeno denominado “estallido de rocas”, cuyos efectos son tanto mayores cuanto mayor es la profundidad de la obra.

La explosión de bloques se produce cuando una onda sísmica (onda elástica) de tensión se desplaza a través de las formaciones rocosas del subsuelo, alcanzando al área de influencia de la obra, provocando violentos y energéticos desprendimientos de roca.

Estos problemas se contrarrestan, en parte, incrementando la capacidad del sostenimiento estático con el fin de resistir las fuerzas adicionales ocasionadas por los bloques desplazados.

2.1. Criterios de aplicación

De acuerdo al destino que persigue el presente proyecto, se puede encuadrar como “construcción de normal importancia”, constituida por aquellas cuya destrucción por los efectos de un terremoto puedan ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad y producir importantes pérdidas económicas sin que en ningún caso se trate de un servicio totalmente imprescindible, ni que pueda dar lugar a efectos catastróficos en cadena.

Se trata de comprobar en primer lugar si es preciso o no aplicar la Norma NCSR-02, en el caso que se plantea. De este modo se puede afirmar que no es preciso aplicar la Norma cuando se presente alguno de los siguientes casos:

- En construcciones de moderada importancia.
- En las demás construcciones cuando la aceración sísmica de cálculo (a_c) sea mayor al valor 0,06*g, donde g es la aceleración de la fuerza de la gravedad.

2.2. Cálculos

Para la realización de los cálculos pertinentes se han de tener en cuenta dos variables principales, que son, por un lado la "Aceleración sísmica básica", y por otro lado la "aceleración sísmica de cálculo".

Aceleración sísmica básica (a_b)

Es un valor característico de la aceleración horizontal del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

El mapa de peligrosidad sísmica de España suministra el dato de la acción sísmica básica en relación con el valor de la gravedad (g), que en el presente proyecto se va a considerar 9,8 m/s^2.

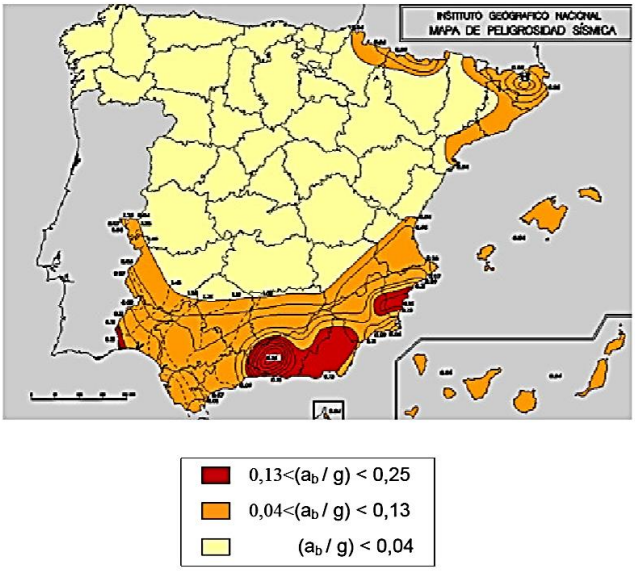


Ilustración 5 Mapa de peligrosidad sísmica en España

Del mapa se obtiene en siguiente valor, correspondiente a la zona de influencia donde se ubicara el túnel a proyectar:

$$(a_b / g) < 0,04$$

Donde:

$a_b / g = 0,04$; $a_b = 0,04*g$; $a_b = 0,04*9,8$; $a_b = 0,392$ m/s^2

$$a_b = 0,392 \text{ m/s}^2$$

Aceleración sísmica de cálculo (a_c)

La aceleración sísmica de cálculo se define como el producto de:

$$a_c = \rho * a_b$$

Donde:

- a_c= aceleración sísmica de cálculo
- a_b=aceleración sísmica básica

- ρ= coeficiente adimensional de riesgo cuyo valor es función del periodo de años para el que se proyecta.

$$\rho = (t/50)^{0,37}$$

Siendo a efectos de cálculo:

t > 50 años para construcciones de importancia normal.
t > 100 años para construcciones de importancia especial.

En el caso que ocupa el presente proyecto, se tiene una construcción de normal importancia, por lo que se considera t > 50 años.
Por lo tanto, si t = 50 años $\rho = 1$

Una vez conocido el valor del coeficiente de riesgo y de la aceleración sísmica básica, se entra en la formula anterior para calcular el valor final de la aceración sísmica de cálculo.

$a_c = \rho^* a_b$; $a_c = 1^*0,392$; $a_c = 0,392\ m/s^2$

$a_c = 0,392\ m/s^2$

$a_{c1} = 0,06^*g$; $a_{c1} = 0,06^*9,8$; $a_{c1} = 0,588 m/s^2$

$a_{c1} = 0,588 m/s^2$

Y por lo tanto, se observa que se cumple:

$a_c < a_{c1}$

$0,392 < 0,588$

3. Conclusiones

- *En la clasificación de Bieniawski se ha obtenido una calificación del terreno RMR = 62 correspondiente con la clase II, y según la clasificación modificada de Bieniawski (Romana 2001) corresponde con la clase II_b.*
- *Considerándose una aceleración sísmica de cálculo menor a 0,06 x g no se generan peores soluciones que las demás hipótesis de carga, quedando justificada la no aplicación de la Norma Sismorresistente, así como la ausencia de necesidad de tomar precauciones especiales.*
- *De esta forma, atendiendo a lo establecido en la citada Norma, junto a los valores obtenidos anteriormente, se concluye que no es preciso la realización de cálculos sísmicos en el presente proyecto.*

ANEJO Nº8

"Pluviometría, Hidrografía e Hidrogeología"

INDICE

1. **Hidrografía general**
2. **Pluviometría**
3. **Hidrogeología general**
4. **Conclusiones**

1. Hidrología general

El área de estudio se encuentra entre las cuencas del rio saja (perteneciente a la red hidrográfica del norte), el rio cabo y rio Tronquerías, siendo el Rio Saja la principal fuente de recogida de aguas de lluvia de la zona.

El río tiene una longitud de 72 km, presentando una dirección Sur-Norte y un caudal medio en la desembocadura de 24,65 m^3/s, del cual aproximadamente la mitad (12,1 m^3/s) corresponden al río Besaya.

2. Pluviometría

La principal aportación de agua se debe a las lluvias, para la obtención de los datos pluviales se toman datos de la página web Aemet, obteniéndose los datos medios históricos de las lluvias en la zona a proyectar.

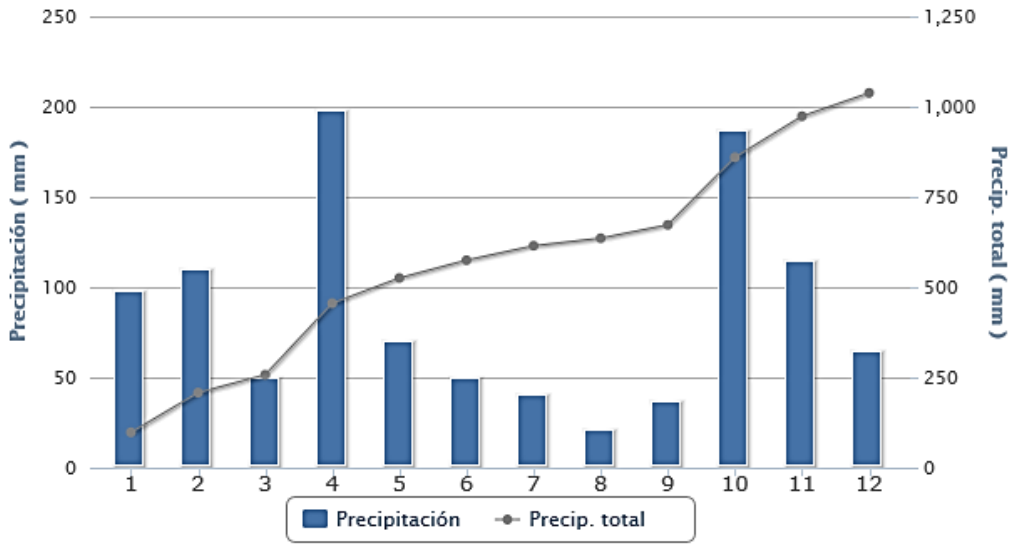


Ilustración 1 Precipitación anual media

Se observa que los meses de Abril y Octubre presentan una mayor cantidad de agua fluvial cerca de 200 mm y 180 mm respectivamente, coincidiendo con las estaciones de primavera y otoño. A esto se tiene que añadir que los meses de verano son los más secos, destacando el mes de Agosto como el mes con menos precipitaciones de todo el año con 20 mm.

Anualmente se tiene una precipitación total de 1050 mm.

Cálculo del periodo de retorno

La información que se expone a continuación se obtiene del documento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” del Ministerio de Fomento.

1) Primero se localiza la zona geográfica en los Planos, en la hoja de la serie 4C.

Tabla 1 Localización zona

Punto deseado	*Serie 4C*
Torrelavega	3-1

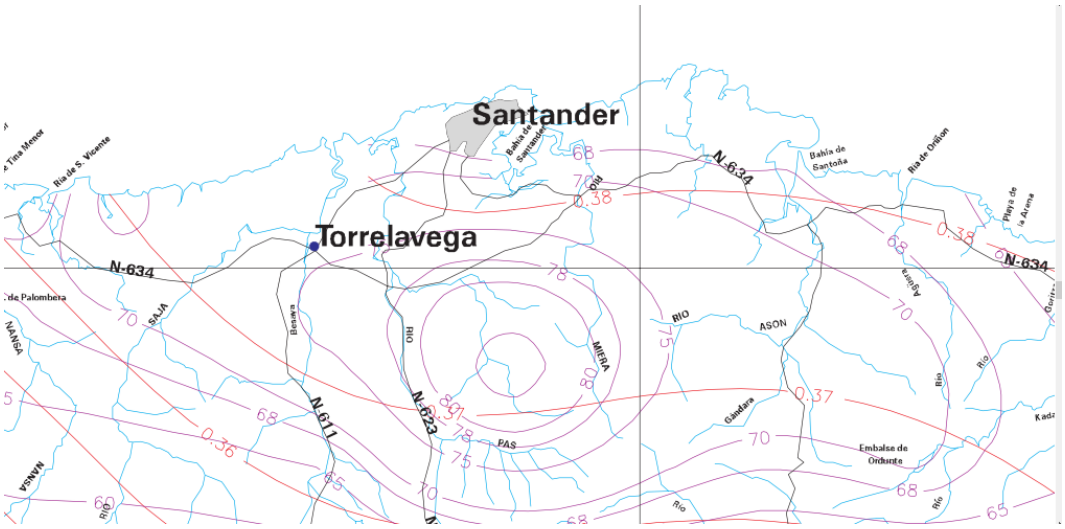


Ilustración 1 Plano serie 4C (3-1)

2) En segundo lugar se obtienen de la hoja nombrada con anterioridad el valor medio P que corresponde a la máxima precipitación diaria anual y del coeficiente de variación Cv mediante las isolíneas representadas.
Con las coordenadas de los puntos podemos definir los valores P y C_v, obteniéndose éstos por interpolación entre curvas en caso necesario.

Tabla 2 Valor medio de precipitación y Cv

Punto deseado	*P (mm/día)*	*C_v*
Torrelavega	74	37.5

3) Obtención del cuantil regional Y

Tabla 3 Valores de los cuantiles Y

	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
C_v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014

Tabla 4 Cálculo de los cuantiles Y

Punto deseado	Cv	T(años)	Y
Torrelavega	0.375	50	2,037
		100	2,266
		500	2,9225

4) Obtención del cuantil local X_t el cual se obtiene mediante la aplicación de la fórmula siguente:

- $X_t = P \cdot Y$ (mm/día)
- X_t representa el valor máximo de lluvia esperado a partir de un periodo de tiempo concreto

Tabla 5 Cálculo de los cuantiles Xt

Punto deseado	P (mm/día)	Y	T (años)	X_t (mm/día)
Torrelavega	74	2,037	50	150,738
		2,266	100	167,684
		2,9225	500	216,265

Cálculo del caudal de referencia (Método hidrometeorologico)

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante la fórmula:

$$Q = \frac{C * A * I}{K}$$

Siendo:

C: el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.

A: su área, salvo que tenga aportaciones o pérdidas importantes, tales como resurgencias o sumideros, en cuyo caso el cálculo del caudal Q deberá justificarse debidamente.

I: la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

K: un coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A, y que incluye un aumento del 20 % en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación. Su valor está dado por la tabla

Tabla 6 Valores de K

Q	**A**		
	Km^2	Ha	m^2
m^3/s	3	300	3.000.000
l/s	0,003	0,3	3.000

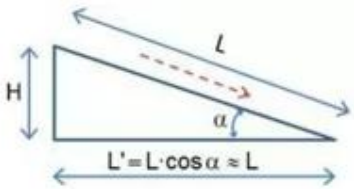
Mediante el análisis topográfico se calcula la cuenca vertiente siendo de 1 Km^2 aproximadamente en cada zona de apartación.

Para calcular el Tiempo de Concentración de la Cuenca en horas, se determina

- Longitud del cauce principal en kilómetros. **L = 0,2Km**.

- Pendiente Media del cauce en tanto por uno.

- Precipitación más desfavorable 216,265 mm/día

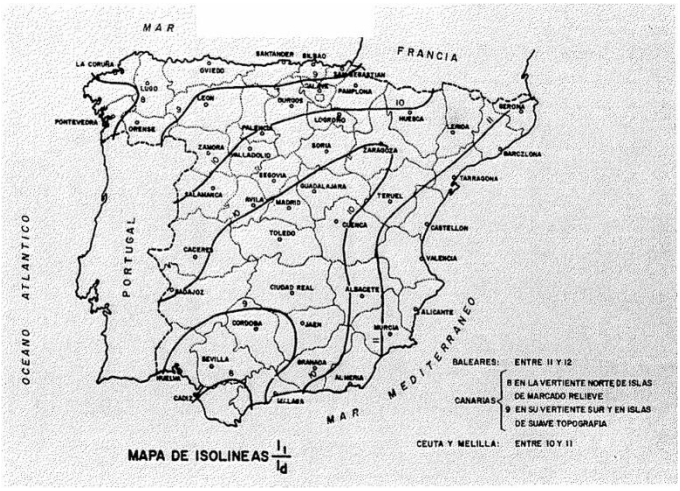


$$J = \tan\alpha = \frac{H}{L'} \approx \frac{H}{L}$$

Tabla 7 Valores de la pendiente , tiempo e intensidad de lluvia

	Formula	**Valor**
Pendiente J	J=H/L	0,05
Tiempo t	T=0,3*(L/J^1/4)^0,76	0,16 horas
Intensidad horaria más desfavorable Id	Pd/24	9,01 mm/h

La intensidad media It (mm/h) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la siguiente fórmula



$$\frac{It}{Id} = \frac{I1}{Id}^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Siendo una superficie pequeña a evaluar se toma como tiempo de concentración 5 minutos

$$I = 24{,}17 \ mm/h$$

Determinado el Umbral de Escorrentía y la Precipitación Diaria

$$\frac{Pd}{P0} < 1 \rightarrow No\ hay\ escorrentia$$

$$\frac{Pd}{P0} > 1 \rightarrow Hay\ escorrentia$$

$$\frac{Pd}{P0} = \frac{216{,}265}{74} = 2.9225 > 1\ Hay\ escorrentia$$

Aplicando el Coeficiente de Escorrentía

$$C = \frac{\left(\frac{Pd}{P0} - 1\right) * \left(\frac{Pd}{P0} + 23\right)}{\left(\frac{Pd}{P0} + 11\right)^2} = 0{,}257$$

Aplicándose la formula principal:

$$Q = \frac{C * A * I}{K} = \frac{0{,}257 * 0{,}2 * 24{,}17}{3} = 0{,}41 m^3/s$$

3. Hidrogeología general

La hidrogeología presente en la región resulta de principal interés el estudio de las zonas sinclinales de Santillana y de San Román, que presentan posibilidad de contener agua.

En la primera, la existencia de una importante área de recarga a favor de los materiales permeables del Cenomaniense, junto a la inmersión que el sinclinal presenta hacia el Este, hace que quede constituida una posible área de acumulación Favorable, aproximadamente en la zona de Queveda. Únicamente hay que hacer la salvedad de que existe la posibilidad de que este acuífero esté conectado con el río Besaya, planteándose la duda de si es el rio quien recarga al acuífero o a la inversa,

dependiendo por ello de la confirmación de este extremo la exacta valoración de las posibilidades reales de este acuífero.

El sinclinal de San Román presenta unas características idóneas para constituir un acuífero importante, dado la naturaleza permeable de los materiales de su parte superior (del Maastrichtiense al Cuisiense) y la existencia de un nivel de base prácticamente impermeables, constituido por las margas del Cretácico Superior. Sin embargo, el hecho que el sinclinal vaya aumentado su potencia en dirección al mar hace que la zona preferente de acumulación de aguas se desplace también hacia el este, por lo que, dada la carencia de datos que permitan situar la zona de intersección de agua marina y dulce en el acuífero, la perfecta delimitación de este quedaría condicionada a la relación de una serie de sondeos de investigación que permitieran marcar con claridad este límite para poder realizar una explotación racional del acuífero, evitando la invasión de agua salada en el mismo.

El resto de las formaciones permeables podrían ser susceptibles de estudio para conocer sus posibilidades como acuíferos, se debe indicar que presentan una tectonización lo suficientemente intensa como para que resulte muy difícil predecir la existencia de zonas de acumulación preferente de aguas, debiéndose proceder a la localización de posibles fallas colectoras para efectuar la prospección en sus proximidades, o bien a la realización de estudios profundos sobre su karstificación.

Las facies Weald presenta el inconveniente de que su litología es, en general, de naturaleza, a base de niveles permeables e impermeables, lo que hace que no pueda existir ningún nivel capaz de contener cantidades considerables de agua, dado que dicha alternancia motiva la creación de pequeños acuíferos colgados, que descargan dando lugar a la existencia de numerosos manantiales, poco caudalosos.

4. Conclusiones

- *El Río Saja es la principal fuente de recogida de aguas de lluvia de la zona.*
- *El valor máximo de lluvia con un periodo de retorno de 500 años se establece en 216,265 mm/día*
- *El caudal de referencia máximo que se deberá evacuar será de 0,41 m3/s.*

ANEJO Nº9

"Justificación del trazado y Sección Tipo"

INDICE

1. **Introducción**
   - 1.1. **Clases de Carreteras**
   - 1.2. **Denominación de las carreteras**
   - 1.3. **Tipos de proyectos**
   - 1.4. **Velocidad**
2. **Trazado en planta**
   - 2.1. **Rectas**
   - 2.2. **Curvas circulares**
   - 2.3. **Curvas de transición**
   - 2.4. **Coordinación entre elementos de trazado**
   - 2.5. **Coordenadas ejes**
3. **Trazado en Alzado**
   - 3.1. **Inclinación de las rasantes**
   - 3.2. **Acuerdos verticales**
   - 3.3. **Perfiles longitudinales**
4. **Sección transversal**
   - 4.1. **Altura libre**
   - 4.2. **Firmes**
   - 4.3. **Sección Tipo Túnel**
5. **Conclusiones**

1. Introducción

1.1. Clases de carreteras

A efectos de aplicación de la presente Norma, atendiendo a sus características esenciales, se distinguirán las siguientes:

A) Según su definición legal (Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobada por el Real Decreto Legislativo 339/1990):

- Autopistas
- Autovías
- Vías rápidas
- Carreteras convencionales

B) Según el número de calzadas:

- Carreteras de calzadas separadas: Son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación.
  No se considera como separación física la constituida exclusivamente por marcas viales sobre el pavimento o bordillos montables (altura inferior a 15 cm).
  Queda expresamente prohibido el proyecto de carreteras de calzadas separadas con más de cuatro carriles y menos de dos por calzada y sentido de circulación. A este respecto, no tendrán la consideración de carriles los de cambio de velocidad o de trenzado y los incluidos en confluencias y bifurcaciones de autovías o autopistas urbanas.

- Carreteras de calzada única: Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles.
  Queda expresamente prohibido el proyecto de carreteras de calzada única, con dos carriles o más en alguno de los dos sentidos de circulación, excepto los carriles adicionales y de cambio de velocidad.

C) Según el grado de control de accesos:

- Sin acceso a propiedades colindantes: Son aquéllas en las que el acceso desde el exterior se realiza exclusivamente a través de enlaces o, mediante entradas y salidas directas a otras carreteras.
- No tendrán la consideración de accesos a propiedades colindantes los correspondientes a elementos funcionales de la carretera cuando no exista posibilidad de comunicación de uso público entre la carretera y el exterior de dichos elementos.
- Con acceso limitado a propiedades colindantes: Son aquéllas en las que, además de los accesos a través de los enlaces o mediante entradas y salidas directas a otras carreteras, se pueden establecer otros a través de vías de servicio con entradas o salidas específicas.
- Con accesos directos autorizados: Son aquéllas en las que no existen las limitaciones establecidas en los párrafos anteriores, debiendo cumplirse en cualquier caso la reglamentación vigente. Se deberá definir la frecuencia y disposición de los accesos según las

condiciones técnicas derivadas de la funcionalidad de la carretera, su entorno, la intensidad del tráfico y la velocidad a que circulen los vehículos.

D) Según las condiciones orográficas:

Se tipificarán las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado indicado en la tabla, en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera.

Tabla 1 Tipos de Carreteras según su relieve

Tipo de Relieve	*Máxima Inclinación Media i (%)*
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy Accidentado	$25 < i$

E) Según las condiciones del entorno urbanístico:

Se considerarán:

- Tramos urbanos: Son los que discurren en su totalidad por suelo clasificado de urbano por el correspondiente instrumento de planeamiento urbanístico.
- Tramos interurbanos: Son los no incluidos en el apartado anterior.

1.2. Denominación de las carreteras

A efectos de aplicación de la presente Norma, las carreteras o sus tramos se denominarán indicando la clase de carretera, según su definición legal, seguido del valor numérico de la velocidad de proyecto, expresado en km/h. Las autopistas se designarán como AP, las autovías como AV, las vías rápidas como R y las carreteras convencionales como C.

Salvo justificación en contrario, se considerarán exclusivamente las siguientes:

AP-120, AP-100, AP-80
AV-120, AV-100, AV-80
R-100, R-80
C-100, C-80, C-60, C-40

Se establecen los siguientes grupos a efectos de aplicación de la presente Norma:

- Grupo 1: Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100.
- Grupo 2: Carreteras C-80, C-60 y C-40.

1.3. Tipos de proyectos

A efectos de aplicación de la presente Norma se distinguen los siguientes:

- *Proyectos de nuevo trazado:* Son aquéllos cuya finalidad es la definición de una vía de comunicación no existente o la modificación funcional de una en servicio, con trazado independiente, que permita mantenerla con un nivel de servicio adecuado.

- *Proyectos de duplicación de calzada:* Son aquéllos cuya finalidad es la transformación de una carretera de calzada única en otra de calzadas separadas, mediante la construcción de una nueva calzada, generalmente muy cercana y aproximadamente paralela a la existente. Estos proyectos suelen incluir modificaciones locales del trazado existente, supresión de cruces a nivel, reordenación de accesos, y en general las modificaciones precisas para alcanzar las características de autovía o autopista.

- *Proyectos de acondicionamiento:* Son aquéllos cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.

- *Proyectos de mejoras locales:* Son aquéllos cuya finalidad es la adecuación de la carretera por necesidades funcionales y de seguridad de la misma, modificando las características geométricas de elementos aislados de ésta.

1.4. Velocidad

El trazado de una carretera se definirá en relación directa con la velocidad a la que se desea que circulen los vehículos en condiciones de comodidad y seguridad aceptables.

Para evaluar cómo se distribuyen las velocidades en cada sección, se considerarán fijos los factores que incidan en ella relacionados con la clase de carretera y la limitación genérica de velocidad asociada a ella, así como las características propias de las secciones próximas.

Se considerarán esencialmente variables la composición del tráfico (en particular el porcentaje de vehículos pesados) y la relación entre la intensidad de la circulación y la capacidad de la carretera.

A efectos de aplicación de la presente Norma, se definen las siguientes velocidades:

- Velocidad específica de un elemento de trazado(V_e): Máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento de trazado considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a la velocidad.
- Velocidad de proyecto de un tramo (V_p): Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

La velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman.

- Velocidad de planeamiento de un tramo (V): Media armónica de las velocidades específicas de los elementos de trazado en planta de tramos homogéneos de longitud superior a dos kilómetros (2 km), dada por la expresión:

$$V = \frac{\Sigma\, lk}{\Sigma\,(lk/Vek)}$$

lk = longitud del elemento k.
Vek = velocidad específica del elemento k.

Al estudiar el trazado de un tramo se calculará la velocidad de planeamiento y se comparará, tanto con la velocidad de proyecto, como con las velocidades de planeamiento de los tramos adyacentes, para estimar la homogeneidad de la geometría del tramo.
Las velocidades de proyecto y de planeamiento que se adopten, estarán en general definidas por los estudios de carreteras correspondientes, en función de los siguientes factores:

- Las condiciones topográficas y del entorno.
- Las consideraciones ambientales.
- La consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte.
- La homogeneidad del itinerario o trayecto.
- Las condiciones económicas.
- Las distancias entre accesos, y el tipo de los mismos.

2. Trazado en planta

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

En proyectos de carreteras de calzadas separadas, se considerará la posibilidad de trazar las calzadas a distinto nivel o con ejes diferentes, cuando el terreno así lo aconseje.

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje:

- En carreteras de calzadas separadas:
  - El centro de la mediana, si ésta fuera de anchura constante o con variación de anchura aproximadamente simétrica.
  - El borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones.
  - El borde interior de cada calzada en cualquier otro caso.
- En carreteras de calzada única:
  - El centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales.

2.1. Rectas

La recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc, es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

A efectos de la presente Norma, en caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínima admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto, serán las dadas por las expresiones siguientes:

$$L_{min.s}=1.39\ V_p$$
$$L_{min.o}=2.78\ V_p$$
$$L_{max}=16.7\ V_p$$

Siendo:

- $L_{mín.s}$ = longitud mínima (m) para trazados en «S» (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).
- $L_{mín.o}$=longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).
- $L_{máx}$ = longitud máxima (m).
- V_p = velocidad de proyecto (km/h).

En la tabla se incluyen los valores de estas longitudes para diferentes valores de la velocidad de proyecto.

Tabla 2 relación velocidad-longitud en alineación recta

V_p (Km/h)	$L_{min.s}$	$L_{min.o}$	L_{max}
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004

2.2. Curvas circulares

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado

RADIOS Y PERALTES

A efectos de aplicación de la presente Norma, el peralte (p) se establecerá de acuerdo con los criterios siguientes:

- Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100:

$250 \leq R \leq 700 \rightarrow p = 8$
$700 \leq R \leq 5000 \rightarrow p = 8 - 7{,}3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3}$

5000 ≤ R<7500 →p = 2
7500 ≤ R →Bombeo

Siendo: R = radio de la curva circular (m).
p = peralte (%)

CARACTERÍSTICAS

La velocidad, el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado se relacionarán mediante la fórmula:

$$V^2 = 127 * R * (f_t + p/100)$$

Siendo:
V = velocidad (km/h).
R=radio de la circunferencia (m).
f_t = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.
p=peralte (%).

Para toda curva circular en el tronco de la calzada no se sobrepasarán los valores de f_t de la tabla.

Tabla 3 relación velocidad-coeficiente de rozamiento transversal

V (Km/h)	**f_t**
40	0.180
50	0.166
60	0.151
70	0.137
80	0.122
90	0.113
100	0.104
110	0.096
120	0.087
130	0.078
140	0.069
150	0.060

En la siguiente tabla se incluye la relación entre los radios y peraltes correspondientes a diferentes velocidades específicas. La utilización sistemática de curvas circulares cuya velocidad específica coincida con la velocidad de proyecto se justificará adecuadamente.

Tabla 4 relación velocidad- radio-peralte en curvas circulares

Velocidad especifica (Km/h)	**Radio (m)**	**Peralte (%)**
80	250	8.00
85	300	8.00
90	350	8.00

95	400	8.00
100	450	8.00
105	500	8.00
110	550	8.00
115	600	8.00
120	700	8.00
125	800	7.51
130	900	6.97
135	1050	6.25
140	1250	5.49
145	1475	4.84
150	1725	4.29

2.3. Curvas de transición

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

FORMA Y CARACTERÍSTICAS

Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:
$R * L = A^2$

Siendo:

R=radio de curvatura en un punto cualquiera.
L=longitud de la curva entre su punto de inflexión (R = ∞) y el punto de radio R.
A=parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Otros valores a considerar son:

- R_o = radio de la curva circular contigua.
- L_o=longitud total de la curva de transición.
- ΔR_o = retranqueo de la curva circular.
- X_o, Y_o = coordenadas del punto de unión de la clotoide y de la curva circular, referidas a la tangente y normal a la clotoide en su punto de inflexión.
- Xm, Ym= coordenadas del centro de la curva circular (retranqueada) respecto a los mismos ejes.
- α_L = ángulo de desviación que forma la alineación recta del trazado con la tangente en un punto de la clotoide.

En radianes: $\alpha_L = \frac{L}{2R}$
En grados centesimales: $\alpha_L = 31.83 * \frac{L}{R}$

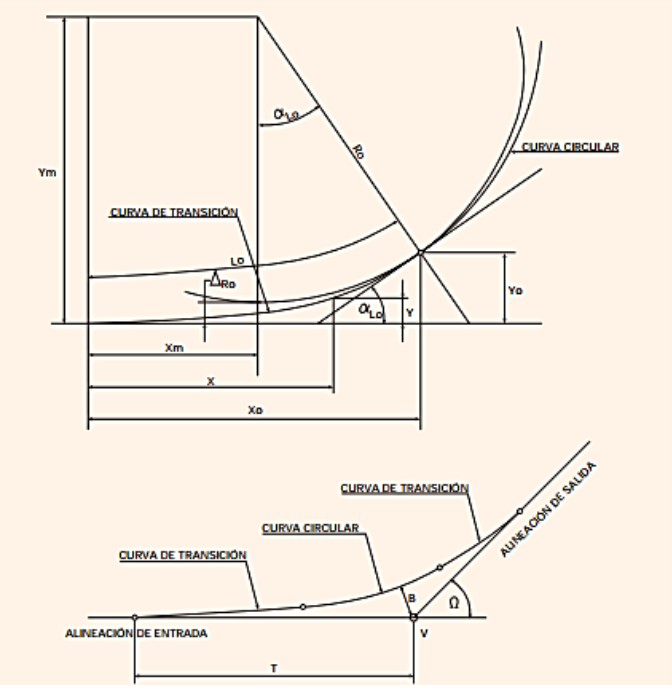
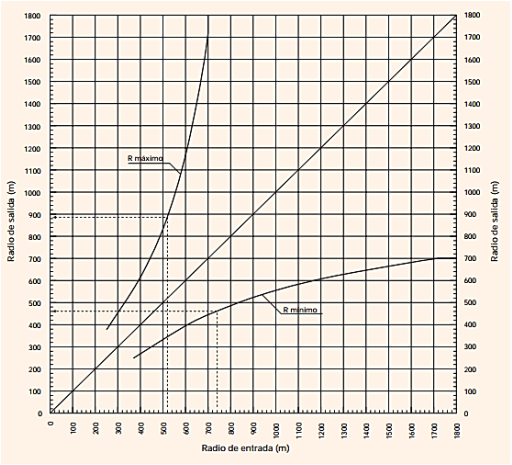


Ilustración 1 Esquema Transición Curva

Tabla 5 relación entre los radios de entrada y salida



2.4. Coordinación entre elementos de trazado

En autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100, cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a 400 m, el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que 700 m. en la siguiente tabla se ve la relación del radio de entrada con el radio de salida.

2.5. Coordenadas ejes

Para visualizar la geometría del nuevo trazado a proyectar se muestra el replanteo en planta del eje del túnel modelado con el programa de diseño tridimensional AutoCAD Civil 3D 2013, mostrándose los ejes Sur- Norte y Norte- Sur a proyectar con sus correspondientes accesos a las carreteras existente. Dichos accesos no se detallaran en el presente proyecto.

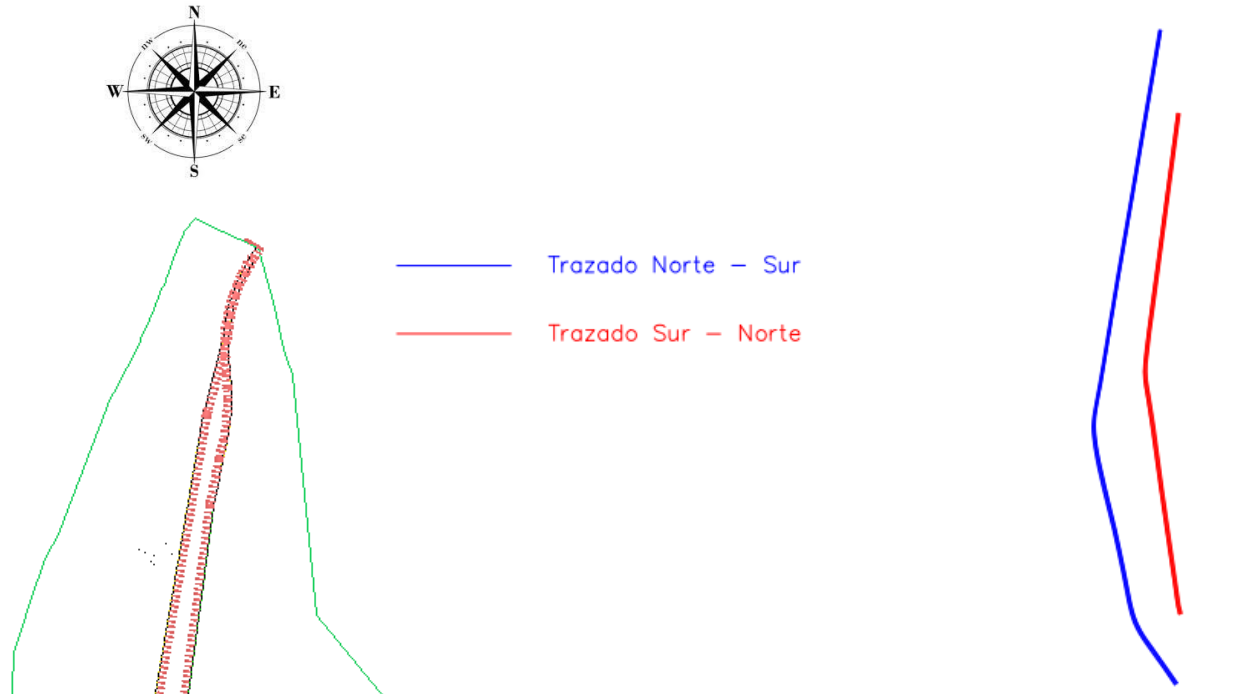


Ilustración 2 Eje a Proyectar con Accesos a vías existentes

Ilustración 3 Trazado Túneles a Proyectar

TRAZADO A PROYECTAR

Se procede a la definición de los puntos principales del eje de los túneles a proyectar, para ello se han tomado puntos del trazado cada 20 metros y se ha especificado que tipo de alineación existe en dicho segmento.

Eje Sur Norte

PK	*X*	*Y*	*Z*	*Alineación*	*Radio (m)*
PK 1+016	415.923.903	4.800.794.217	53,2	A. Recta	0
PK 1+020	415.922.103	4.800.795.719	52,82	A. Recta	0
PK 1+040	415.917.739	4.800.815.232	52,44	A. Recta	0
PK 1+060	415.914.717	4.800.835.001	52,06	A. Recta	0

PK 1+080	415.911.859	4.800.854.796	51,68	A. Recta	0
PK 1+100	415.909.002	4.800.874.590	51,3	A. Recta	0
PK 1+120	415.906.145	4.800.894.385	50,92	A. Recta	0
PK 1+140	415.903.288	4.800.914.180	50,54	A. Recta	0
PK 1+160	415.900.430	4.800.933.975	50,16	A. Recta	0
PK 1+180	415.897.573	4.800.953.770	49,78	A. Recta	0
PK 1+200	415.894.716	4.800.973.565	49,4	A. Recta	0
PK 1+220	415.891.859	4.800.993.360	49,02	A. Recta	0
PK 1+240	415.889.001	4.801.013.154	48,64	A. Recta	0
PK 1+260	415.886.144	4.801.032.949	48,26	A. Recta	0
PK 1+280	415.883.287	4.801.052.744	47,88	A. Recta	0
PK 1+300	415.880.430	4.801.072.539	47,5	A. Recta	0
PK 1+320	415.877.573	4.801.092.334	47,12	A. Recta	0
PK 1+340	415.874.715	4.801.112.129	46,74	A. Recta	0
PK 1+360	415.871.858	4.801.131.924	46,36	A. Recta	0
PK 1+380	415.869.001	4.801.151.718	45,98	A. Recta	0
PK 1+400	415.866.144	4.801.171.513	45,6	A. Recta	0
PK 1+420	415.863.286	4.801.191.308	45,22	A. Recta	0
PK 1+440	415.860.429	4.801.211.103	44,84	A. Recta	0
PK 1+460	415.857.572	4.801.230.898	44,46	A. Recta	0
PK 1+480	415.854.715	4.801.250.693	44,08	A. Recta	0
PK 1+500	415.851.858	4.801.270.488	43,7	A. Recta	0
PK 1+520	415.849.000	4.801.290.282	43,32	A. Recta	0
PK 1+540	415.846.143	4.801.310.077	42,94	A. Recta	0
PK 1+560	415.843.286	4.801.329.872	42,56	A. Recta	0
PK 1+580	415.840.429	4.801.349.667	42,18	A. Recta	0
PK 1+600	415.837.571	4.801.369.462	41,8	A. Recta	0
PK 1+620	415.834.714	4.801.389.257	41,42	A. Recta	0
PK 1+640	415.829.000	4.801.428.846	41,04	A. Recta	0
PK 1+660	415.826.142	4.801.448.641	40,66	A. Recta	0
PK 1+680	415.823.285	4.801.468.436	40,28	A. Recta	0
PK 1+700	415.820.428	4.801.488.231	39,9	A. Recta	0
PK 1+720	415.817.571	4.801.508.026	39,52	A. Recta	0
PK 1+740	415.814.714	4.801.527.821	39,14	A. Recta	0
PK 1+760	415.811.973	4.801.547.631	38,76	A. Recta	0
PK 1+780	415.810.522	4.801.567.573	38,38	A. Clotoide	450
PK 1+800	415.810.669	4.801.587.567	38	A. Clotoide	450
PK 1+820	415.812.414	4.801.607.486	37,62	A. Clotoide	450
PK 1+840	415.815.057	4.801.627.310	37,24	A. Recta	0
PK 1+860	415.817.704	4.801.647.134	36,86	A. Recta	0
PK 1+880	415.820.351	4.801.666.958	36,48	A. Recta	0
PK 1+900	415.822.998	4.801.686.782	36,1	A. Recta	0
PK 1+920	415.825.645	4.801.706.606	35,72	A. Recta	0

PK 1+940	415.828.292	4.801.726.431	35,34	A. Recta	0
PK 1+960	415.830.939	4.801.746.255	34,96	A. Recta	0
PK 1+980	415.833.586	4.801.766.079	34,58	A. Recta	0
PK 2+000	415.836.233	4.801.785.903	34,2	A. Recta	0
PK 2+020	415.838.879	4.801.805.727	33,82	A. Recta	0
PK 2+040	415.841.526	4.801.825.551	33,44	A. Recta	0
PK 2+060	415.844.173	4.801.845.375	33,06	A. Recta	0
PK 2+080	415.846.820	4.801.865.199	32,68	A. Recta	0
PK 2+100	415.849.467	4.801.885.023	32,3	A. Recta	0
PK 2+120	415.852.114	4.801.904.847	31,92	A. Recta	0
PK 2+140	415.854.761	4.801.924.671	31,54	A. Recta	0
PK 2+160	415.857.408	4.801.944.495	31,16	A. Recta	0
PK 2+180	415.860.055	4.801.964.319	30,78	A. Recta	0
PK 2+200	415.862.702	4.801.984.143	30,4	A. Recta	0
PK 2+220	415.865.349	4.802.003.967	30,02	A. Recta	0
PK 2+240	415.867.996	4.802.023.792	29,64	A. Recta	0
PK 2+260	415.870.643	4.802.043.616	29,26	A. Recta	0
PK 2+280	415.873.290	4.802.063.440	28,88	A. Recta	0
PK 2+300	415.875.937	4.802.083.264	28,5	A. Recta	0
PK 2+320	415.878.584	4.802.103.088	28,12	A. Recta	0
PK 2+340	415.881.231	4.802.122.912	27,74	A. Recta	0
PK 2+360	415.883.878	4.802.142.736	27,36	A. Recta	0
PK 2+380	415.886.525	4.802.162.560	26,98	A. Recta	0
PK 2+400	415.889.171	4.802.182.384	26,6	A. Recta	0
PK 2+420	415.891.818	4.802.202.208	26,22	A. Recta	0
PK 2+440	415.894.465	4.802.222.032	25,84	A. Recta	0
PK 2+460	415.897.112	4.802.241.856	25,46	A. Recta	0
PK 2+480	415.899.759	4.802.261.680	25,08	A. Recta	0
PK 2+500	415.902.406	4.802.281.504	24,7	A. Recta	0
PK 2+520	415.905.053	4.802.301.329	24,32	A. Recta	0
PK 2+540	415.907.700	4.802.321.153	23,94	A. Recta	0
PK 2+560	415.910.347	4.802.340.977	23,56	A. Recta	0
PK 2+580	415.912.994	4.802.360.801	23,18	A. Recta	0
PK 2+600	415.915.641	4.802.380.625	22,8	A. Recta	0
PK 2+620	415.918.288	4.802.400.449	22,42	A. Recta	0
PK 2+640	415.882.702	4.802.408.928	22,04	A. Recta	0
PK 2+645	415.844.760	4.802.414.732	21,66	A. Recta	0

Eje Norte Sur

PK	*X*	*Y*	*Z*	*Alineación*	*Radio (m)*
PK 0+760	415.860.914	4.802.670.507	3	A. Recta	0
PK 0+780	415.857.546	4.802.650.793	2,69	A. Recta	0

PK 0+800	415.854.177	4.802.631.079	2,38	A. Recta	0
PK 0+820	415.850.809	4.802.611.365	2,07	A. Recta	0
PK 0+840	415.847.440	4.802.591.650	1,76	A. Recta	0
PK 0+860	415.844.072	4.802.571.936	1,45	A. Recta	0
PK 0+880	415.840.703	4.802.552.222	1,14	A. Recta	0
PK 0+900	415.837.335	4.802.532.507	1,14	A. Recta	0
PK 0+920	415.833.966	4.802.512.793	1,14	A. Recta	0
PK 0+940	415.830.598	4.802.493.079	1,14	A. Recta	0
PK 0+960	415.827.229	4.802.473.365	1,14	A. Recta	0
PK 0+980	415.823.861	4.802.453.650	1,14	A. Recta	0
PK 1+ 000	415.820.492	4.802.433.936	1,14	A. Recta	0
PK 1+020	415.817.123	4.802.414.222	1,14	A. Recta	0
PK 1+ 040	415.813.755	4.802.394.507	1,14	A. Recta	0
PK 1+ 060	415.810.386	4.802.374.793	1,14	A. Recta	0
PK 1+ 080	415.807.018	4.802.355.079	1,14	A. Recta	0
PK 1+ 100	415.803.649	4.802.335.365	1,14	A. Recta	0
PK 1+ 120	415.807.018	4.802.355.079	1,68	A. Recta	0
PK 1+ 140	415.803.649	4.802.335.365	2,22	A. Recta	0
PK 1+ 160	415.800.281	4.802.315.650	2,76	A. Recta	0
PK 1+ 180	415.796.912	4.802.295.936	3,3	A. Recta	0
PK 1+ 200	415.793.544	4.802.276.222	3,84	A. Recta	0
PK 1+ 220	415.790.175	4.802.256.507	4,38	A. Recta	0
PK 1+ 240	415.786.807	4.802.236.793	4,92	A. Recta	0
PK 1+ 260	415.783.438	4.802.217.079	5,46	A. Recta	0
PK 1+ 280	415.780.070	4.802.197.365	6	A. Recta	0
PK 1+ 300	415.776.701	4.802.177.650	6,54	A. Recta	0
PK 1+ 320	415.773.332	4.802.157.936	7,08	A. Recta	0
PK 1+ 340	415.769.964	4.802.138.222	7,62	A. Recta	0
PK 1+ 360	415.766.595	4.802.118.507	8,16	A. Recta	0
PK 1+ 380	415.763.227	4.802.098.793	8,7	A. Recta	0
PK 1+ 400	415.759.858	4.802.079.079	9,24	A. Recta	0
PK 1+ 420	415.756.490	4.802.059.365	9,78	A. Recta	0
PK 1+ 440	415.753.121	4.802.039.650	10,32	A. Recta	0
PK 1+ 460	415.749.753	4.802.019.936	10,86	A. Recta	0
PK 1+ 480	415.746.384	4.802.000.222	11,4	A. Recta	0
PK 1+ 500	415.743.016	4.801.980.507	11,94	A. Recta	0
PK 1+ 520	415.739.647	4.801.960.793	12,48	A. Recta	0
PK 1+ 540	415.736.279	4.801.941.079	13,02	A. Recta	0
PK 1+ 560	415.732.910	4.801.921.365	13,56	A. Recta	0
PK 1+ 580	415.729.542	4.801.901.650	14,1	A. Recta	0
PK 1+ 600	415.726.173	4.801.881.936	14,64	A. Recta	0
PK 1+ 620	415.722.804	4.801.862.222	15,18	A. Recta	0
PK 1+ 640	415.719.436	4.801.842.507	15,72	A. Recta	0

PK 1+ 660	415.716.067	4.801.822.793	16,26	A. Recta	0
PK 1+ 680	415.712.699	4.801.803.079	16,8	A. Recta	0
PK 1+ 700	415.709.330	4.801.783.365	17,34	A. Recta	0
PK 1+ 720	415.705.962	4.801.763.650	17,88	A. Recta	0
PK 1+ 740	415.702.593	4.801.743.936	18,42	A. Recta	0
PK 1+ 760	415.699.225	4.801.724.222	18,96	A. Recta	0
PK 1+ 780	415.695.856	4.801.704.507	19,5	A. Recta	0
PK 1+ 800	415.692.488	4.801.684.793	20,04	A. Recta	0
PK 1+ 820	415.689.119	4.801.665.079	20,58	A. Recta	0
PK 1+ 840	415.685.751	4.801.645.365	21,12	A. Recta	0
PK 1+ 860	415.682.382	4.801.625.650	21,66	A. Recta	0
PK 1+ 880	415.679.013	4.801.605.936	22,2	A. Recta	0
PK 1+ 900	415.675.645	4.801.586.222	22,74	A. Recta	0
PK 1+ 920	415.672.276	4.801.566.507	23,28	A. Recta	0
PK 1+ 940	415.668.908	4.801.546.793	23,82	A. Recta	0
PK 1+ 960	415.665.539	4.801.527.079	24,36	A. Recta	0
PK 1+ 980	415.662.171	4.801.507.365	24,9	A. Recta	0
PK 2+000	415.658.802	4.801.487.650	25,44	A. Recta	0
PK 2+020	415.655.434	4.801.467.936	25,98	A. Recta	0
PK 2+040	415.652.065	4.801.448.222	26,52	A. Recta	0
PK 2+060	415.648.716	4.801.428.504	27,06	A. Clotoide	450
PK 2+080	415.646.386	4.801.408.646	27,6	A. Clotoide	450
PK 2+100	415.645.650	4.801.388.665	28,14	A. Clotoide	450
PK 2+120	415.646.514	4.801.368.689	28,68	A. Clotoide	450
PK 2+140	415.648.971	4.801.348.846	29,22	A. Clotoide	450
PK 2+160	415.652.899	4.801.329.238	29,76	A. Clotoide	450
PK 2+180	415.657.137	4.801.309.692	30,3	A. Recta	0
PK 2+200	415.661.376	4.801.290.147	30,84	A. Recta	0
PK 2+220	415.665.614	4.801.270.601	31,38	A. Recta	0
PK 2+240	415.669.853	4.801.251.055	31,92	A. Recta	0
PK 2+260	415.674.092	4.801.231.509	32,46	A. Recta	0
PK 2+280	415.678.330	4.801.211.964	33	A. Recta	0
PK 2+300	415.682.569	4.801.192.418	33,54	A. Recta	0
PK 2+320	415.686.807	4.801.172.872	34,08	A. Recta	0
PK 2+340	415.691.046	4.801.153.327	34,62	A. Recta	0
PK 2+360	415.695.284	4.801.133.781	35,16	A. Recta	0
PK 2+380	415.699.523	4.801.114.235	35,7	A. Recta	0
PK 2+400	415.703.761	4.801.094.690	36,24	A. Recta	0
PK 2+420	415.708.000	4.801.075.144	36,78	A. Recta	0
PK 2+440	415.712.238	4.801.055.598	37,32	A. Recta	0
PK 2+460	415.716.477	4.801.036.052	37,86	A. Recta	0
PK 2+480	415.720.716	4.801.016.507	38,4	A. Recta	0
PK 2+500	415.724.954	4.800.996.961	38,94	A. Recta	0

PK 2+520	415.729.193	4.800.977.415	39,48	A. Recta	0
PK 2+540	415.733.431	4.800.957.870	40,02	A. Recta	0
PK 2+560	415.737.670	4.800.938.324	40,56	A. Recta	0
PK 2+580	415.741.908	4.800.918.778	41,1	A. Recta	0
PK 2+600	415.746.147	4.800.899.232	41,64	A. Recta	0
PK 2+620	415.750.385	4.800.879.687	42,18	A. Recta	0
PK 2+640	415.754.624	4.800.860.141	42,72	A. Recta	0
PK 2+660	415.758.863	4.800.840.595	43,26	A. Recta	0
PK 2+680	415.763.101	4.800.821.050	43,8	A. Recta	0
PK 2+700	415.767.347	4.800.801.505	44,34	A.Clotoide	450
PK 2+720	415.772.507	4.800.782.188	44,88	A.Clotoide	450
PK 2+740	415.779.195	4.800.763.345	45,42	A.Clotoide	450
PK 2+760	415.787.367	4.800.745.097	45,96	A.Clotoide	450
PK 2+780	415.796.971	4.800.727.560	46,5	A.Clotoide	450
PK 2+800	415.807.943	4.800.710.844	47,04	A.Clotoide	450
PK 2+820	415.819.485	4.800.694.511	47,58	A. Recta	0
PK 2+840	415.831.028	4.800.678.178	48,12	A. Recta	0
PK 2+860	415.842.570	4.800.661.845	48,66	A. Recta	0
PK 2+880	415.854.113	4.800.645.512	49,2	A. Recta	0
PK 2+900	415.865.655	4.800.629.178	49,74	A. Recta	0
PK 2+920	415.877.198	4.800.612.845	50,28	A. Recta	0
PK 2+940	415.888.740	4.800.596.512	50,82	A. Recta	0
PK 2+960	415.900.283	4.800.580.179	51,36	A. Recta	0
PK 2+980	415.911.313	4.800.563.521	51,9	A. Recta	0
PK 3+000	415.922.688	4.800.533.842	52,44	A. Recta	0

3. Trazado en alzado

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

Para la definición del alzado se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

- En carreteras de calzadas separadas:
  - La definición del alzado podrá ser común para ambas calzadas, o diferente para cada una de ellas. En general el eje que lo defina coincidirá con el borde interior del carril más próximo a la mediana.
  - Cuando se prevea un aumento de carriles a costa de la mediana, se considerará la conveniencia de adoptar el eje considerando la sección transversal ampliada.
- En carreteras de calzada única:
  - El eje que define el alzado, coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

3.1. Inclinación de las rasantes

Los túneles de longitud igual o menor que quinientos metros (500 m) tendrán una sola inclinación de la rasante, salvo justificación en contrario.

En carreteras de calzadas separadas, se evitarán rampas mayores del tres por ciento (3%), y pendientes mayores del cinco por ciento (5%). En carreteras de calzada única, se evitarán inclinaciones de rasante mayores del tres por ciento (3%).

Cuando la longitud del túnel sea mayor que quinientos metros (500 m), la inclinación de la rasante será objeto de un estudio específico.

En general, la combinación de inclinación y longitud de las rampas en túneles, deberá ser tal que no obligue al diseño de carriles adicionales.

En cualquier caso, salvo justificación en contrario, el trazado en alzado del túnel será tal que en toda su longitud la velocidad de los vehículos pesados no sea inferior a sesenta kilómetros por hora (60 km/h).

3.2. Acuerdos verticales

La curva de acuerdo será una parábola de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 * k_v}$$

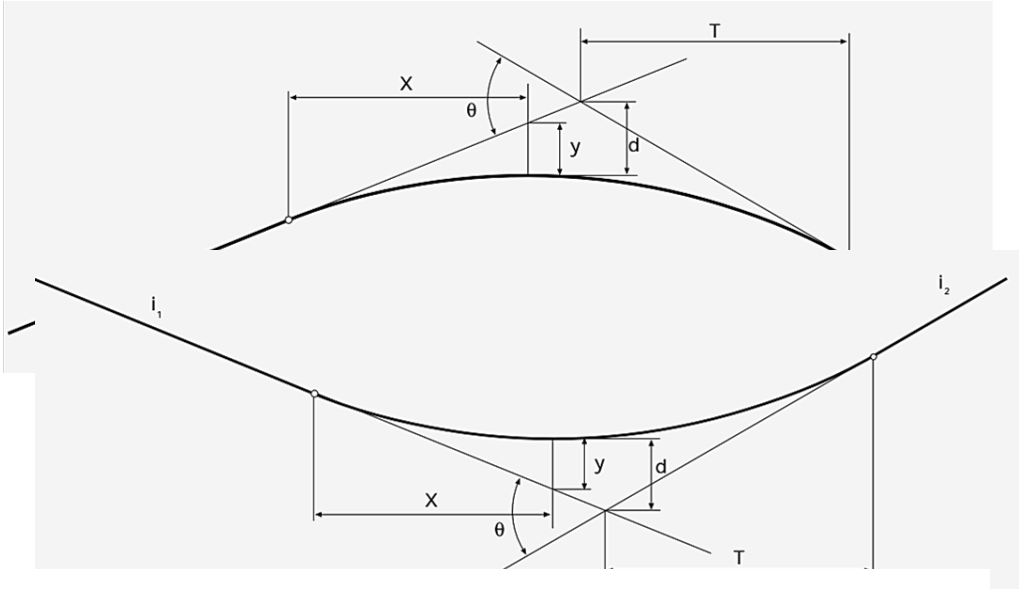


Ilustración 4 Acuerdos verticales

Siendo K_{vel} radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente «parámetro».

Definiendo θ como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumplirá que:

$$Kv = \frac{L}{\Theta}$$

Siendo L la longitud de la curva y $T = \frac{L}{2}$

3.3. Perfiles longitudinales

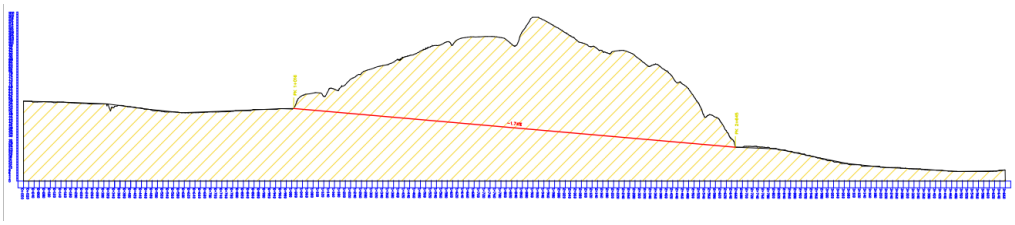


Ilustración 5 Perfil Longitudinal Eje Sur Norte

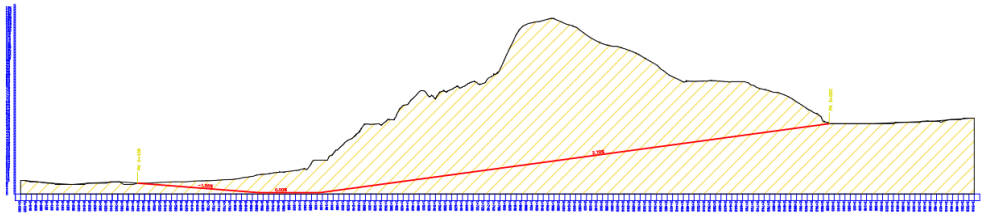


Ilustración 6 Perfil Longitudinal Eje Norte Sur

4. Sección Transversal

La sección transversal se fijará en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, situado 20 años después de la entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que no será inferior a la hora 30, ni superior a la hora 150.

Se considerará justificación suficiente de las características generales de la sección transversal (no de las características de detalle), el que éstas se hayan definido en un estudio de carreteras debidamente aprobado.

En los túneles, salvo expresa justificación en contrario, se adoptarán las siguientes secciones:

- **Carreteras de calzadas separadas:**

Calzada con dos carriles sin previsión de ampliación

La sección tipo estará formada por:

- *arcén 1,0 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén 2,5 m = 10,5 m*

(Esta sección permitiría el paso de tres carriles sin arcenes)

Para los túneles en los que la velocidad esté limitada o controlada mediante señalización variable, con tráfico poco intenso (saturación a más de 20 años) o en terrenos geológicamente desfavorables se podrá justificar la reducción a una sección más estricta no inferior a:

- *arcén 0,5 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén 1,0 m = 8,5 m*

Aunque no se permita el tránsito de peatones, se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho, para facilitar las operaciones de conservación.

Calzada con dos carriles con previsión de ampliación a tres carriles

La sección tipo una vez ampliada será:

- *arcén 1,0 m + 3 carriles de 3,5 m + arcén 1,0 m = 12,5 m*

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de 12,5 m una sección de:

- *arcén 1,0 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén 2,5 m = 10,5 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Calzada con tres carriles

La sección tipo será:

- *arcén 1,0 m + 3 carriles de 3,5 m + arcén 1,0 m = 12,5 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

- **Carreteras de calzada única:**

La sección tipo será simétrica, sin espacio para la detención de un vehículo en el arcén; se incluirá en las vías rápidas y en las carreteras C-100 y C-80 una zona intermedia cebreada en la que no se permitirá la circulación de vehículos, que evite la reducción excesiva de velocidad y reduzca la posibilidad de invasión del carril contrario.

La sección tipo será:

Vías rápidas

- *arcén 1,0 m + carril 3,5 m + zona intermedia 1,5 m + carril 3,5 m + arcén 1,0 m = 10,5 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-100 y C-80

- *arcén 1,0 m + carril 3,5 m + zona intermedia 1,0 m + carril 3,5 m + arcén 1,0 m = 10,0 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-60

- *arcén 1,0 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén 1,0 m = 9,0 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-40 con carriles de 3,50 metros

- *arcén 0,50 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén 0,50 m = 8,0 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-40 con carriles de 3 metros

- *arcén 0,50 m + 2 carriles de 3,0 m + arcén 0,50 m = 7,0 m*

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Tabla 6 anchuras de la plataforma de los túneles sin incluir las aceras elevadas

	Tipo de Carretera	*Sección Normal (m)*	*Túnel (m)*
Calzadas separadas	2 carriles sin posible ampliación	1,0 / 2 * 3,5 / 2,5 = 10,5	1,0 / 2 * 3,5 / 2,5 = 10,5
	2 carriles con posible ampliación	1,0 / 3 * 3,5 / 2,5 = 14,0 AMP	1,0 / 3 * 3,5 / 1,0 = 12,5
	3 carriles	1,0 / 3,5 * 3 / 2,5 = 14,0	1,0 / 3 * 3,5 /1,0 =12,5
	Vías Rápidas	2,5 / 2,5 * 3,5 / 2,5 = 12,0	1,0 / 3,5 / 1,5 / 3,5 / 1,0
Carreteras convencionales	C-100 con arcenes de 2,50 m	2,5 / 2,5 * 3,5 / 2,5 = 12,0	1,0 / 3,5 / 1,5 / 3,5 / 1,0
	C-100 y C-80 con arcenes de 1,50 m	1,5 / 2 * 3,5 / 1,5 = 10,0	1,5 / 2 * 3,5 / 1,5 = 10,0
	C-60 con arcenes de 1,50 m	1,5 / 2 *3,5 / 1,5 = 10,0	1,0 / 2 * 3,5 / 1,0 = 9,0
	C-60 con arcenes de 1,00 m	1,0 / 2 * 3,5 / 1,0 = 9,0	1,0 / 2 * 3,5 / 1,0 = 9,0
	C-40 con carriles de 3,50 m	0,5 / 2 * 3,5 / 0,5 = 8,0	0,5 / 2 * 3,5 / 0,5 = 8,0
	C-40 con carriles de 3,00 m	0,5 / 2 * 3,0 / 0,5 = 7,0	0,5 / 2 * 3,0 / 0,5 = 7,0

4.1. Altura libre

La altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma no será inferior a cinco metros y treinta centímetros (5,30 m) en carreteras interurbanas y a cinco metros (5 m) en carreteras urbanas.

La altura libre mínima bajo pasarelas, pórticos o banderolas, sobre cualquier punto de la plataforma, no será inferior a cinco metros y medio (5,50 m).

En túneles la altura libre no será inferior a cinco metros (5 m) en ningún punto de la plataforma ni en las zonas accesibles a los vehículos.

Cualquier modificación de las alturas libres mínimas prescritas en este apartado deberá ser debidamente justificada.

4.2. Sección tipo túnel

Con los datos obtenidos de la normativa existente se realiza la sección del túnel a proyectar el cual constara de 10,5 metros de ancho y una altura superior a 5,5 m, con 1,42 metros de relleno de materiales descritos previamente que estabilidad al terreno.

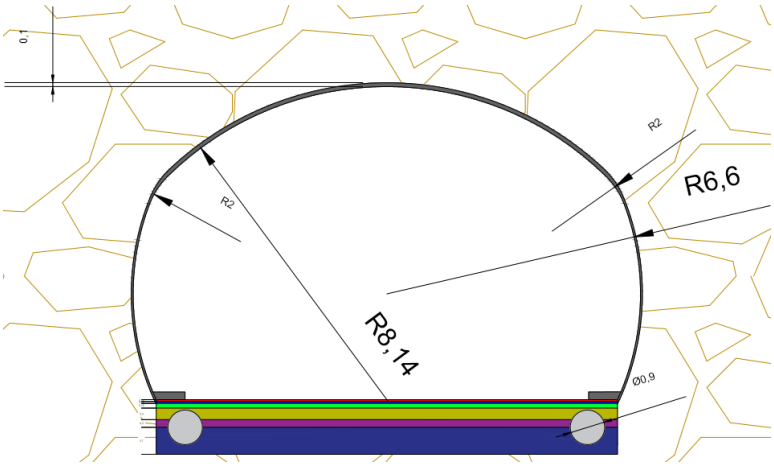


Ilustración 7 Esquema Sección Tipo Túnel

4.3. Firmes

Base del firme

El dimensionamiento del firme se realiza a partir de los estudios de trafico estimados por el promotor y, que actualmente se estiman 200 vehiculos pesados / carril, al tratarse de una ruta de transporte de vehículos pesados ya que comunica el Santander con la Meseta.

Al tratarse de un proyecto de construcción de un nuevo tramo de carretera, la principal actuación a proyectar será la formación de firme nuevo, ya que en la traza discurrirá por zonas en las que actualmente no existe ningún tipo de via con firme consolidado.

Observando los materiales existentes en la zona, la explanada se engloba en la categoría E25, definida por la Direccion de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria.

Esta categoría de explanación de caracteriza por lo siguiente:

- Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga Ev2 ≥ 200 MPa.
- Relación entre mdulos de compresibilidad del segundo ciclo y primer ciclo de carga K (Ev2/Ev1) para una densidad exigida < 103% PM ≤ 2,5 si Ev1 < 120 MPa.
- Deflexión patrón ≤ $160x10^{-2}$ mm.

Para asegurarse de la formación de esta explanada en las zonas exteriores al túnel, se extiende una capa de 70 cm. De espesor de material para pedraplén de 300 mm. De tamaño máximo.

Además sobre esta capa de material para pedraplén se extenderá una capa de 30 cm. De zahorra artificial con el fin de regularizar la superficie resultante.

Sección del firme nuevo

El trazado soportara una categoría de trafico T2.

El firme cumplirá con los requisitos definidos en los Detalles Constructivos para una categoría de tráfico T2 que consta de las capas que a continuación se enumeran:

- 22 cm de mezcla bituminosa en caliente distribuida en tres capas.
  - Mezcla bituminosa en caliente en capa de base.
  - Mezcla bituminosa en caliente en capa intermedia.
  - Mezcla bituminosa en Caliente en capa base.
- 20 cm de zahorra en capa base granular.

Además, se extiende una capa de 70 cm de espesor de materil para pedraplen procedente de cantera o de la propia obra, de 300 mm de tamaño máximo para mejorar la capacidad portante de la explanada. Sobre esta capa de pedraplén se extenderá una capa de 10 cm de zahorra artificial con el fin de regularizar la superficie resultante.

El paquete definido se concreta para el caso del presente Proyecto en el siguiente paquete de firme:

- 70 cm de capa de material para pedraplen procedente de cantera o de la propia obra, de 300 mm de tamaño máximo en las zonas exteriores al túnel.
- 20 cm de base granular de zahorra artificial, ZA (25) en capa de regulación en las zonas exteriores al túnel.
- 30 cm de Hormigón HM-20
- 12 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 base 50/70 S en capa de base.
- 5 cm de mezcla bituminos en caliente tipo AC 22 bin 50/70 S en capa intermedia.
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 16 surf 50/70 S en capa de rodadura.

Para los arcenes se empleara la misma sección de firme que el resto de la calzada. Su ejecución se realizará de manera simultánea a la de la calzada sin junta longitudinal entre ambas.

Además, deberá procederse a realizar los siguientes riegos:

- Riego de imprimación, consistente en una emulsión catiónica tipo ECI, con una dotación de 1,50 kg/m2, a extender sobre la base granular con carácter previo al extendido de la primera capa de mezcla bituminosa.
- Riego de adherencia, a base de emulsión catiónica de rotura rápida, tipo ECR-1, con una dotación de 0,40 kg/m^2, a realizar antes del extendido de la capa intermedia o la capa de rodadura.

5. Conclusiones

- La velocidad máxima de circulación será de 100 km/h, con un ancho de vía de 10,5 m y una altura libre mayor de 5,5 m, presentando un paquete de firmes de 1,42 metros.
- La longitud del trazado Sur-Norte y Norte-Sur serán respectivamente de 1629 m y 2260 m, distancia entre emboquilles.

ANEJO Nº10

"Servicios afectados"

INDICE

1. Servicios afectados

1. Servicios afectados

Se deberá tener presente aquellos edificios que se verán afectados durante la realización de la obra, y puedan verse afectados por las vibraciones, la existencia de polvo en el ambiente y el ruido.

A continuación se muestra una tabla con aquellos edificios que pueden ser afectados:

Ilustración 1 Zonas afectadas

Tabla 1 Listado de los servicios afectados

Tipo de edificio	Edificio	Distancia
Edificio industriales	**Solvay Química S.L.**	**2 Km**
Edificio industriales	**Sniace**	**1,5 Km**
Edificio industriales	**Aspla**	**1,5 Km**
Edificio historico	**Nuestra señora de la Paz**	**2,5 Km**
Edificio historico	**Iglesia de la asunción**	**1,5 Km**
Edificio historico	**Iglesia de la virgen grande**	**2 Km**
Edificio historico	**Ayuntamiento de Torrelavega**	**2 Km**
Edificio historico	**Feria de Muestras de Torrelavega**	**1,5 Km**
Edificio historico	**Estación de FEVE**	**2 Km**
Edificio historico	**Estación de RENFE**	**4,5 Km**
Edificio historico	**Mercado de ganados**	**2,5 Km**
Viviendas	**Viviendas unifamiliares**	**< 500 m**
Nucleos de Viviendas	**Barreda**	**500 m**
Nucleos de Viviendas	**Torrelavega**	**1,5 Km**
Nucleos de Viviendas	**Sierrapando**	**2 Km**

ANEJO Nº11

"*P*roceso de ejecución del túnel y servicios afectados durante la explotación"

INDICE

1. **Interpretación Geotécnica del Terreno**
2. **Excavación**
   - **2.1. Recomendaciones de excavación**
   - **2.2. Determinación del método de excavación**
     - **2.2.1. Recomendaciones de excavación**
     - **2.2.2. Comentario sobre la longitud de pase**
     - **2.2.3. Comentarios sobre el método de excavación**
     - **2.2.4. Solución de excavación adoptada**
3. **Diseño de la voladura**
   - **3.1. Voladuras de interior**
     - **3.1.1. Avance de galería**
     - **3.1.2. Avance de la pega**
     - **3.1.3. Proyecciones**
     - **3.1.4. Tipos de cueles**
     - **3.1.5. Destroza**
     - **3.1.6. Recorte**
     - **3.1.7. Zapatera**
     - **3.1.8. Modo de ejecución**
   - **3.2. Calculo de la voladura**
   - **3.3. Calculo del circuito eléctrico**
4. **Sostenimiento**
   - **4.1. Nivel de Proyecto**
   - **4.2. Curva característica del terreno**
   - **4.3. Curva de Sostenimiento**
   - **4.4. Comentarios sobre el sostenimiento**
     - **4.4.1. Emboquille**
     - **4.4.2. Avance del túnel**
   - **4.5. Solución de Sostenimiento adoptada**
     - **4.5.1. Emboquille**
     - **4.5.2. Avance del túnel**
   - **4.6. Revestimiento**
5. **Medias de refuerzo del túnel**
6. **Ventilación**
   - **6.1. Introducción**
   - **6.2. Tipos de ventilación para la ejecución del túnel**
     - **6.2.1. Ventilación suplante**
     - **6.2.2. Ventilación aspirante**
     - **6.2.3. Ventilación suplante-aspirante**
     - **6.2.4. Esquema de ventilación elegido**
   - **6.3. Caudal de aire necesario en la construcción del túnel**
     - **6.3.1. Dilución de los gases de escape de los motores diésel**
     - **6.3.2. Ventilación del polvo**
   - **6.4. Potencia necesaria para la ventilación en la ejecución de túnel**

6.4.1. Perdidas de carga en la tubería
6.4.2. Perdidas de carga en el túnel
6.4.3. Perdidas de carga en singularidades y obstáculos
6.4.4. Perdidas de carga debida a las tuberías de ventilación
6.4.5. Perdidas de carga debida a obstáculos
6.5. Cálculos realizados
6.5.1. Caudal en el frente
6.5.2. Caudal necesario para la dilución de los gases de escape
6.5.3. Caudal necesario para la ventilación del polvo
6.5.4. Cálculos de la potencia necesaria para la ventilación
7. Instalaciones eléctricas
7.1. Introducción
7.2. Planteamiento general
7.3. Balance de potencia
8. Drenaje
8.1. Equipo utilizado
8.2. Calculo de potencia
9. Conclusiones

Anexo I

1. Interpretación Geotécnica del Terreno

De los datos obtenidos en el anejo nº4 "Geotecnia y Sismicidad" se puede afirmar que el terreno presenta unas condiciones geotécnicas buenas, ya que no se ha presentado ninguno de los tres problemas principales a gran escala.

Dichos problemas son:

- Excavabilidadad
- Capacidad cortante
- Filtraciones

En primer lugar, en lo relacionado con la excavabilidad, se trata de una roca de una cierta dureza, lo que condiciona el método de excavación de antemano siendo posibles mediante arranque con explosivos, rozadora o martillo hidráulico, descartando el empleo de tuneladoras.

La mejor de las condiciones que se plantean es la perforación de roca competente, la cual se sostiene prácticamente por sí misma y por tanto va a requerir unas medidas de sostenimiento mínimas, las cuales serán abordadas en el anejo de nº8 "Sostenimiento".

En cuanto a las filtraciones de agua, cabe destacar, que debido a las características de los presentes materiales y a la hidrología del lugar, van a predominar los fluidos superficiales y por lo tanto en las labores de arranque rara vez se interceptara una masa de agua, lo cual anula un drenaje subterráneo para combatir las pequeñas filtraciones procedentes del interior del macizo.

2. Excavación

2.1. Recomendaciones de excavación

Se utilizara el RMR, y las subclases definidas por Romana y Bieniawski. Como notas generales habría que puntualizar los siguientes aspectos:

A. Se trata de túneles y obras subterráneas con ancho de excavación entre 10 y 14 metros, que es el más corriente para vías de comunicación (en este caso 10,5 metros). Muchos túneles hidráulicos y de servicio son de ancho menor, por lo que pueden simplificarse las tareas de excavación.
B. La mayoría de estos túneles (de más de 10 metros de anchura) se excava por voladura pero en el futuro se utilizaran más las tuneladoras. Puede recomendarse un de ajuste complementario para los diversos métodos de excavación.
    a. Excavación con TBM RMR = 10
    b. Excavación mecánica RMR = 5
    c. Excavación voladuras RMR = 0
    d. Excavación voladuras RMR = -5 a -10
C. En España el nivel de tensiones tectónicas suele ser bajo y la mayoría de los túneles atraviesas sierras cerca de la cumbrera, a profundidades inferiores a 250 metros. En estas condiciones predomina la tensión vertical, debida al peso. Pero para tensiones tectónicas horizontales, en situaciones complejas, estas recomendaciones pueden no ser adecuadas.

2.2. Determinación del método de excavación

2.2.1. Recomendaciones de excavación

PARTICIÓN DE LA SECCION

BIENAUSKI recomienda la excavación a sección completa para las masas rocosas de buena calidad (RMR > 60). Los avances en la mecanización y la mejora de equipamientos permiten excavar a sección completa con rendimientos altos cuando las necesidades de sostenimiento son reducidas y no se empleen cerchas.

En las categorías medias a malas (20 < RMR < 60) BIENAUSKI recomienda: sección partida en fases y para las muy malas (RMR < 20) galerías múltiples.

Sección completa (RMR > 60):

Posibles a partir de RMR > 50 y recomendable con buena mecanización para RMR > 60

Calota y destroza (RMR > 30):

Posible (con contrabóveda) para 20 < RMR < 30 y recomendable para RMR > 30. El galibo mínimo para el trabajo en la calota suele ser de 4,5/5 metros por lo que en túneles de altura reducida la destroza puede ser muy pequeña (de 1 a 2 metros de altura) y puede eliminarse o convertirse en un tajo de regulación. En general, podrán excavarse completamente por separado la calota y la destroza siempre que la calidad del macizo rocoso no sea mala y hay riesgos de inestabilidad del frente suele ser útil excavar el avance dejando un machón central sin excavar.

Galería de avance (10 < RMR < 40):

Una galería de avance llevada ligeramente por adelantado puede ser útil en terrenos de calidad media y túneles de gran anchura o en terrenos de calidad mala y túneles de ancho medio (10 – 12 metros). Lo normal es llevar algo adelantada esa galería, aunque en cavernas de estaciones y/o hidroeléctricas puede ser útil excavar la galería en toda su longitud, como un último método de reconocimiento del terreno.

Galerías múltiples (0 < RMR < 30):

Se trata del llamado método alemán (con dos o cuatro galerías excavadas previamente en los hastiales) o de métodos más complejos con galerías tangentes excavadas y hormigonadas sucesivamente. Son sistemas adecuados para túneles en macizos rocosos de calidad mala a muy mala (que son una transición a los suelos), con poca cohesión y que necesitan una entibación cerrada.

Contrabóveda (0 < RMR < 30)

Necesaria cuando la sección puede cerrarse por la base. Es un método complementario con todos los demás, que requiere una construcción muy próxima a los frentes de excavación.

2.2.2. Comentarios sobre la longitud de pase:

En la tabla "Recomendaciones para la excavación de túneles" se recogen las longitudes máximas teóricas de excavación según BIENIAWSKI. En el estado actual de la mecanización no son prácticos avances superiores a 5 metros (que son posibles a partir de RMR > 60, lo que coincide con el intervalo donde se puede recomendar la excavación a sección completa).

Para macizos de calidad media mala se recomienda graduar la longitud de pase variándola entre 4 metros (RMR = 60) y 1 metros (20 < RMR < 30). Los macizos de calidad muy mala (20 > RMR) requieren pases muy reducidos inferiores a 1 metro (excepto en el caso en que se haya utilizado paraguas de presostenimiento).

2.2.3. Comentarios sobre el método de excavación

Las recomendaciones sobre el método de excavación se refieren sobre todo a la organización general del túnel y a sus necesidades de sostenimiento, con objeto de obtener unos rendimientos razonables. Cualquier método de excavación es posible en casi todos los casos, pero solo resulta adecuado en determinados intervalos. Por otra parte la dureza y/o abrasividad de la roca pueden suponer una limitación añadida para los métodos de excavación mecánica.

TBM abierto (RMR > 60):

El uso de tuneladoras abiertas es ventajoso cuando las necesidades de sostenimiento son reducidas y ese sostenimiento puede instalarse detrás de la cabeza de perforación. Existen clasificaciones específicas para estos casos pero en general puede esperarse un funcionamiento satisfactorio si el macizo rocoso es de calidad buena (RMR < 60) y tolerable si es de calidad media a buena (50 < RMR <60). Si el RMR es inferior a 50 la excavación se convierte en muy trabajos, y solo tiene sentido económico y de plazo la utilización de TBM abierto si los tramos de mala calidad son de longitud reducida.

Voladura (RMR > 40):

Es el método más versátil, y por lo tanto el más frecuente. Aunque es posible excavar por voladuras terrenos de calidad mala o muy mala, no suele resultar práctico hacerlo.

Rozadora (30 < RMR < 90):

Teóricamente la rozadora (máquina de ataque puntual y cuerpo bajo y compacto) puede utilizarse con gran variedad de terrenos. Sus limitaciones no es la calidad global del macizo rocoso, sino la resistencia mecánica a tracción y a compresión) de la roca matriz. Por otra parte el ciclo de trabajo es más corto (no hay voladura, ni ventilación de los gases de explosión), y además la excavación y el sostenimiento son mucho más compatibles cuando se trabaja con rozadoras que cuando la

excavación se realiza con tuneladoras TBM o por voladura. Por eso pueden utilizarse rozadora con roca de mala calidad (20 < RMR < 30) aunque puede resultar más económico el uso de métodos más simples. Los terrenos de clase I_a (RMR > 90) resultan en general demasiado duros para su excavación con rozadora.

Fresado (RMR < 30):

Cada vez es más frecuente la excavación por fresado con máquinas que montan una fresa de potencia media sobre un brazo de retroexcavadora. En teoría son como rozadoras de pequeño tamaño, pero en la práctica el alcance y la movilidad del brazo facilitan mucho la excavación en secciones anchas, o el perfilado del galibo final. Por eso pueden utilizarse, también, como medio complementario, en masas rocosas de calidad media (30 < RMR < 50).

Escarificado / Pala (RMR < 20):

Los macizos de calidad muy mala pueden excavarse prácticamente como suelos, con palas convencionales y/o escarificarse (por ejemplo para excavar la destroza o la contrabóveda). El método puede usarse, para la destroza, hasta la subclase de 20 < RMR < 30. Para valores de RMR mas altos el sistema no resulta económico en general.

Escudos (RMR < 20):

El escudo fue desarrollado para excavar suelos, cuya cohesión y capacidad portante son muy bajas. En macizos rocosos de calidad muy mala el escudo (simple o doble) resulta muy adecuado. Para RMR > 30 el escudo no resulta necesario desde el punto de vista de la excavación, pero puede ser conveniente con estrategias combinadas de excavación y sostenimiento-revestimiento (como con dovelas).

2.2.4. Solución de excavación adoptada

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y de los datos obtenidos en apartados anteriores (RMR = 62, clasificación II_b) y entrando en la tabla “recomendaciones para la excavación de túneles”, obtenemos que la longitud de pase máxima será de 6 a 9,5 metros, siendo recomendada de entre 4 y 6 metros, se tomaran 3 metros. En cuanto a la partición de la sección se podrá efectuar tanto a sección completa como mediante calota y destoza, en este caso se realizara a sección completa. Por último, en cuanto al método de excavación, se podrá ejecutar mediante TBM abierto, voladura o rozadora. Se elige la utilización de explosivos por su versatilidad, consiguiéndose mayores rendimientos. Si hubiese, en zonas débiles puntuales o más alteradas, se emplearan martillos hidráulicos. Basándose en túneles de similares características, puesto que los materiales a atravesar no presentan apenas fracturación, no es adecuado emplear rozadora por su alto coste.

Tabla 1 Método de avance según Bienawski

RMR	Clase	Longitud de pase (m)		Partición de la sección	Método de Excavación							
		Máxima	Recomendada									
100				Sección completa	Calota y destroza	Galería de avance	Galerías múltiples	contaraboveda	TBM abierto	Voladura	Rozadora	Escudo	Fresado	Escarificación / Pala
	I_a		≥ 5											
90														
	I_b		≥ 5											
80		16												
	II_a		≥ 5											
70		9,5												
	II_b		4/6											
60		6												
	III_a		3/4											
50		4												
	III_b		2/3											
40		2,5												
	IV_a		1/2											
30		1,75												
	IV_b		1											
20		1												
	V_a		0,5 / 0,75											
10														
	V_b		0,5											
0														

3. Diseño de la voladura

3.1. Voladuras de interior

Por voladuras de interior entenderemos aquellas tareas que se realizan para el arranque de roca en explotaciones, obras públicas o cualquier trabajo subterráneo. Dentro de este conjunto, cabría establecer clasificaciones complementarias de todo tipo.

No obstante y desde un punto quizá representativo de conceptos totalmente distintos sería conveniente establecer dos grandes grupos.

- Trabajos que por su forma son específicos, tanto en perforación como en voladura:
  - Avance en galería, bien en pequeña o gran sección (túneles),
  - construcción de pozos o chimeneas, etc.
- Trabajos similares o iguales a los definidos, como voladuras de exterior:
  - Banqueo al piso de túneles
  - Banqueo de cámaras en explotaciones mineras

- Banqueo principal en excavación de cavernas de centrales subterráneas, etc.

La rotura de la roca ha de conseguirse con una voladura obteniendo una primera cara libre o cuele, seguida de la voladura principal o destroza.
Los equipos de perforación, carga y transporte son específicos, debiendo adaptarse a espacios, casi siempre, muy reducidos. En general, los esquemas de voladuras de interior son muy reducidos, por dos razones:

- Las voladuras tienen difícil salida
- Es necesario obtener granulometrías pequeñas acorde con los medios de carga y transporte utilizado, apto para interior.

Otro factor a considerar entre el conjunto de labores de interior y a cielo abierto, es la toxicidad de los gases de voladura, que, en interior, adquiere una gran importancia y en definitiva selecciona el explosivo a usar.

3.1.1. Avance de galería

Se define labor como la creación de un hueco en la roca, de importante longitud, con secciones variables, desde una pequeña galería para ventilación hasta un gran túnel carretero.

Estas galerías pueden ser obras definitivas o labor primaria de apoyo a otra galería. Sirva de ejemplo primero, un túnel realizado a plena sección, y como segundo caso, una galería de avance en un túnel, que sirva de reconocimiento o apoyo para construir una segunda sección.

ZONAS DE VOLADURA

En cualquier galería o túnel cabe distinguir las siguientes partes fundamentales.

Cuele

Se denomina cuele a un conjunto de barrenos, que pudiendo estar cargados o no, tienen por misión crear un hueco inicial en la galería, de forma que, los barrenos posteriores, encuentren ya una cara libre inicialmente creada (Zona A), que facilite su acción. Aunque, normalmente, el cuele suele estar situado en el centro aproximado de la galería o túnel, no tiene por qué ser necesariamente así.

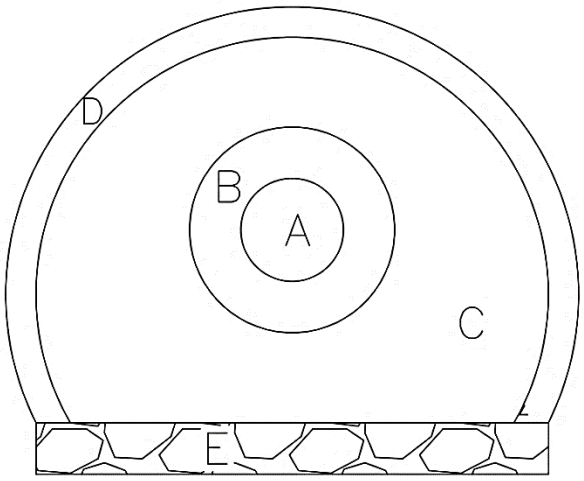
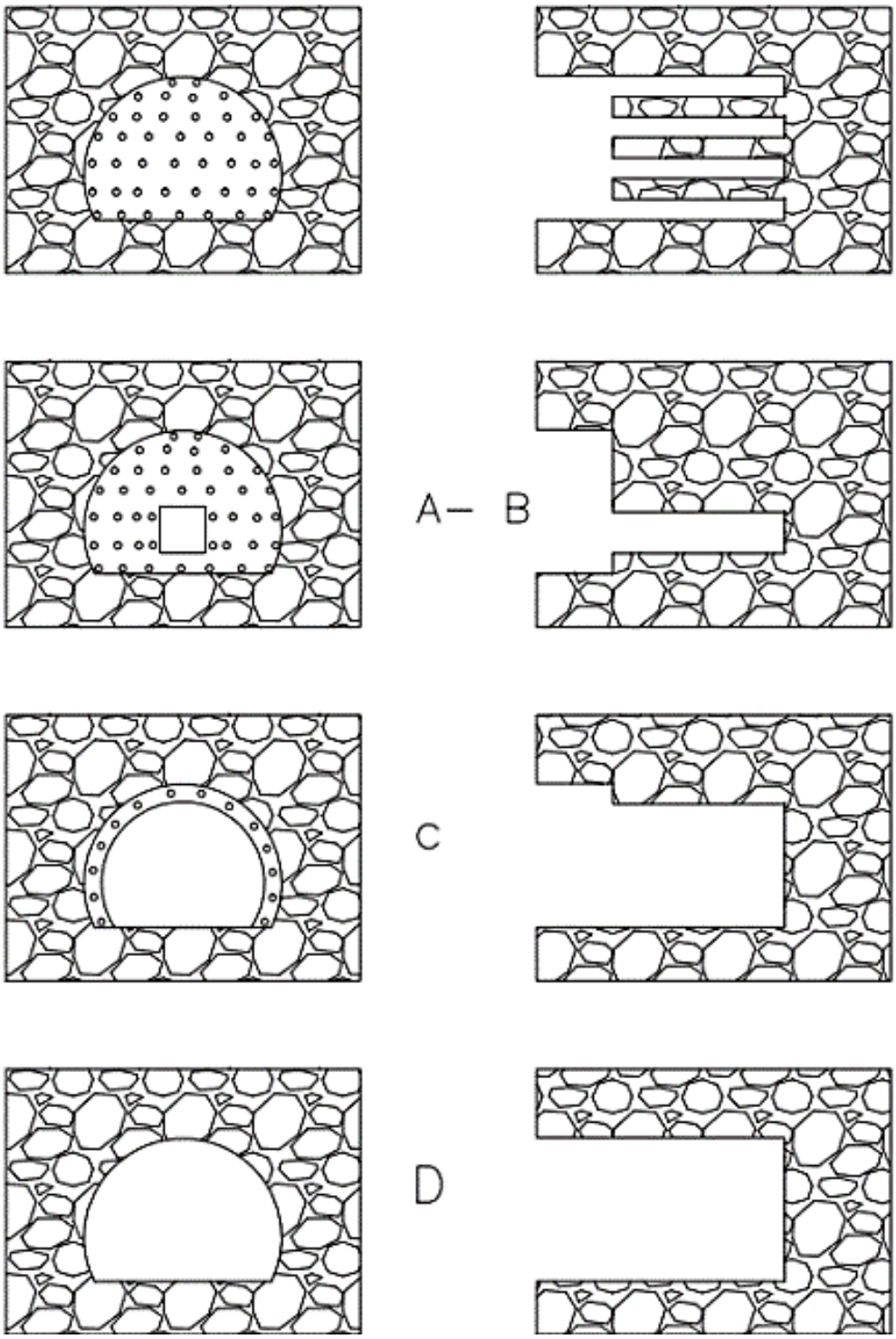


Ilustración 1 Zonas de voladura del túnel

Contracuele

Se entiende por contracuele a la serie de barrenos que circundan a los del cuele. En muchos casos se les considera como barrenos del cuele, aunque se entiende que merecen una matización

diferente (Zona B). El contracuele ensancha el hueco creado por el cuele, y no tiene nunca barrenos vacíos. El cuele y el contracuele utilizan secuencias de milisegundos entre barrenos.



Destroza

Comprende el área de barrenos entre el contracuele y el recorte (Zona C). Es la voladura principal, en cuanto a volumen de arranque se refiere. El esquema suele ser más abierto que en el cuele y contracuele, con menores consumos específicos de explosivo, utilizándose con frecuencia carga selectiva en los barrenos.

Recorte

Por recorte (Zona D) se entiende la fila de barrenos que marca la sección del túnel en techo (corona) y hastiales (no en piso). Los barrenos del recorte se dan siempre un poco angulados y además de arrancar su piedra, si son disparados como recorte, deben marcar el perfil final del túnel. Si se unan como recorte deben ser disparados con detonadores eléctricos de un número superior al del último de la destroza, y si son disparados como precorte, pueden utilizarse detonadores eléctricos instantáneos o maestras de cordón detonante.

Zapatera

Por estos barrenos entendemos los del piso del túnel (Zona E). estos barrenos, últimos en dispararse generalmente, son tiros pinchados y sobrecaragados, ya que además de su piedra, pesa sobre ellos una importante parte del propio escombro generado por la destroza.

3.1.2. Avance de la pega

Se llama avance de la pega a la medida de longitud, realizada entre dos frentes consecutivos. Un avance del 100% coincidiría con la profundidad de barreno perforada, pero no son frecuentes estos avances.

Habitualmente un avance entre 85% y 95% es considerado como bueno. Así el nuevo frente presentara, fondos de barreno de longitud de 15% a 5% de la longitud barrenada.

Menos avances suelen producirse, en general, por cueles defectuosos. Algunas veces, la presencia de lisos pueden dar mayores avances que la longitud perforada, bien por descuelgue, o bien por trabajar la fisura cara libre al fondo.

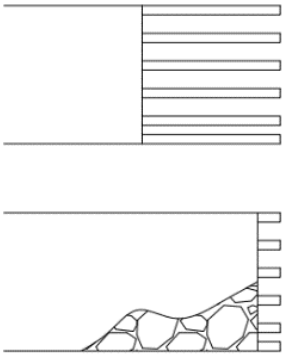


Ilustración 3 Frente de una voladura. Avance normal = 85% - 95%

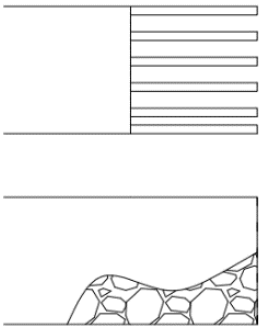


Ilustración 4 Frente de una voladura en la que la estratificación he hecho que el avance sea superior al 100%

3.1.3. Proyecciones

Las proyecciones tienen mucha importancia en una obra de interior.
En general, en la galería o túnel existen elementos susceptibles de ser dañados por ellas:

- Tuberías de ventilación,
- Tuberías aire
- Tuberías de agua
- Entibaciones
- Líneas eléctrica

Las proyecciones pueden limitarse utilizando buenos retacados, con cueles paralelos, secuencia adecuada de encendido (menos proyecciones con la serie de detonadores de retardo que con la de microrretardo), y con consumo especifico ajustados a los necesarios para cada labor.

3.1.4. Tipos de Cueles

Se expone a continuación aquellos tipos de cuele que consideramos más comunes.

PARALELOS

Cueles Sarrois

Este cuele utiliza un barreno central totalmente vacío. Contra el trabajan todos los barrenos, pero además, por la disposición de las cargas en ellos, todas las partes vacías de cañas actúan también como barrenos vacíos.

Las distancias d y d' varían según el tipo de roca. Por ejemplo, para un avance de 2,40 metros, perforando con barrena de 38 milímetros en roca dura, pueden usarse d' = d = 0,15 – 0,2 metros.

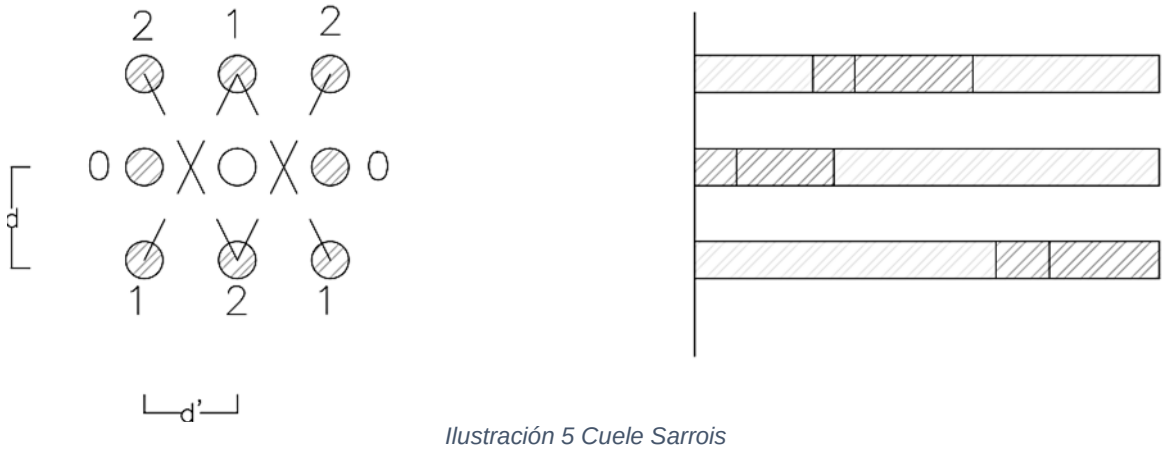


Ilustración 5 Cuele Sarrois

Cuele Sueco

Utiliza en este método tres barrenos vacíos y el resto con carga total. Es importante el centrado de los barrenos O.

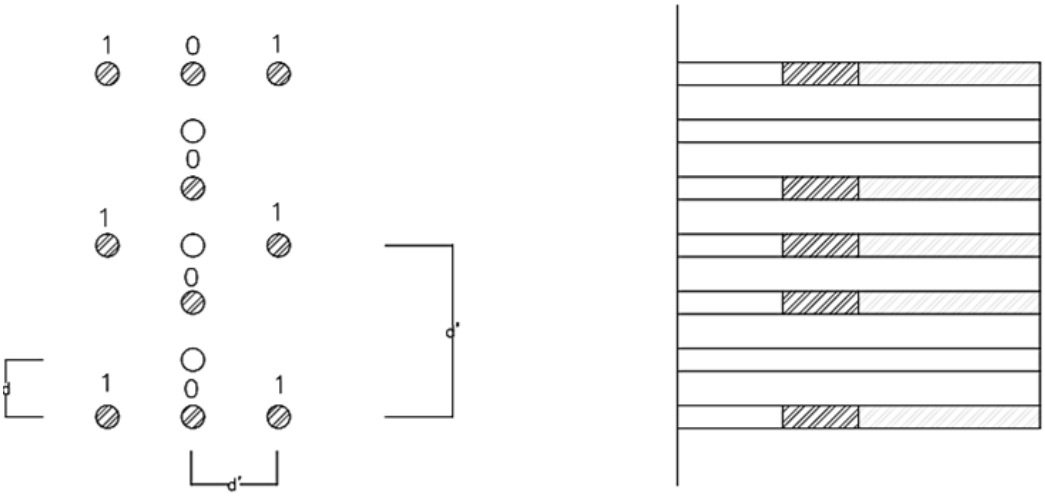


Ilustración 6 Cuele Sueco Normal

Cuele de cuatro secciones

Es uno de los cueles más utilizados por su sencillez y buen rendimiento, y utiliza uno o dos barrenos centrales de mayor diámetro (31/2 o 4") que el resto de la pega, que no van cargados y hacen la función de primera cara libre. A su alrededor van dispuestos sucesivos grupos o secciones de cuatro barrenos cada uno, formando cuadrados de lados sucesivamente mayor.

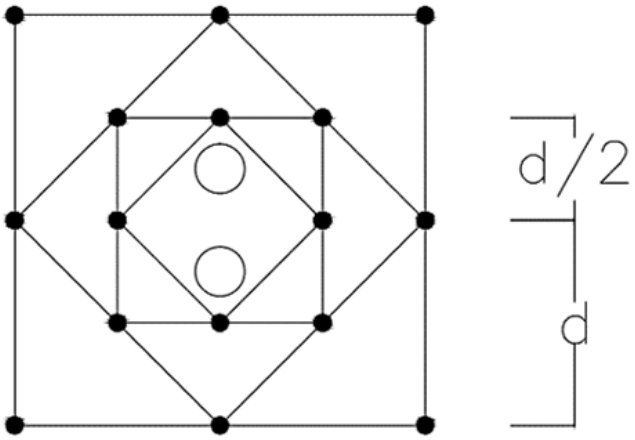


Ilustración 8 Cuele de cuatro secciones

Cuele en cuña

En los cueles en cuña utilizamos básicamente como cara libre el frente de la galería. Así se perforan barrenos angulados en el frente, siempre que el ancho de la galería lo permita. Con este criterio existen muchas formas de cuele, incluso con combinaciones con sistemas paralelos.

Cuele en V

Es el cuele en cuña completo, pues tiene barrenos de distintas longitudes y distinto ángulo. Las cargas operantes se duplican, pues es preciso realizar el disparo de dos filas simultáneamente.

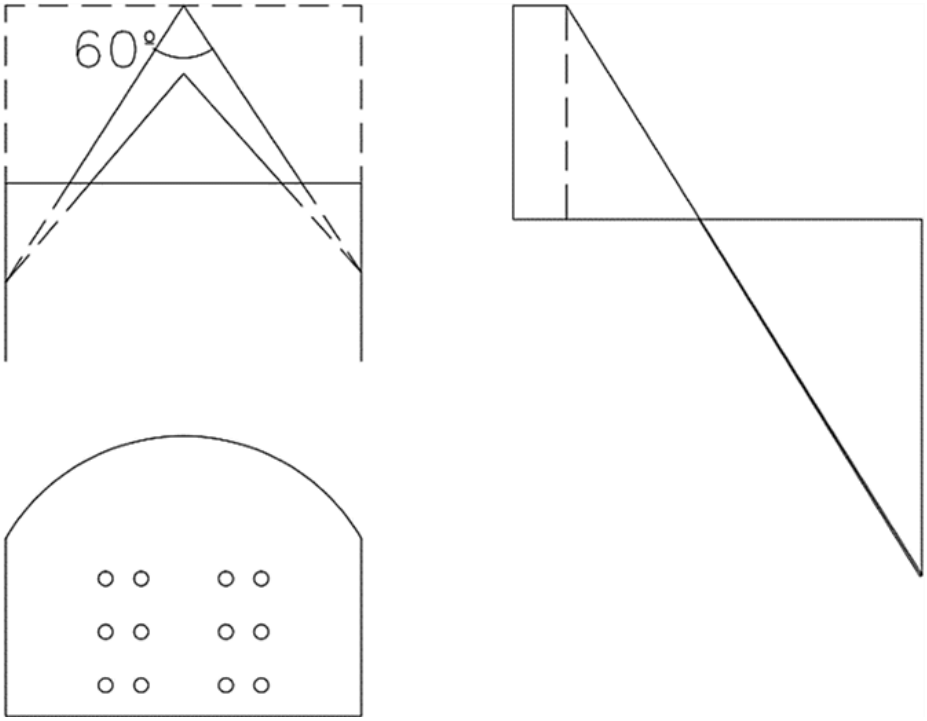


Ilustración 9 Cuele en cuña. El avance por pega depende de la anchura del túnel

Se emplea si los estratos están horizontales o con pequeña pendiente, y para pequeñas longitudes de perforación. Tiene pocas proyecciones, por lo que no afecta a la entibación.

3.1.5. Destroza

Una vez realizado el cuele ya se dispone en el frente de una abertura hacia la cual se puede disparar los barrenos de la destroza. En teoría, esto supone un banqueo hacia este hueco. En un banqueo normal el piso de emboquille es horizontal, siendo ahora este piso el frente del túnel, y en consecuencia, vertical.

En teoría son aceptables los cálculos de piedra y espaciamiento usados para voladura a cielo abierto con las relaciones:

$$V = \emptyset$$
$$E = 1{,}25\ V$$

No obstante, debido a los propios condicionamientos de este tipo de voladura, es normal pensar en una sobrecarga de los barrenos de destroza, que se consigue con una disminución de los

parámetros V y E, una disminución del retacado y un mejor atacado que aumente la densidad de carga en los barrenos.

Es usual cargar todos los barrenos con explosivos de alta potencia. Para combinar esta cuestión con la aplicación de carga selectiva, se utiliza explosivo de diferente formato, según se trate de carga de fondo o carga de columna. Es otros casos, se utiliza explosivo de menor densidad en la carga de columna que en la carga de fondo.

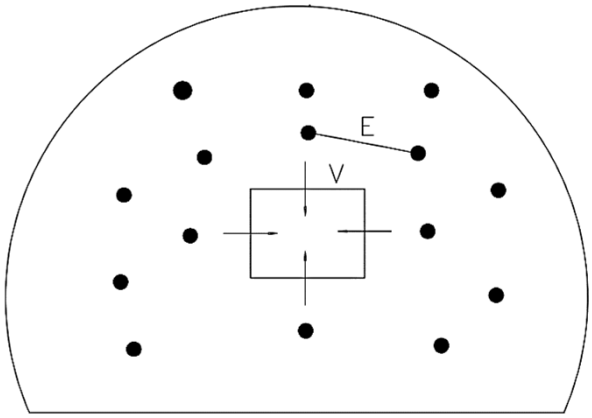


Ilustración 10 Esquema de destroza tipo

3.1.6. Recorte

Ejecutada la destroza, solo falta ejecutar las voladuras que permitan determinas la sección definitiva de la galería. Esto se consigue con dos voladuras diferente:

- Ejecución de la corona
- Ejecución del piso

A la voladura de los tiros de corona se le llama siempre “el recorte”, aunque la separación entre barrenos y la carga sean tales, que nada tenga que ver con el sentido estricto del término.

Si se desea obtener el perfil teórico sin sobreexcavación ni reales, es precisa la aplicación de recorte con cargas de baja concentración lineal.

3.1.7. Zapatera

Son los barrenos del piso. En ellos suele emplearse E = V = 0,7 D, expresando E y V en metros y D en pulgadas.

Este tipo de barrenos se encuentra en su salida con el peso del escombro sobre la roca a arrancar y por eso además de cerrar el esquema, suelen ser cargados uniformemente con el mismo explosivo utilizado en el fondo.

Los extremos son llamados zapateras de esquina y disparados con el ultimo retardo. Las zapateras se pinchan en el piso para evitar repiés y posteriores rebajes.

3.1.8. Modo de ejecución

Descripción

La perforación se realizara mediante jumbo electrohidráulico, equipado con dos brazos telescópicos con martillos hidráulicos.

Perforación de las voladuras

La perforación de las voladuras se realizara de acuerdo con el esquema de tiro que se adjunta.

Por razones de simetría se ha dibujado el cuele en el centro de la pega, cuando en el frente residual esta zona apareciese muy deteriorada, de manera que resultara complicado la perforación del cuele de la voladura siguiente, el mismo se podrá ir desplazando alternativamente hacia la izquierda y la derecha, con el objeto de que no coincida en la misma zona dos veces consecutivas.

Los explosivos empleados para el cálculo corresponden al fabricante MAXAM por ser los más habituales.

Carga de explosivos

Cuele

Consta de 10 barrenos y se utilizara un cuele sueco normal.

En principio, por razones de seguridad y mientras dure la zona de emboquille, las perforaciones se realizara con longitudes de 1,5 metros, después de superarse dicho tramo, la perforación se realizara a una longitud de unos 3 metros.

Carga, Esquema de encendido

Una vez abierto el hueco de descarga de las zonas de cuele, el resto de la voladura va rompiendo contra dicho hueco con tiempos de encendido de entre 100 y 500 milisegundos, y de una forma progresiva hacia los parámetros del túnel, siendo los últimos barrenos en salir los de los costados de las zapateras, para dejar mejor definidas las esquinas del túnel y el recorte del techo en su totalidad para que con una pequeña carga de explosivo ayudado por el efecto de la gravedad, pueda romper la roca y dañar lo mínimo posible el contorno de la voladura.

Carga, trabajos posteriores a la voladura

Con posterioridad al disparo de la voladura y a la ventilación de los gases de la misma, se procederá al saneo del perfil del túnel, y al desescombro de la roca volada. Cerraran el ciclo los trabajos de sostenimiento del techo de la galería en los puntos donde resulten necesarios.

3.2. Calculo de la voladura

Se tiene una sección de 130,4 m^2. Se trata de un túnel cuya sección viene definida por una semicircunferencia de radio 7,1 metros, con un zócalo inferior de altura 1.5 metros y 12 de ancho.

Las operaciones que engloba una labor de arranque basada en la perforación de barrenos y posterior voladura es:

- Replanteo de la distribución geométrica de los barrenos en la sección
- Perforación de los propios barrenos
- Carga del explosivo
- Disparo de la voladura
- Dilución y evacuación de humos vía ventilación
- Saneo de techo y hastiales
- Carga y transporte de material procedente de la voladura

Diámetro de los barrenos y número de barrenos

Los diámetros de los barrenos dependen de la sección de los túneles y para secciones de >30 m^2 se recomienda un diámetro de entre 38 y 51 mm.
El número de barrenos que se debe perforar depende de la sección a excavar Para un túnel de 130 m^2 y **diámetro de barrenos 51mm**, se utilizaran **90 barrenos**.

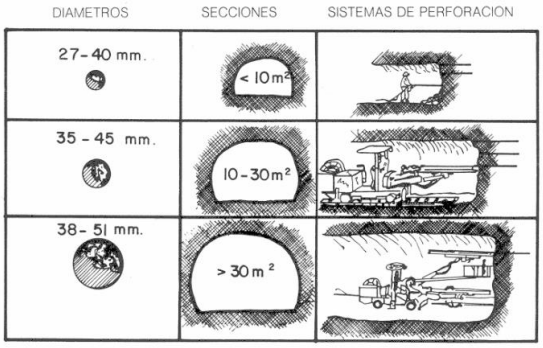


Ilustración 3 Relación de los diametros con la sección

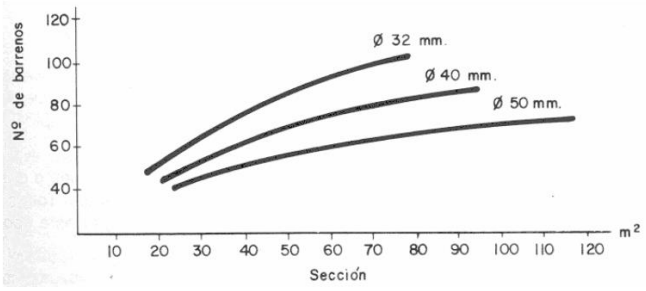


Ilustración 4 Relación de la sección con el número de barrenos

Esquema de tiro

El esquema de tiro se encuentra desarrollado en el **anexo I**.

3.3. Calculo del circuito eléctrico

El detonador a emplear para dar la pega será del tipo eléctrico altamente insensible, cuyas características son:

Tipo de detonador	*Resistencia al puente*	*Impulso de encendido*	*Corriente de seguridad*	*Intensidad recomendada*

A.I.	0,05	2500	2	25

El número de detonadores que se van a utilizar por voladura de 90 detonadores con una resistencia al puente de 0,05 ohmios, conectados en serie con hilos de cobre de 0,51 milímetros de diámetro y de 3 metros de longitud, con una resistencia de 0,7 ohm/m.

La línea de tiro estará formada por hilos de doble sección, de 1 milímetro de diámetro, 250 metros de longitud y 0,07 ohm/m de resistencia, con una línea volante renovable de 50 metros de longitud formada por hilos bajo plástico de 0,6 milímetros de diámetro.

3.4. Control de vibraciones

La Norma UNE 22.381-93, "Control de vibraciones producidas por voladuras" establece unos criterios de prevención de daños en estructuras próximas al lugar donde se produce una voladura.

Los tipos de estructuras considerados en dicha ley son:

GRUPO I: Edificios y naves industriales ligeras con estructuras de hormigón armado o metálicas.
GRUPO II: Edificios de viviendas, oficinas, centros comerciales y de recreo, cumpliendo la normativa legal vigente. Edificios y estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que por su fortaleza no presenten especial sensibilidad a las vibraciones.
GRUPO III: Estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que presenten una especial sensibilidad a las vibraciones por ellas mismas o por elementos que pudieran contener.

Los límites del criterio de prevención de daños se recogen en la siguiente tabla:

VALORES	FRECUENCIA (Hz)		
LÍMITES DEL	2 - 15	15 - 75	>75
CRITERIO	VELOCIDAD (mm/s)	DESPLAZ. (m)	VELOCIDAD (mm/s)
GRUPO I	20	0.212	100
GRUPO II	9	0.095	45
GRUPO III	4	0.042	20

En los tramos de frecuencia comprendida entre 15 y 75 Hz, se podrá calcular la velocidad equivalente, v, a través de la ecuación:

$$v = 2 \Pi f d,$$

Siendo;
f: frecuencia
d: desplazamiento indicado en la tabla

Si registramos la velocidad de vibración en una tubería enterrada y la comparamos con la velocidad de vibración obtenida en la superficie del terreno donde está enterrada dicha tubería y después representamos estas velocidades en función del tiempo, observamos que la duración y la frecuencia son similares en ambos casos.

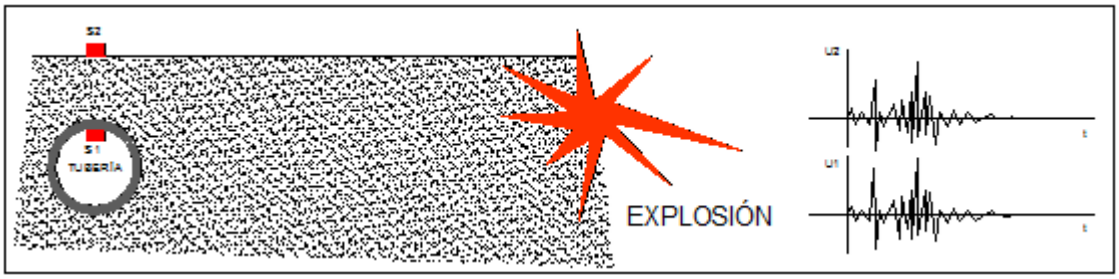


Ilustración 5 vibraciones en una tubería enterrada

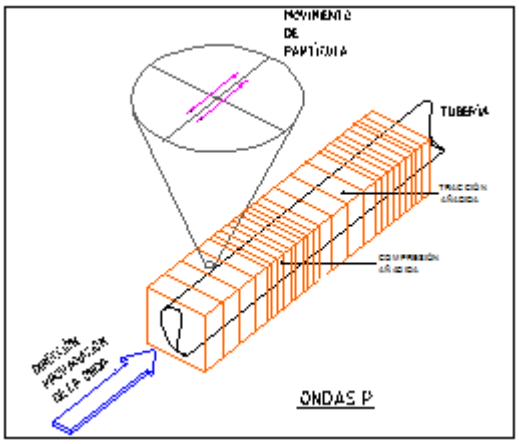


Ilustración 6 Tensiones producidas por las ondas P

Generalmente las tensiones originadas en una tubería enterrada serán las mismas que se originan en el terreno que rodea la tubería. Una tubería enterrada en las inmediaciones de una voladura se ve sometida a diferentes tipos de tensiones.

Uno de estos tipos de tensiones son las producidas según el eje de la tubería cuando las ondas P se propagan paralelamente a dicho eje. Estas tensiones hacen que la tubería se vea sometida a deformaciones por compresión y tracción.

Otro tipo de tensiones son las producidas perpendicularmente al eje de la tubería cuando las ondas S se propagan paralelamente a dicho eje.

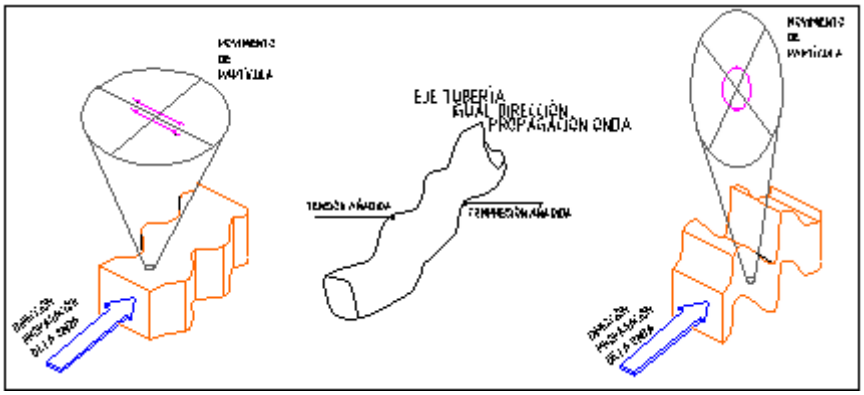


Ilustración 7 Tensiones producidas por las ondas S y R

También se producen tensiones verticales y paralelas al eje de la tubería (figura 3) cuando las ondas Rayleigh se propagan paralelamente a dicho eje. La tubería entonces se ve sometida a deformaciones por fuerzas actuando a compresión y por fuerzas de tracción añadidas.

Ilustración 8 Deformaciones

Finalmente, también se pueden producir tensiones en la tubería cuando las ondas P, S o Rayleigh se propagan perpendicularmente a la dirección del eje de la misma. En este caso la tubería se ve sometida a deformaciones circunferenciales.

Las deformaciones producidas en la tubería cuando las ondas se propagan paralelamente al eje de la misma se presentan en una dirección perpendicular a las producidas cuando las ondas se propagan perpendicularmente al eje de la tubería.

El desarrollo posterior se basa en la consideración de que la tubería enterrada es flexible y que se deforma conjuntamente con el medio que la rodea lo que induce en ella unas tensiones que son función de dicha deformación. Por tanto suponemos que la tubería enterrada no posee grados de libertad y no existe fenómeno de resonancia en la tubería.

Hay una gran variedad de tuberías dentro de este tipo (tuberías de hormigón para traídas de aguas y alcantarillado, tuberías de acero soldadas para gaseoductos y oleoductos,....). En cada caso habrá que considerar además de la tubería principal, los elementos secundarios tales como válvulas, juntas aislantes, vainas, respiraderos, purgas, elementos para protección catódica, etc.
Las deformaciones producidas por las ondas S y R que se propagan paralelamente al eje de la tubería se calculan a partir de la deformada y las producidas por las ondas P que se propagan paralelamente al eje de la tubería se calculan a partir de la variación longitudinal del terreno. Por tanto, se considera que las ondas se propagan paralelamente al eje de la tubería. Desde luego, la propagación de las ondas no solo se produce paralelamente al eje de la tubería, pero en estos casos las deformaciones producidas son menores que en el caso anterior, por eso nos limitaremos al cálculo de las deformaciones producidas por las ondas que se propagan paralelamente al eje de la tubería.
La deformación producida por las ondas S y R, suponiendo que no hay deformación producida por las P, puede calcularse a partir de:

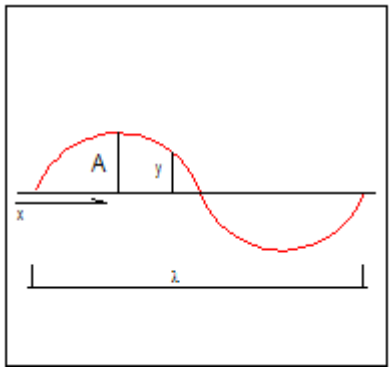


Ilustración 9 Deformaciones producidas por las ondas S y R

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{Mh}{EI}$$

M: momento
h: distancia desde el eje neutro al punto considerado
E: módulo de young
I: momento de inercia
Como ;

Siendo,

A: amplitud máxima;

W: pulsación de la vibración;

c: velocidad de transmisión de la onda

$$y = A\sin\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)$$

y como, $\frac{M}{EI} = \frac{d^2y}{dx^2}$; entonces,

$$\frac{dy}{dx} = A\frac{\omega}{c}\cos\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -A\left(\frac{\omega}{c}\right)^2 \sin\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)$$

En el caso de estudio nos interesa considerar el momento máximo; entonces:

$$\frac{M_{máx}}{EI} = A\frac{\omega^2}{c^2} = \frac{A4\pi^2 f^2}{c^2} = \frac{A4\pi^2}{\lambda^2}$$

Luego la deformación debida a las ondas S y R será:

$$\varepsilon_{SR} = \frac{\sigma}{E} = \frac{M_{máx}h}{EI} = \frac{(A2\pi f)(2\pi f)h}{c^2} = \frac{u_{máx}2\pi fh}{c^2} = \frac{a_{máx}h}{c^2}$$

En el caso particular de una tubería,

$$h = R$$

Siendo R el radio de la tubería; entonces $\boxed{\varepsilon_{SR} = \frac{u_{máx}2\pi fR}{c_{RS}^2}}$

Las deformaciones producidas por las ondas P que se propagan paralelamente al eje de la tubería son también importantes y su valor se calcula de la siguiente manera:

$$y = A\sin\omega\left(t + \frac{x}{c}\right) \quad ;$$

$$\varepsilon_P = \frac{dy}{dx} = \frac{A\omega}{c}\cos\omega\left(t + \frac{x}{c}\right) \quad ;$$

$$u = \frac{dy}{dt} = A\omega\cos\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)$$ Entonces,

$$\boxed{\varepsilon_P = \frac{u}{c_P}}$$

Generalmente la velocidad de propagación de las ondas longitudinales, CP, (ondas P) es el doble que la velocidad de propagación de las ondas superficiales.

Las ondas longitudinales y las superficiales llegan simultáneamente solo en caso de que la voladura esté muy cerca de la tubería. En este caso, las deformaciones εP y εRS son aditivas.
Sólo por comparación con las otras deformaciones calcularemos la deformación circunferencial que se observa en el terreno y que es perpendicular a las deformaciones axiales.
Considerando un frente de onda plano, la deformación cortante que se produce viene dada por:

$$\gamma = \frac{u}{c_{RS}}$$

$$\varepsilon_{máx} = \sqrt{\left(\frac{\gamma}{2}\right)^2} = \frac{\gamma}{2}$$

Además,
Con lo cual; y $\varepsilon_{máx} = \frac{u}{2c_{RS}}$ como $c_P \approx 2c_{RS}$; entonces $\varepsilon_{máx} = \frac{u}{c_P}$

Entonces,

$\boxed{\varepsilon_{máx} = \varepsilon_P}$ Cuando solo hay tensiones circunferenciales.

Ahora bien, cuando las ondas producidas por las vibraciones pasan de un medio a otro de diferente impedancia acústica, su energía varía según la fórmula siguiente:

$$E_b = E_a \frac{4\mu}{(\mu+1)^2} \qquad \mu = \frac{C_a\rho_a}{C_b\rho_b}$$

siendo,
Eb, la energía transmitida en el medio B.
Ea, la energía incidente en el medio A.
ρ, la densidad del medio y C la velocidad sísmica en el medio.

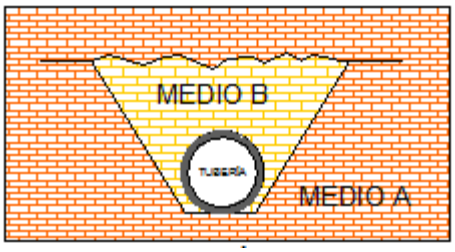


Ilustración 10 Tuberia enterrada

En el caso que nos ocupa (tuberías enterradas) hay una transición de un medio a otro de diferente impedancia acústica (figura 6). Así, si establecemos la deformación (o tensión) máxima admisible en la tubería en función de las características del material y de los elementos secundarios, εmáx, se puede obtener la velocidad máxima de partícula admisible que puede llegar a la misma , $u_{más} = f(\varepsilon_{máx})$; con esta velocidad máxima de partícula admisible en la zanja y teniendo en cuenta la reducción de energía podemos determinar la velocidad máxima de partícula admisible en el borde de la zanja. $\frac{E_b}{E_a} = \frac{u_b^2}{u_a^2}$;

Una vez establecida la velocidad de vibración máxima admisible en el borde de la zanja podemos obtener la cantidad de explosivo que podemos disparar como carga operante para no sobrepasar el nivel de velocidad admitido, en función de la distancia entre la voladura y la zanja, por medio de la relación $u = KQ^{\alpha} D^{-\beta}$, a través de un estudio e vibraciones en la zona.

Siendo:

- D= Distancia a los edificios más vulnerables (Edificios históricos)
- K= constante característica del lugar, en este caso 1,7 GPa
- β= la inclinación de la recta, variando normalmente entre 1,5 y 2
- α= Empíricamente Chapot (1981) obtuvo valores se encuentran entre 0,43 y 0,84
- u=La velocidad de propagación depende apenas de las características del medio. En este caso la velocidad es de 5000 m/s

*Se tomara la situación **más desfavorable** para la ejecución de todas las voladuras*

Tabla 2 Carga máxima por unidad de tiempo

Q (Carga máxima Kg)	D (m)
5,538545956	1500
9,499601454	2000
16,8472256	2500

Parametros	Valores
K	1767766953
B	1,9
A	0,74
U	5000

4. Sostenimiento

Cuando se construye una estructura subterránea, se produce una redistribución de las tensiones naturales iniciales. Como consecuencia de esta redistribución, la estructura subterránea se verá sometida a cierto nivel de tensiones y, por lo tanto, de cargas, que dependerán en gran medida de las características geomecánicas del terreno.

Así pues, en el caso de estructuras subterráneas realizadas en tierra, el peso lo soportará casi totalmente la propia estructura, mientras que, en masas de roca, será una combinación de roca y estructura la que soportará la redistribución de las tensiones del suelo.

Por lo tanto, para diseñar la estructura subterránea, habrá que tener en cuenta las características geotécnicas del terreno, las tensiones naturales locales y el procedimiento de construcción empleado. Se trata de un análisis complejo, que se puede llevar a cabo de diferentes maneras, dependiendo del nivel de aproximación necesario.

MÉTODOS DE DISEÑO EMPÍRICOS

Estos métodos se basan en utilizar los distintos sistemas de clasificación geomecánica: RQD, RMR, Q. Existen muchos esquemas que relacionan el valor de RMR, RQD o Q con los diferentes elementos de sostenimiento necesarios para garantizar la estabilidad de una determinada geometría. Estos métodos tienen la ventaja de ofrecer una solución sencilla y rápida en lo que se refiere al diseño del sostenimiento, pero como son empíricos, su resultado debe considerarse sólo una aproximación válida a los efectos de los estudios preliminares.

MÉTODOS ANALÍTICOS: CONVERGENCIA-CONFINAMIENTO

Estos métodos se basan en soluciones analíticas cerradas para túneles de sección circular en terrenos que pueden modelarse con un comportamiento elástico o elastoplástico. Partiendo de unas tensiones y una geometría simplificadas, se puede calcular analíticamente la relación entre la deformación y la presión interna de una abertura circular en el suelo (curva característica de la cavidad). Al mismo tiempo, se puede calcular analíticamente, para un determinado tipo de sostenimiento, la misma relación entre la presión interna y la deformación radial (curva característica del sostenimiento). El punto de intersección entre las dos curvas da el punto de equilibrio (presión y deformación) para una determinada combinación de cavidad y elemento de sostenimiento. Este método es más o menos fácil de aplicar y permite obtener unos resultados bastante buenos a la hora de diseñar un sostenimiento. Sin embargo, sólo se puede aplicar en condiciones simplificadas de tensiones naturales, geometría, comportamiento geomecánico y configuración geológica.

MÉTODOS NUMÉRICOS: ELEMENTOS FINITOS Y DIFERENCIAS FINITAS

Actualmente, gracias a la informática, los métodos numéricos se han convertido en una herramienta muy útil para diseñar estructuras subterráneas. Los métodos de elementos finitos, unos de los más utilizados, se basan en el principio de discretización de un cuerpo en una serie de elementos finitos. El comportamiento de estos elementos se puede controlar imponiendo ciertas leyes de la mecánica de una manera predefinida bajo la acción de influencias externas. Los métodos de elementos finitos sirven para modelar el comportamiento de las estructuras de los túneles para varias condiciones y geometrías del terreno, como son las respuestas elásticas lineales y no lineales, o el comportamiento no lineal del material (plasticidad). Normalmente, estos métodos permiten modelar el terreno como si fuera un medio continuo, aunque algunos también permiten modelarlo como si fuera un medio discontinuo que representa mucho mejor el comportamiento de los macizos rocosos muy fracturados.

4.1. Nivel del proyecto

El nivel del proyecto se debe corresponder con el comportamiento previsible del terreno y con el tiempo de utilización de la obra.

Para cumplir estos objetivos se establecen dos parámetros de clasificación: El tiempo de utilización de la obra y el cociente **å(c) / h**, siendo:

- **å(c)** = resistencia a compresión simple del litotipo más representativo de la excavación, expresada en MPa.
- **h** = profundidad medida de la excavación respecto a la superficie exterior, expresada en metros. Si la obra proyectada puede verse afectada por una explotación minera, como valor de h debe tomarse el doble de la profundidad.

Los proyectos se clasifican en cuatro niveles, de acuerdo con las siguientes características:

å(c) / h	**Tiempo de utilización de la obra**	
	Menor de 15 años	Mayor de 15 años
>0,1	A	B
0,1-0,05	B	C
<0,05	C	D

Los valores en este caso serán:

- **å(c)** = 45,379MPa.

- **h** =65 m en la posición más desfavorable del trazado.

Con estos datos se obtiene que para un periodo de mayor de 15 años se tendrá que tomar las condiciones marcadas por las pautas de B.

Las características mínimas que deben cumplir los proyectos encuadrados en cada uno de los cuatro niveles en que se han clasificado, son las que se indican a continuación:

Nivel A. Los datos sobre las características de los terrenos pueden estimarse a partir de experiencias en obras subterráneas similares o a partir de datos disponibles en la bibliografía especializada.

El sostenimiento puede diseñarse a partir de experiencias anteriores similares o en base a recomendaciones de clasificaciones geomecánicas acreditadas.

En el caso de que sea previsible la caída de bloques de roca, el coeficiente de seguridad del sostenimiento, considerando exclusivamente la acción estática de la gravedad, debe ser superior a 4.

Nivel B. Cada litotipo debe ser caracterizado por su resistencia a compresión simple, que puede evaluarse mediante ensayos de laboratorio o ensayos in situ de rotura bajo carga puntual o con el martillo Schmidt.

El sostenimiento puede dimensionarse utilizando modelos empíricos acreditados o numéricos, y admitiéndose la simplificación de la sección de excavación, considerándola un círculo, a los efectos de facilitar los cálculos de estabilidad.

Debe hacerse un levantamiento de discontinuidades estimando sus propiedades resistentes mediante los procedimientos empíricos habitualmente admitidos.

El coeficiente de seguridad del sostenimiento debe ser mayor que 3, considerando exclusivamente la acción estática de la gravedad.

Nivel C. Cada litotipo debe caracterizarse determinando su curva intrínseca, mediante los siguientes ensayos:

- Compresión simple.
- Tracción.
- Compresión triaxial.

Debe realizarse un levantamiento de discontinuidades y, si se estima que puede producirse caída de bloques, los parámetros resistentes de las discontinuidades deben determinarse mediante ensayos de corte.

Los cálculos deben efectuarse mediante métodos numéricos que tengan en cuenta la sección real de excavación y el comportamiento previsto del terreno.

El coeficiente de seguridad del sostenimiento debe ser mayor que 2, considerando exclusivamente la acción estática de la gravedad.

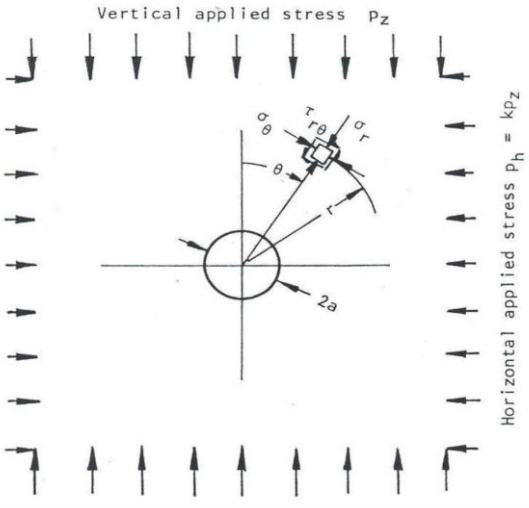
Nivel D. Estos proyectos deben redactarse con el mismo nivel de exigencia que los de nivel C, pero, además, estudiando la estabilidad de la excavación durante todas las fases constructivas y definiendo las medidas necesarias para asegurarla.

También debe estudiarse el comportamiento del terreno a largo plazo, considerando el efecto de una posible circulación de agua por el macizo rocoso, diseñando el sostenimiento y el método de drenaje de tal forma que la estabilidad de la excavación no se vea afectada por ello.

El coeficiente de seguridad del sostenimiento, considerando exclusivamente la acción estática de la gravedad, debe ser superior a 1,5 en cualquiera de las fases constructivas y en la situación final.

Tratándose de un tipo B de proyecto se realizara mediante métodos empíricos. Para conseguir un resultado que proporcione mayor información se procederá a realizar la curva característica del terreno.

4.2. Curva característica del terreno



Componentes de tensión en el punto (r, ϑ)

$$\sigma_r = \frac{1}{2}p_z\left[(1+k)\left(1-\frac{a^2}{r^2}\right)+(1-k)\left(1-\frac{4a^2}{r^2}+\frac{3a^4}{r^4}\right)\cos\ 2\theta\right]$$

$$\sigma_\theta = \frac{1}{2}p_z\left[(1+k)\left(1+\frac{a^2}{r^2}\right)-(1-k)\left(1-\frac{3a^4}{r^4}\right)\cos\ 2\theta\right]$$

$$\tau_{r\theta} = \frac{1}{2}p_z\left[-(1-k)\left(1-\frac{2a^2}{r^2}-\frac{3a^4}{r^4}\right)\sin\ 2\theta\right]$$

- Radial
- Tangencial
- De corte

Tensiones principales en los puntos (r, ϑ)

- Máxima
- Mínima
- Inclinación de la tensión mayor respecto a la vertical

$$\sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_r+\sigma_\theta)+\left[\frac{1}{4}(\sigma_r-\sigma_\theta)^2+\tau_{r\theta}^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2}(\sigma_r+\sigma_\theta)-\left[\frac{1}{4}(\sigma_r-\sigma_\theta)^2+\tau_{r\theta}^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\tan\ 2\alpha = \frac{2\tau_{r\theta}}{(\sigma_\theta-\sigma_r)}$$

Tensión en el contorno del túnel

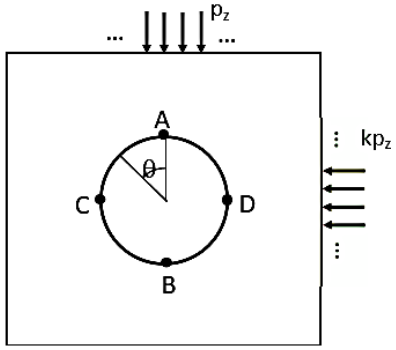
$$\sigma_\theta = p_Z\left\{(1+k)-2(1-k)\cos 2\theta\right\}$$

$$\sigma_{\theta A} = \sigma_{\theta B} = p_Z(3k-1)$$

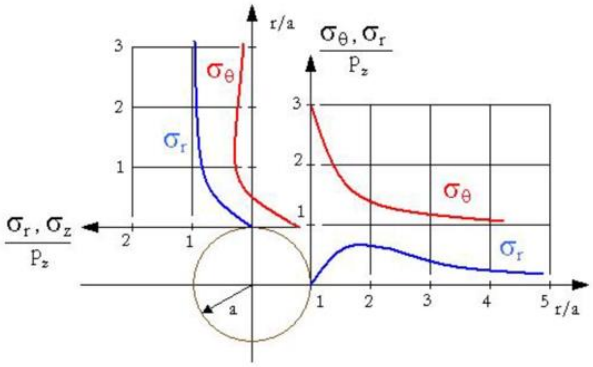
$$\sigma_{\theta C} = \sigma_{\theta B} = p_Z(3-k)$$

$$Si\ \ k > 0.33\ \ y < 3\ \ \sigma_\theta : siempre\ \ compresión$$

$$k < 0.33 \rightarrow aparecen\ \ tracciones$$



Representación de las tensiones para K=0



Esfuerzos tangenciales

Radio del túnel=7m

σ_θ= 60 t/m^2 (Comprimiendo el perímetro)

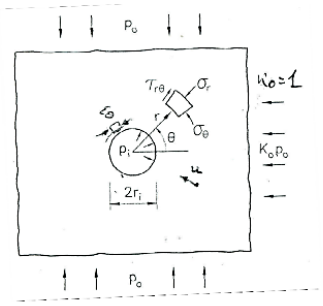
Tres veces el valor de σ_0= 20 t/m^2

σ_θ disminuye volviéndose asintótico en σ_θ=20t/m^2 a una distancia de 5 veces el radio, 35 metros.

Siendo simétricos los esfuerzos laterales, los esfuerzos laterales no tienen influencia en los esfuerzos tangenciales de la pared.

El esfuerzo radial σ_r es nulos en el perímetro y aumenta hasta un valor máximo de 5,25 T/m^2 para un radio de 12 m, donde seguidamente disminuye hasta hacerse asintótico para σ_r=0,81 t/m^2 con un valor de r=42 m

Elasticidad túnel circular



$$\frac{d\sigma_r}{dr}+\frac{\sigma_r-\sigma_\theta}{r}=0$$

$u+$ sigue dirección de $r+$

$$\varepsilon_r=-\frac{du}{dr};\quad \varepsilon_\theta=-\frac{u}{r}$$

Si deformación plana $\varepsilon_z=0$

$$\varepsilon_r=\frac{1}{E}\left(\sigma_r-\nu\left(\sigma_\theta+\sigma_z\right)\right)$$

$$\varepsilon_\theta=\frac{1}{E}\left(\sigma_\theta-\nu\left(\sigma_r+\sigma_z\right)\right)$$

$$\varepsilon_z=\frac{1}{E}\left(\sigma_z-\nu\left(\sigma_r+\sigma_\theta\right)\right)=0$$

Despejamos σ_z → Sustituimos en las otras ecuaciones

$$\varepsilon_r=\frac{1-\nu^2}{E}\left(\Delta\sigma_r-\frac{\nu}{1-\nu}\Delta\sigma_\theta\right)$$

$$\varepsilon_\theta=\frac{1-\nu^2}{E}\left(\Delta\sigma_\theta-\frac{\nu}{1-\nu}\Delta\sigma_r\right)$$

En el radio de plasticidad no interviene la chesión del material, y en este caso la expresiones validas para los esfuerzos radiales y tangenciales en la zona vienen dadas por:

$$\sigma_\theta=\frac{E}{1-\nu_1^2}\left(\varepsilon_\theta+\nu_1\varepsilon_r\right)=-\frac{E_1}{1-\nu_1^2}\left(\frac{u}{r}+\nu\frac{du}{dr}\right)$$

$$\sigma_r=\frac{E}{1-\nu_1^2}\left(\varepsilon_r+\nu_1\varepsilon_\theta\right)=-\frac{E_1}{1-\nu_1^2}\left(\frac{du}{dr}+\nu_1\frac{u}{r}\right)$$

$$\nu_1=\frac{\nu}{1-\nu}\qquad E_1=\frac{E}{1-\nu^2}$$

$$r^2\frac{d^2u}{dr^2}+r\frac{du}{dr}-u=0\qquad u=Ar+\frac{B}{r}\qquad r>r_i$$

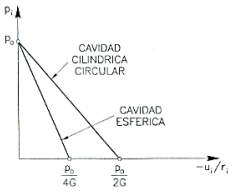
A mayor presión del sostenimiento el radio de plasticidad disminuye.

Para valores de presión menores de 8 t/m^2 el radio incrementa su pendiente considerablemente

$$\Delta\sigma_r=-\left(\frac{r_i}{r}\right)^2\left(p_0-p_i\right)\quad \Delta\sigma_\theta=\left(\frac{r_i}{r}\right)^2\left(p_0-p_i\right)$$

$$\varepsilon_r=-\frac{1+\nu}{E}\left(\frac{r_i}{r}\right)^2\left(p_0-p_i\right)\quad \varepsilon_\theta=\frac{1+\nu}{E}\left(\frac{r_i}{r}\right)^2\left(p_0-p_i\right)$$

$$\varepsilon_v=\varepsilon_\theta+\varepsilon_r+\varepsilon_Z=0$$



En la pared del túnel, $r=r_i$

$$\varepsilon_\theta=-\frac{u_i}{r_i}=\frac{1+\nu}{E}\left(p_0-p_i\right)=\frac{p_0-p_i}{2G}$$

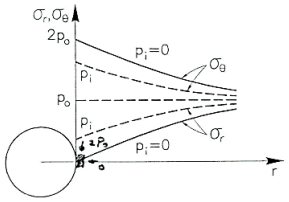
Curva Característica "elástica"

$r = r_i \; ; \; \sigma_r = p_i \; ; \; r \to \infty \; ; \; \sigma_r = p_0$

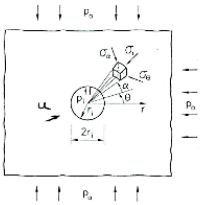
$$\sigma_r = p_0 - \left(\frac{r_i}{r}\right)^2 (p_0 - p_i)$$

$$\sigma_r + \sigma_\theta = 2p_0$$

$$\sigma_\theta = p_0 + \left(\frac{r_i}{r}\right)^2 (p_0 - p_i)$$



$$Iniciales \to p_0 \; ; \; Finales \to \begin{matrix}\sigma_r \\ \sigma_\theta\end{matrix} \; ; \; CAMBIO: \begin{matrix}\sigma_r - p_0 = \Delta\sigma_r \\ \sigma_\theta - p_0 = \Delta\sigma_\theta\end{matrix}$$



Equilibrio:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{2(\sigma_r - \sigma_\theta)}{r} = 0$$

$$\varepsilon_\theta = \varepsilon_\alpha = -\frac{u}{r}; \quad \varepsilon_r = -\frac{du}{dr}$$

$$(\sigma_\theta = \sigma_\alpha)$$

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E}(\sigma_r - 2\nu\sigma_\theta)$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{E}(\sigma_\theta(1-\nu) - \nu\sigma_r)$$

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E}(\Delta\sigma_r - 2\nu\Delta\sigma_\theta)$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{E}(\Delta\sigma_\theta(1-\nu) - \nu\Delta\sigma_r)$$

$$\Delta\sigma_r = -(p_0 - p_i)\left(\frac{r_i}{r}\right)^3 \qquad \Delta\sigma_\theta = \frac{1}{2}(p_0 - p_i)\left(\frac{r_i}{r}\right)^3$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{p_0 - p_i}{4G}\left(\frac{r_i}{r}\right)^3 = \varepsilon_\alpha \qquad \varepsilon_r = -\frac{p_0 - p_i}{2G}\left(\frac{r_i}{r}\right)^3$$

$$\varepsilon_v = \varepsilon_r + 2\varepsilon_\theta = 0$$

$$\varepsilon_\theta = \boxed{\begin{matrix} r = r_i \\ -\frac{u_i}{r_i} = \frac{p_0 - p_i}{4G} \end{matrix}}$$

CURVA CARACTERÍSTICA EXCAVACIÓN ESFÉRICA + ELASTICIDAD

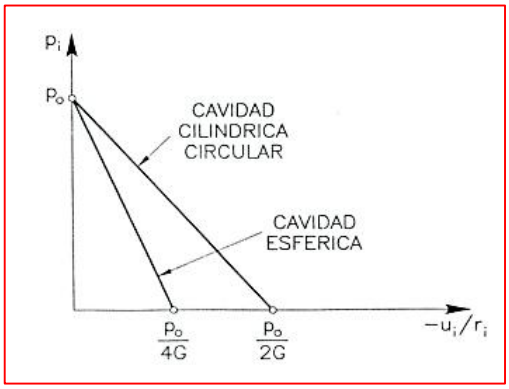
Sustituyendo en ecuación de equilibrio:

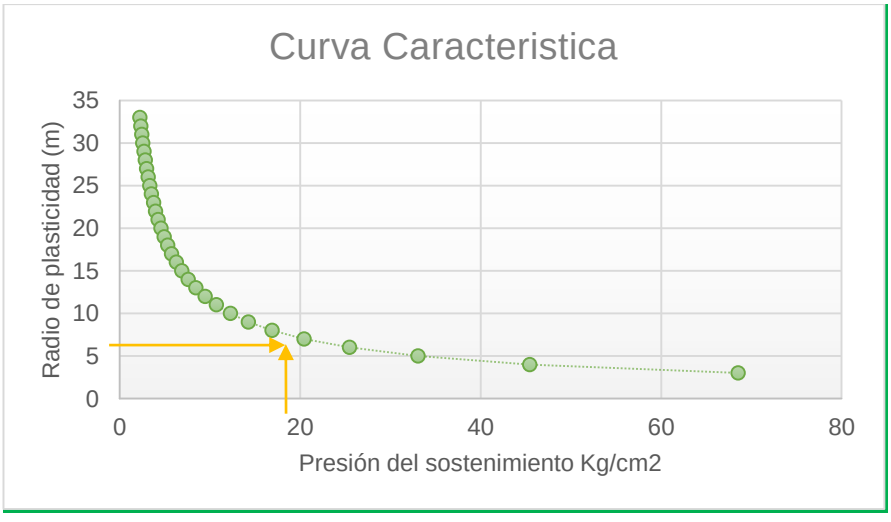
$$r^2\frac{d^2u}{dr^2} + 2r\frac{du}{dr} - 2u = 0 \to u = Ar + \frac{B}{r^2}$$

$$C.C.: r = r_i \;\; \sigma_r = p_i$$

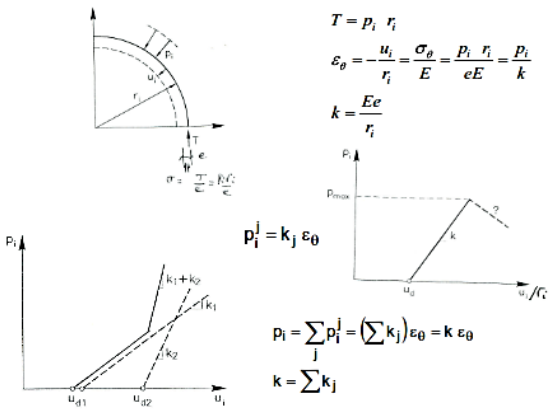
$$r = \infty \;\; \sigma_r = p_0$$

$$\boxed{\begin{matrix} \sigma_r = p_0 - (p_0 - p_i)\left(\frac{r_i}{r}\right)^3 \\ \sigma_\theta = p_0 + \frac{1}{2}(p_0 - p_i)\left(\frac{r_i}{r}\right)^3 \end{matrix}}$$





4.3. Curva de sostenimiento



$$T = p_i \; r_i$$

$$\varepsilon_\theta = -\frac{u_i}{r_i} = \frac{\sigma_\theta}{E} = \frac{p_i}{eE}\frac{r_i}{} = \frac{p_i}{k}$$

$$k = \frac{Ee}{r_i}$$

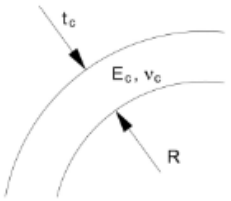
$$p_i^j = k_j \, \varepsilon_\theta$$

$$p_i = \sum_j p_i^j = \left(\sum k_j\right)\varepsilon_\theta = k\,\varepsilon_\theta$$

$$k = \sum k_j$$

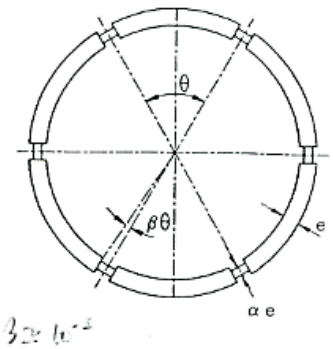
Dovela prefabricada

Revestimiento anular de hormigón



$$k = \frac{E_c\left[R^2 - (R - t_c)^2\right]}{(1+\nu_c)\left[(1-2\nu_c)R^2 + (R-t_c)^2\right]}$$

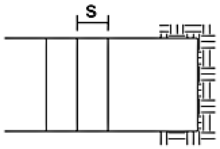
$$p_{s\,max} = \frac{1}{2}\sigma_c^*\left[1 - \frac{R^2}{(R+t_c)^2}\right]$$

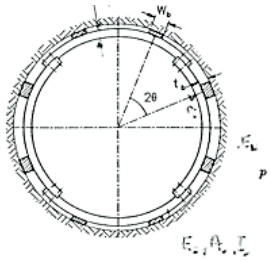


$$E_c^{eq} = \frac{\alpha}{\alpha(1-\beta)+\beta}E_c$$

$$\beta \cong 10^{-3}$$

Cerchas metalicas



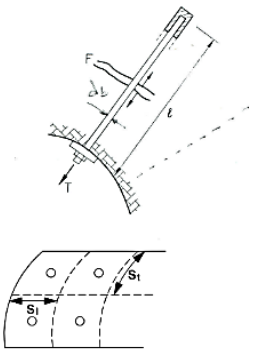


$$\frac{1}{k_g} = \frac{Sr_i}{E_s A_s} + \frac{Sr_i^3}{E_s I_s}\left[\frac{\theta\left(\theta + sen\;\theta\;\cos\theta\right)}{2\;sen^2\;\theta} - 1\right] + \frac{2S\;\theta\;t_b}{E_B W_b^2}$$

$$p_{s\,max} = \frac{3\;A_s\;I_s\;\sigma_{as}}{2Sr_i\;\theta\left[3I_s + X\;A_s\left[r_i - \left(t_B + \frac{1}{2}X\right)\left(1-\cos\theta\right)\right]\right]}$$

S: espaciamiento de cerchas en dirección longitudinal

Bulones



$$\Delta u = l\varepsilon = \frac{4Tl}{\pi d_b^2 E}$$

$$p^{eq} = \frac{T}{s_l\, s_t}$$

Como revestimiento "continuo": $p^{eq} = k\,\Delta u / r_i$

$$\frac{1}{k} = \frac{s_l\, s_t}{r_i}\left(\frac{4l}{\pi d_b^2 E}\right)$$

$$\frac{1}{k} = \frac{s_l\, s_t}{r_i}\left(\frac{4l}{\pi d^2 E} + Q\right)$$

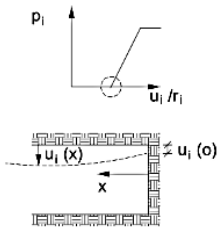
$$p_{s\,max} = \frac{T_{rot}}{s_l\, s_t}$$

Deformación previa a la colocación del Sostenimiento

- Régimen elástico.
  Túnel sin revestir

$$a(x) = \frac{u_i(x) - u_i(0)}{u_i(\infty) - u_i(0)}$$

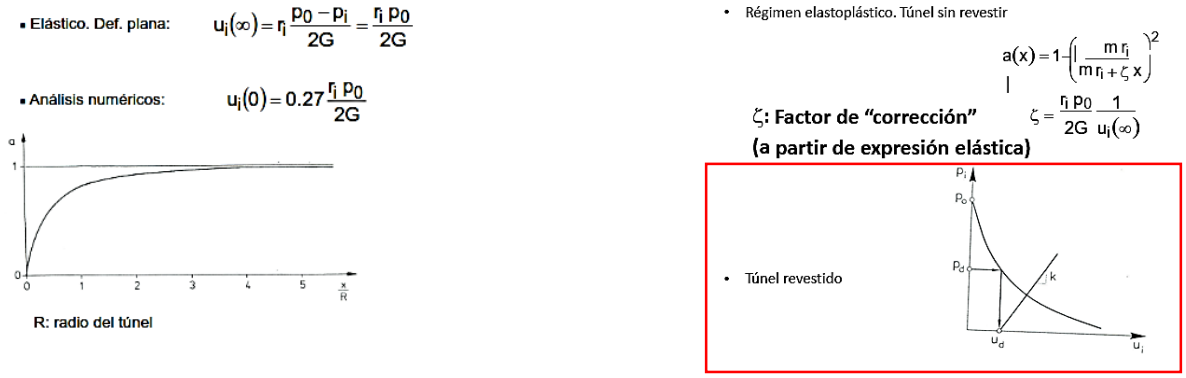
$$u_d = u_i(d) = a(d)\left[u_i(\infty) - u_i(0)\right] + u_i(0)$$



– A partir de análisis elásticos (MEF):

$$a(x) = 1 - \left(\frac{m\,r_i}{m\,r_i + x}\right)^2$$

$(m = 0.7 - 0.8)$



4.4. Comentarios sobre el sostenimiento

4.4.1. Emboquille

El uso de la maquinaria convencional de excavación de túneles requiere alturas libres no menores de 5 ó 5,5 m. Por lo tanto los túneles de hasta 6 ó 7 m de ancho suelen excavarse a sección completa. En los túneles de ancho mayor (como son todos los túneles de carretera y/o ffcc de vía doble) puede plantearse la excavación a sección completa (que tiende a realizarse cada vez más) o a sección partida.

Las recomendaciones se refieren solo a la zona de emboquille. Para masas rocosas de buena calidad (RMR > 70) parece recomendable emboquillar a sección completa, si la excavación va a continuarse también a sección completa. Para masas rocosas de media calidad (30 < RMR < 70) el sistema habitual es la sección partida en dos: avance y destroza.
Para masas rocosas de calidad mala (30 > RMR) es más conveniente el emboquille por galerías múltiples, con construcción de contrabóveda robusta para finalizar la sección. La galería central de avance se excava por delante de la calota (al menos unos metros) y proporciona una seguridad adicional, incluso cuando se emboquilla a sección partida y la calidad del macizo rocoso es media a baja (50 > RMR).

Paraguas de emboquille

El paraguas es siempre una buena práctica y se recomienda prácticamente en todos los casos, aunque podría obviarse cuando la calidad del macizo rocoso es muy buena (80 > RMR). Hay muchas clases de paraguas pero por simplicidad se han considerado solo cuatro tipos:

Paraguas ligero (60 < RMR)

Constituido por bulones de Φ 32 de acero corrugado (o por barras de acero especial) y de 6 a 9 metros de longitud, colocados dentro de una perforación de 21/2 (67 cm). El espacio entre la barra y la perforación se rellena con lechada de cemento (nunca con resina). La longitud máxima es de 9 m y las barras son únicas sin solapes ni prolongaciones. La distancia usual entre las perforaciones varía entre 0.5 y 1 m. Conviene que las barras estén provistas de centradores.

Paraguas medio (30 < RMR < 70)

Constituido por micropilotes de tubo metálico de diámetro exterior igual o inferior a 90 mm y espesor igual o inferior a 7 mm. Estos tubos se introducen en perforaciones de diámetro inferior a 6" (150 mm) y se rellenan interiormente y exteriormente con mortero, que puede aplicarse con una ligera presión. La distancia entre ejes de micropilotes oscila entre 40 y 70 cm. La longitud de estos paraguas varía entre 9 y 20 m. Para longitudes mayores de 9 m es preciso adicionar tubos por un sistema de rosca macho-hembra (la resistencia a flexión disminuye mucho en la sección roscada) o con manguitos exteriores. Generalmente los micropilotes asoman algo en cabeza y se arriostran con una viga de hormigón armado de directriz curva, paralela al límite teórico de la sección de emboquille.

Paraguas pesado (RMR< 30)

Puede estar constituido por micropilotes de tubo metálico de diámetro exterior superior a 90 mm y espesor superior a 7 mm, introducidos en perforaciones de diámetro superior a 6 " (150 mm), rellenas interiormente y exteriormente por lechada que puede aplicarse con una ligera presión, o bien inyectarse con la técnica de los tubos-manguito. La distancia entre los ejes de micropilotes es menor de 50 cm. La longitud de los paraguas pesados es, como mínimo de 20 m y está limitada técnicamente por la capacidad para mantener el paralelismo entre perforaciones próximas. Aunque se han citado paraguas de hasta 40 m de longitud la práctica habitual rara vez excede de 20-25 m. Debe estudiarse la resistencia a flexión de los solapes de tubos (reforzándola con manguitos exteriores). Las cabezas de los micropilotes deben arriostrarse con una viga de hormigón armado.
Un método antiguo de construcción de paraguas pesados sustituía los micropilotes por carriles ferroviarios, pero la longitud de los paraguas de carriles estaba limitada por la capacidad de perforación. El sistema fue ampliamente usado por ferroviarios pero actualmente está en desuso, aunque puede encontrarse en casos de reparación de túneles ferroviarios.

Paraguas de jet-grouting

En terrenos sin cohesión el paraguas puede construirse mediante columnas de jet-grouting, utilizando el método llamado de Jet 1 (con inyección a presión solo de lechada) porque la presión de aire y/o agua en los métodos llamados de Jet 2 o Jet 3 suele ser perjudicial para la estabilidad del talud. La distancia entre ejes de columnas es la necesaria para que resulten tangentes (o casi tangentes) entre si y debe determinarse haciendo pruebas de inyección en un talud semejante y próximo al frontal de la boquilla. Lo más usual es una distancia del orden de 60-70 cm. La longitud de los paraguas de jet grouting suele variar entre 12 y 20 m aunque se han construido paraguas de jet-grouting de hasta 25 m. En las columnas es conveniente introducir una armadura, que suele ser un redondo corrugado, aunque a veces se deja la tubería de inyección.

Bulones en talud frontal

Es normal la utilización de bulones de acero corrugado, o de acero de alta resistencia. El diámetro recomendable es Φ32, aunque pueden utilizarse bulones de Φ25 cuando la calidad del macizo rocoso sea alta. Los bulones deben anclarse por adherencia con lechada de cemento y es conveniente aplicar

en cabeza una ligera tensión para que la placa la transmita a la superficie del talud y prevenir así la descompresión superficial. La longitud de los bulones suele ser del orden de 6 m o inferior cuando se emplean para su colocación jumbos normales. Cuando se dispone de sondas o equipos específicos de perforación deben emplearse bulones de 8 o 9 m de longitud, sin empalmes por solape. En todo caso la longitud nunca será inferior a un décimo de la altura del talud, medida sobre rasante. Las densidades iguales o superiores a 1 bulón por metro cuadrado (1 b/ m2) son altas y solo se recomiendan para valores del RMR inferiores a 30. En las recomendaciones (donde el bulón tipo previsto es el redondo de acero corrugado de Φ32) se han propuesto longitudes (y densidades de bulonado) crecientes cuando disminuye la calidad del macizo rocoso.

Los bulones deberían perforarse e instalarse por bandas horizontales, al mismo ritmo de excavación del talud, para evitar la descompresión de la masa rocosa. En ocasiones los bulones se disponen en coronas concéntricas alrededor del túnel para reforzar el terreno inmediatamente contiguo a él produciendo un efecto similar, aunque mucho menos significativo, que un paraguas.

Para valores del RMR inferiores a 20 la masa rocosa se comportará como un suelo en el talud frontal y los bulones normales en macizos rocosos no están recomendados. Puede utilizarse una técnica de "soil nailing" (suelo claveteado).

Hormigón proyectado en el talud frontal

El gunitado sistemático de todos los taludes no es deseable. La capa de hormigón proyectado puede dificultar el drenaje natural, aporta poca resistencia frente a un problema de inestabilidad del talud, enmascara los síntomas iniciales de roturas por deslizamiento y, además, tiene un mal aspecto desde el punto de vista estético. La adherencia del hormigón proyectado a la superficie del talud puede ser escasa en algunas zonas creando "bolsas" despegadas que se rellenan de agua y/o donde aparecen grietas de difícil interpretación.

El papel del hormigón proyectado debe reservarse a los casos en que es preciso regularizar algunos puntos del talud, para evitar descalces y roturas superficiales en masas rocosas de calidad media a buena (40 < RMR), y entonces debe aplicarse puntualmente, según la técnica del "hormigón dental".

Para masas rocosas de calidad mala (RMR < 40) el hormigón proyectado puede ser útil para prevenir la erosión superficial debida al clima o a la escorrentía superficial de agua. En esos casos es preciso garantizar la adherencia a la superficie del talud, lo que puede hacerse con bulones muy cortos. Si el talud frontal va a quedar visible, total o parcialmente, al terminar la obra, conviene utilizar en la capa final de hormigón proyectado algún colorante para que el color superficial sea similar al del terreno, evitando el contraste visual que suele producir el color gris del cemento.

Red de protección sobre el talud frontal

La colocación de una red/ malla metálica sobre el talud supone una importante protección contra la caída de piedras y es muy recomendable donde el punto de vista de la seguridad del personal, aunque

no supone mejora de la estabilidad del talud. Debe elegirse el tipo de red o malla en función del tamaño del boque-tipo que pueda desprenderse y caer.

Mallazo

Se coloca mallazo como armadura de la capa de hormigón proyectado. Su función es evitar la rotura a tracción de la gunita y reforzar su resistencia a flexión frente a fenómenos de caída de fragmentos de la masa rocosa. Suele bastar un mallazo de 150 x 150 x 6 mm, que se duplica en macizos de calidad geotécnica muy mala.
No es habitual el armado del hormigón proyectado mediante fibras metálicas en los taludes de emboquille, porque debe mantenerse la función de retención de bloques grandes que ejerce el mallazo.

Viseras de protección

Es una buena práctica construir un falso túnel provisional para proteger mejor a las personas y a los equipos de eventuales caídas de material de los taludes. Aunque en teoría resultaría adecuado construir una parte definitiva del falso túnel, en la práctica de las obras raramente es posible. El falso túnel provisional, comúnmente llamado visera, suele formarse a partir de cerchas metálicas, combinadas con chapas Bernold y mallazo, sobre cuyo conjunto se proyecta hormigón proyectado. En rigor no se trata de un sostenimiento del talud por lo que no se recoge en las recomendación para emboquilles. Pero es una buena práctica constructiva y parece que sustituye con ventaja a los medios de protección contra caída de piedras. Pero la visera está circunscrita al ancho de excavación del túnel y la trinchera puede ser bastante más ancha. En ese caso conviene recordar que la dinámica de la obra conducirá a colocar acopios, maquinaria o medios auxiliares en cualquier parte libre de la trinchera, que suelen ser los laterales a la excavación del túnel, y esos laterales no están protegidos por la visera.

Drenaje del talud frontal

Una buena práctica es la construcción de sistemas de cunetas de drenaje, con las correspondientes bajantes, para evitar la escorrentía superficial sobre las superficies de los taludes de la trinchera, que erosionaría y dañaría al talud.

Perfilado de la zona superior del talud frontal

Precauciones suplementarias contra accidentes son: la excavación suplementaria, tendiendo el talud en las zonas superiores meteorizadas, y la colocación de barreras y/o cercas para evitar las caídas de las personas que puedan circular en las zonas altas.

4.4.2. Avance del túnel

Dependiendo de la calidad del macizo rocoso y del tipo de roca puede ser necesario espaciar algo más de 10 metros de distancia al frente para completar la última parte del sostenimiento. Es frecuente que los empujes y convergencias finales se produzcan a 2 o 3 anchos del túnel como

distancia al frente (20 o 30 metros). Se trata de un tema que debe estudiarse analíticamente (mediante el método de las curvas características o métodos similares) y comprobarse en obras mediante instrumentación. Por lo tanto, no será objeto de estudio en este proyecto.

Bulonado

El bulón más usado es el de acero corrugado de 25 milímetros de diámetro (en las recomendaciones de BIENIAWSKI se menciona el de D=22 milímetros). El método de adherencia puede ser la resina o el mortero (mejor cuando hay problemas de perforación o cavidades microkársticas). Pero es creciente el uso de los bulones de expansión mecánica. Sin entrar en la polémica sobre su durabilidad, podemos indicar que presentan ventajas para valores altos del RMR (por su mecanización fácil) y en los valores muy bajos (porque pueden adaptarse a perforaciones irregulares). Si se utilizan debe tenerse en cuenta que su resistencia es menor, por lo que hay que aumentar la densidad de bulonado. Cuando el sostenimiento es provisional, y ha de demolerse posteriormente (túnel piloto), los bulones más adecuados son los de fibra de vidrio o los de expansión mecánica, porque en ambos casos se cortan fácilmente. El espaciado entre bulones se refiere a mallas cuadradas de implantación y es solo indicativo. En cada caso debe ajustarse la distribución a las densidades de bulonado propuestas y a la longitud real de pase.

Hormigón proyectado

Se indican los espesores mínimos más adecuados. El número de capas incluye la capa inicial de sellado, que no es necesaria para macizos rocosas de calidad muy buena. Los espesores de cada capa no deben exceder de 10 centímetros para evitar problemas de adherencia. Los espesores reales dependen de la precisión de la excavación. Si se deben rellenar las sobrexcavaciones, y/o cubrir cerchas, los espesores reales pueden ser mucho mayores en algunos puntos.

Es frecuente utilizar fibras metálicas como mallazo para armar el hormigón proyectado. Las fibras tienen ventajas de mecanización, rendimiento y ductilidad del hormigón a flexo-tracción, y en países como Inglaterra, Suecia o noruega solo se utilizan fibras metálicas (que están prescritas como componente por el sistema Q de BARTON). En países de tradición alemana (Alemania, Austria, Suiza), persiste más el mallado, que tiene la ventaja de exigir un espesor mínimo de hormigón proyectado.

En las recomendaciones se sugiere el uso de fibras metálicas para macizos de calidad media a buena y el de mallazo para macizo de calidad mala a muy mala.

Cuando no es necesario el hormigón proyectado (en macizos de calidad muy buena), puede ser conveniente el uso ocasional de mallazo como protección contra la caída de cuñas rocosas aisladas.

Cerchas

Es frecuente el uso de cerchas en macizos rocosos de calidad media (RMR <50). El tipo de cercha depende tanto de la calidad del macizo como del ancho del túnel. En estas recomendaciones se consideran cerchas ligeras la TH-21, y de medias a pesadas las TH-29 y las HES. En túneles de 5/6 metros de ancho se utilizaran las cerchas TH-16 como ligueras y las TH-21 como pesadas.

En todos los casos las cerchas se deben arriostrar entre sí mediante tresillones. El uso de forros de entibación (mediante chapas continuas o pequeñas tablestacas) es poco frecuente en

España, donde se prefiere sustituirlos por mallazos cuando es necesario en macizos de calidad mala a muy mala.

Método Bernold

El método Bernold integral (con cerchas de montaje, chapas continuas solapadas y relleno de hormigón) sigue siendo una opción válida para macizos de calidad mala o muy mala.

Su utilización ha decaído en España debido a la popularización del nuevo método austriaco. En todo caso la combinación de cerchas HES con chapas Bernold, apoyadas sobre las alas de las cerchas, y con relleno de hormigón bombeado o proyectado, constituye un método muy adecuado para construir sostenimientos rígidos, pesados y continuos. Su empleo es recomendable en las zonas de boquillas y en el cruce de fallas y/o zonas tectonizadas.

Paraguas de presostenimiento

Con valores del RMR inferiores a 30 es normal utilizar paraguas de bulones de 5 a 6 metros de longitud, localmente o en la parte superior de la sección. Su necesidad depende de las condiciones de estabilidad del frente en clave y hastiales, y del buzamiento de las capas.

Para valores de RMR inferiores a 20 (y para atravesar zonas de hundimiento) es recomendable la construcción de paraguas de micropilotes, que suelen inyectarse con la técnica de los tubos-manguito. Se trata de un procedimiento lento y costoso pero que puede resultar imprescindible en ciertos casos.

4.5. Solución de sostenimiento adoptado

4.5.1. Emboquille

Los emboquilles se realizaran mediante una cercha de avance, con sección partida de calota y destroza. Será necesario la utilización de paraguas ligueros o medios dependiendo de las condiciones del terreno en dicho punto. Para una buena estabilidad se colocaran bulones de 5 metros de longitud, siendo imprescindible la colocación de 1 bulón por cada cuatro metros cuadrados. Se utilizará un mallazo y para mayor seguridad y estética se recubrirá con hormigón proyectado de 0,1 metros de espesor.

Ilustración 11 Cercha de avance en el emboquille del túnel

Tabla 3 recomendaciones para el sostenimiento de Túneles en los emboquilles

Clasificación		Excavación				Bulones			Hormigón proyectado e (cm)	Red/ mallazo
RMR	Clase	Partición de emboquille			Paraguas	L (m)	b/m2	S (m)		
100		Sección completa			Opcional	No	No	No	No	Opcional
	Ia									
90					Opcional	4	<0,10	Ocasional	No	Si
	Ib									
80					Ligero	4/5	0,11	3x3	No	Si
	IIa									
70					Ligero o medio	5/6	0,25	2x2	Ocasional	Si
	IIb									
60			Calota / destroza	Galería central	Medio	6	0,44	1,5x1,5	Ocasional	Si
	IIIa									
50					Medio	6/8	0,70	1,2x1,2	Ocasional	Si
	IIIb									
40					Medio	8	1	1x1	0,1-0,15	Mallazo opcional
	IVa									
30				Galerías múltiples	Pesado	8	1,50	0,8x0,8	0,15-0,20	Mallazo simple
	IVb									
20				Contraboveda	Pesado	No	No	No	0,20-0,25	Mallazo simple o doble
	Va									
10					Pesado	No	No	No	0,25-0,30	Mallazo doble
	Vb									
0										

4.5.2. Avance del túnel

Por tratarse de un macizo roco en buenas condiciones se diseñara mediante el método empírico ya que no hay peligros de derrumbe y presenta unas buenas condiciones de trabajo. Entrando en la tabla adjunta con un RMR = 62, clasificación II_b, se observa que se deberán disponer bulones de 3 metros de longitud con una densidad de bulón/m^2 de entre 0,25 a 0,44 y, espaciamiento de 2 x 2 / 1,50 x 1,50 metros. El hormigón proyectado tendrá un espesor mínimo de entre 6 y 10 centímetros de proyección en 1 o 2 capas y deberá estar sellado. No será preciso colocar cerchas pero si la colocación de fibras y mallado sencillo.

Tabla 4 recomendaciones para el sostenimiento de Túneles

RMR	Clase	Bulonado			Hormigón Proyectado		
		L(m)	b/m2	s'	e (cm)	Capas	Sellado
100							
	I_a	_	_	_	_	_	_
90							
	I_b	2/3	0,1	Ocasional	2	Ocasional	No
80							
	II_a	3	0,10 - 0,25	Ocasional	5	1	Ocasional

70							
	II_b	3	0,25/0,44	2 x 2 / 1,5 x1,5	6-10	1/2	Si
60							
	III_a	3/4	0,44/0,66	1,5 x 1,5 / 1,5 x 1,5	8-15	2/3	Si
50							
	III_b	4	0,66/1	1 x1,5 / 1 x 1	12-20	2/3	SI
40							
	IV_a	4/4,5	0,8/1	1 x 1,25 / 1 x 1	16 - 24	3	Si
30							
	IV_b	4,5/5	1	1 x 1	20 - 30	3	Si
20							
	V_a	_	_	_	30 - 40		Si
10							
	V_b			SISTEMAS ESPECIALES			
0							

RMR	Clase	Armadura		Cerchas		
		Mallazo	Fibras	Tipo		S' (m)
100						
	I_a	Sencillo Ocasional				
90						
	I_b					No
80						
	II_a					No
70						
	II_b		Fibras			No
60						
	III_a			TH-21		Ocasional
50		Sencillo Ocasional				
	III_b					1,5
40				TH - 29		
	IV_a					1
30						
	IV_b	Doble			HES	0,75/1
20						
	V_a					0,5/0,75
10						
	V_b					
0						

4.6. Revestimiento

El revestimiento puede definirse como una estructura de hormigón que reviste la cavidad y que está en contacto directo con el terreno y/o con el sostenimiento previamente colocado. Esta definición no es cierta para revestimientos ornamentales prefabricados, donde puede no existir ese contacto. Su colocación viene impuesta por alguno de los siguientes motivos:

- Función resistente
- Impermeabilización
- Estética
- Funcional, en lo que se refiere a la mejora de la eficiencia de la ventilación y de la iluminación (en túneles de carretera), o de la capacidad hidráulica (túneles de saneamiento o abastecimiento)
- Resistencia frente al incendio

Existen numerosos túneles sin revestir, que se mantienen perfectamente estables durante muchos años, lo cual avala la posibilidad, en algunos casos, de prescindir del revestimiento. Es también una práctica frecuente, en la construcción de túneles, realizar la excavación de la sección, completa o en avance y destroza, en toda la longitud, siendo solamente entonces cuando se acomete el hormigonado del revestimiento. En este caso, se coloca, durante la excavación, un sostenimiento más o menos denso, en función de las características de la roca, llegándose a un equilibrio tensión-deformación entre el terreno y el sostenimiento, pudiendo suceder:

A. Dicho equilibrio no se modifique. Esto sucede en rocas de buena calidad geotécnica, como son la clase I y II de Bieniawski y, posiblemente, en la mitad superior de la clase III, es decir, para materiales con RMR > 50.

En este caso, el revestimiento no tendría misión estructural y su función seria de tipo estético y/o funcional. Algunas administraciones acostumbran, en este caso, a prescindir del revestimiento, quedando la sección únicamente con el sostenimiento recurriéndose algunas veces a paneles prefabricados para mejorar la estética del conjunto.

B. A medio – largo plazo, en rocas con RMR < 50, la disminución de los parámetros resistentes del material, por la acción del agua y/o por agentes físico-químicos, puede originar el desarrollo de un incremento de empujes, que deberá ser resistido por el revestimiento. Asociada al largo plazo, otra hipótesis que se suele tomar para la puesta en carga del revestimiento es la anulación de los elementos metálicos (por corrosión) y un descanso en el valor del módulo de elasticidad del hormigón proyectado.

C. Si el revestimiento es impermeable, y la sección cerrada, puede restablecerse la presión hidrostática alrededor del túnel. Este hecho, en materiales fisurados, es bastante controvertido en macizos rocosos sanos o en materiales impermeables.

D. Si el túnel esta excavado en materiales expansivos que, al descomprimirse y existir aporte de agua, pueden desarrollar su potencial expansivo. Se trata de una hipótesis que conviene tener en cuenta, ya que puede tardar mucho tiempo en revelarse. Lombardi se refiere a casos de túneles de ferrocarril en Suiza que, 100 años después de su construcción, siguen desarrollando todavía este proceso.

E. Que se realice alguna nueva excavación en el entorno del túnel, con lo que se modificaría el campo de tensiones y, por consiguiente, el equilibrio, con el desarrollo de nuevos empujes.

La forma que suele adoptar el revestimiento de un túnel pueden ser complicadas combinando diferentes curvas circulares. Normalmente, aunque no es obligatorio, suele ser, similares a la forma de excavación.

En materiales de tipo medio, son más convenientes los revestimientos en forma de herradura. En este tipo de revestimiento hay que prestar especial atención al apoyo del hastial en el fondo de la excavación.

En los puntos angulosos, como son los quiebros en ángulo recto que se producen en la conexión solera-hastial, producen elevadas concentraciones de tensiones, hasta el punto de que este punto suele requerir armadura. Por el contrario, las formas curvas rebajan notablemente dicha concentración, no obstante, los padres del NMAT, Rabcewicz y Muller recomiendan formas lo más cercanas posibles a la circular.

En el presente proyecto la ejecución del revestimiento se efectuara el hormigonado a plena sección, a medida que se avancen las labores. La excavación se realizara medinte, Calota y destroza.

En este caso se ha previsto revestir el túnel con un anillo de hormigón en masa de 30 centímetros de espesor teórico y encofrado mediante un carro.

5. Medidas de refuerzo en el túnel

Paraguas de emboquille

El paraguas de emboquille es siempre una buena práctica y se recomienda en la mayoría de los casos, aunque podría obviarse cuando la calidad del macizo rocoso es muy buena (RMR > 80). Hay muchas clases de paraguas en el presente proyecto se considerara la siguiente sección para el mismo:

- Excavación del talud frontal en bataches de 3 metros de altura
- Proyección de una capa de hormigón. Colocación d una malla de 3 x 3 metros de bulones de d = 32 milímetros de 4 metros en la boca
- Perforación de un paraguas de micropilotes d= 127 – 9 milímetros de 12 metros.
- Encofrado y hormigonado del preanillo
- Colocación de cerchas exteriores al túnel, colocación de doble mallazo y proyección de hormigón
- Excavación del túnel, en avances de 3 metros

Bulones

Los bulones, deben ir inyectados de mortero en su totalidad; la inyección se realizara mediante tubos de plástico de 3 milímetros de diámetros que lleguen al fondo del taladro. Los bulones se tensaran a 190 KN los de 25 milímetros y a 250 KN los de 32 milímetros. Los micropilotes del paraguas son todos paralelos entre si y a la rasante de la traza. Es fundamental que la perforación se haga con maquinaria que permita asegurar una desviación máxima de cada taladro en el fondo, no superior a los 15 centímetros; la posición inicial de perforación debe ser replanteada topográficamente en el frente y en la plataforma de trabajo de la perforadora. El diámetro de perforación es de 165 milímetros, y los micros se inyectaran con lechada de cemento en toda su longitud; para centrar bien los tubos en la perforación, se colocara un separador cada dos metros.

6. Ventilación

6.1. Introducción

En el presente anejo se va a tratar la ventilación durante la fase de ejecución del túnel.

La necesidad de mantener dentro de los túneles, en su construcción y explotación una atmosfera respirable, no toxica, y en unas condiciones ambientales optimas, obliga a renovar el aire de estos mediante sistemas de ventilación o desahumado, para impedir que los gases y humos emitidos por los vehículos de motor, y por las distintas labores de construcción, alcancen unas concentraciones limite predeterminadas.

Durante la fase de ejecución existe una mayor emisión de contaminantes, principalmente en la zona del frente de avance, que es además la zona donde suele concentrarse el personal. Hay que tener en cuenta que los operarios durante esta fase se ven sometidos a la acción de los contaminantes presentes en la atmosfera durante toda la jornada laboral.

En la fase de ejecución del túnel se encuentra con una sola entrada desde el exterior, lo que se denomina como “fondo de saco”. Por eso la forma de la ventilación debe asegurar una circulación de aire desde la entrada de la labor al frente por medio de una canalización en la que haya situados uno o vario ventiladores. Si la corriente de aire circula por la canalización desde el exterior hasta el frente, se denomina soplante; en caso contrario es aspirante.

Ilustración 12 ventilación de un túnel en ejecución

6.2. Tipos de ventilación para la ejecución del túnel

La elección de las características del método de ventilación que se desee aplicar durante la construcción de un determinado túnel se efectúa en dos etapas:

1) Determinación de las características de ventilación en el frente de avance. Las principales son:

- Caudal de aire preciso
- El tipo de ventilación: aspirante, soplante, aspirante-soplante Distancia desde la extremidad de la canalización al frente

2) Elección del ventilador y la canalización que permiten obtener el caudal deseado en el frente.

6.2.1. Ventilación suplante

En este esquema se instala una conducción a través de la cual el aire desde el exterior hasta las cercanías del frente de avance. El tapón de humos, gases y polvo que ocupa el fondo del túnel es removido por el aire fresco soplado por la tubería, siendo así diluido y empujado a lo largo del túnel hasta su emboquille por donde es expulsado al exterior.

Ventajas:

- Es de fácil instalación
- Permite el empleo de tuberías de lona, sin armadura, de fácil manejo.
- Es más económica
- El aire se conduce muy rápidamente y llega al frente en buenas condiciones, mejorándose así la situación ambiental en la zona de trabajo.
- El chorro de aire que sale del conducto de ventilación es capaz de remover los gases y humos que quedan en el frente sin necesidad de acercarlo a este excesivamente.
- Menor potencia instalada
- Menor perdida de carga

Inconvenientes:

- Los gases de voladura han de circular por el túnel, ocasionando problemas al personal.
- El polvo que se crea con el uso de máquinas perforadoras o tuneladoras (sobre todo si se realiza en seco) creara una atmosfera de reducida visibilidad y causara problemas respiratorios a lo largo del túnel.

6.2.2. Ventilación aspirante

En este esquema de ventilación se aspira el aire que ocupa el frente de avance del túnel mediante una tubería de ventilación. De esta forma el aire entra por la boca del túnel y atravesando toda su sección, llega hasta el frente mezclándose así con los distintos contaminantes que existan en la atmosfera. Un ventilador acoplado a la tubería hace que el aire del frente entre en esta y sea expulsado, por su otro extremo, al exterior del túnel.

Ventajas:

- Los gases y el polvo del frente retornan por la tubería (salvo la parte que pueda recircular) evitando que el personal tenga que respirarlos.
- Rápida eliminación de gases y humos tras el disparo de voladuras.

Inconvenientes:

- Requiere tuberías rígidas, o si son de lona que estén armadas con espiral de acero.
- El aire entra lentamente, a lo largo del túnel, con lo que llega caliente al frente.
- Las tuberías flexibles ofrecen más resistencia, al tener que ser reforzadas, con lo que se da una mayor pérdida de carga.

6.2.3. Ventilación suplante-aspirante

En este sistema de ventilación, empleando una sola tubería se realiza primeramente una fase de aspiración, en el transcurso de la cual se elimina una fracción de humos situada cerca de la boca de aspiración. A continuación se sopla, por la misma tubería, de forma que se pueda limpiar el espacio

comprendido entre el extremo de la tubería y el frente, desplazando el aire contaminado a la parte situada por detrás del extremo de la tubería para que pueda ser eliminado en la siguiente fase de aspiración.

Ventajas:

- Los gases y humos retornan por la tubería evitando que el personal tenga respirarlos
- Se consigue una limpieza del frente rápida y eficaz

Inconvenientes:

- Es de instalación más compleja y cara
- La tubería ha de ser rígida o armada con espiral de acero.
- El aire llega lentamente al frente, pudiéndose calentar durante el trayecto a lo largo del túnel.

6.2.4. Esquema de ventilación elegido

El esquema de ventilación que se ha elegido para la ventilación en la fase de ejecución del presente túnel es el de ventilación soplante por su mayor versatilidad a la hora del trabajo.

6.3. Caudal de aire necesario en la construcción del túnel

Entre las causas que provocan la contaminación de la atmosfera, unas tienen un efecto permanente y estable en el tiempo, tales como el recalentamiento del aire por los terrenos, la respiración del personal, los gases de escape de los motores diesel o la formación de polvo durante la perforación y el rozado. Otras, sin embargo, se muestran de forma más localizada, como los humos de disparo de los explosivos y el desprendimiento de polvo que se verifica en ese momento.

Los factores determinantes para la ventilación de túneles en construcción suelen ser los gases y humos producidos tras el disparo de las voladuras y los gases emitidos por los motores de la maquinaria utilizada en las distintas fases de construcción.

Las concentraciones volumétricas admisibles para los distintos gases peligros, según se indica en las Normas Básicas de Seguridad Minera en sus Instrucciones Técnicas Complementarias, a lo largo de una jornada de ocho horas, son los siguientes:

- 50 ppm de monóxido de carbono (CO).
- 5000 ppm de dióxido de carbono (CO2).
- 10 ppm de óxidos de nitrógeno (NO + NO2).
- 10 ppm de sulfuro de hidrogeno (SH2).
- 5 ppm de dióxido de azufre (SO2).
- 1000 ppm de hidrogeno (H2).

No obstante, durante periodos cortos, y de acuerdo con la peligrosidad del gas, podrán admitirse contenidos superiores, sin que se sobrepasen nunca los siguientes:

- 100 ppm de monóxido de carbono (CO).
- 12500 ppm de dióxido de carbono (CO2).
- 25 ppm de óxidos de nitrógeno (NO + NO2).
- 50 ppm de sulfuro de hidrogeno (SH2).
- 10 ppm de dióxido de azufre (SO2).
- 10000 ppm de hidrogeno (H2).

Si los detectores de gases registran una elevación delas concentraciones por encima de los limites indicados, las zonas de trabajo deberán desalojarse y ventilarse convenientemente.

En todo caso, la proporción de oxigeno (O2) nunca será, en las zonas de trabajo, inferior al 19% en volumen. En caso necesario deberá realizarse la corrección pertinente por altitud.

6.3.1. Dilución de los gases de escape de los motores diésel

Se considera que son necesarios 1000 m^3 de aire por cada hora y por cada kilogramo de gasoil consumido para diluir suficientemente los gases de escape de los motores diésel. Se considera también que el consumo de gasoil de las máquinas que trabajan en el frente es de 0,210 Kg/KW.h, es decir 0,250 Kg a la hora por cada KW de potencia de la máquina. El valor obtenido se multiplica por un factor de 0,6, pues se supone que, como media, las maquinas trabajaran a un 60% de su potencia nominal.

6.3.2. Ventilación del polvo

Entre las labores que se realizan para la construcción de túneles que se consideran generadoras de polvo, deben citarse las siguientes:

- Volado del frente
- Carga y transporte del escombro
- Perforación de barrenos
- Proyección de hormigón

Si se emplean perforadoras que como sistema de evacuación del detritus utilicen aire, deberá ventilarse con un caudal de aire al menos igual al que utilice la máquina.

En el caso de la voladura después de cada pega de avance es necesario la evacuación de los gases generados antes de proceder a la extracción del material.

Para ventilar en condiciones normales, se utilizara el mayor de los caudales estimados como necesarios en la dilución de los motores de escape de los motores diésel y en la del polvo generado por el jumbo.

6.4. Potencia necesaria para la ventilación en la ejecución de túnel

La depresión que han de producir los ventiladores para asegurar la correcta ventilación de un túnel en fase de construcción viene dada por tres factores.

6.4.1. Perdidas de carga en la tubería

El cálculo del valor de la pérdida de carga que experimenta el caudal de aire estimado como necesario en su circulación a lo largo del conducto de ventilación (ΔXc) viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta Xc = \frac{0{,}1 \times \lambda \times L}{D^5} \times Q^{\propto} \times 9{,}8 = \frac{0{,}98 \times \lambda \times L \times Q^{\propto}}{D^5}$$

Dónde:

- ΔXc: Perdida de carga (Pa).
- L: Longitud de la tubería (m).
- D: Diámetro de la tubería (m).
- Q: Caudal que circula por la tubería (m3/s)
- α: Coeficiente que puede tomar los siguientes valores:
  - α= 2 en tuberías rigidas.
  - α = 1,7 en tuberías flexibles.
- λ : Coeficiente de perdida de carga; es función de las características de la superficie interior de las tuberías.

Tabla 5 Valores de λ

Tipo de tubería		*Coeficiente de pérdidas de Carga λ*
Rígida	En materia plástica	0,0180
	Materia nueva (lisas)	0,0205
	En contrachapada de madera	0,0220
flexible	Bien suspendidas	0,0210
	Mal suspendidas	0,0260

En esta fórmula puede observarse la gran influencia que tiene el diámetro de la tubería en su resistencia aerodinámica, pues esta es inversamente proporcional a la quinta potencia de este. Por tanto, es interesante utilizar tuberías del mayor diámetro posible, aunque este puede quedar limitado por el galibo del túnel.

El caudal y la depresión que producirá un ventilador de características conocidas sobre una tubería de longitud dada, se obtendrá en el plano H=Q como la intersección de las curvas características del ventilador y la conjunta de tubería y túnel.

6.4.2. Perdidas de carga en el túnel

La fórmula que permite el cálculo de la resistencia aerodinámica del túnel es la siguiente:

$$R = \frac{10^3 \times \lambda \times \mathrm{P} \times \mathrm{L} \times \mathrm{Y}}{8 \times g \times S^3} = 153{,}03 \times \frac{\lambda \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{S^3}$$

Siendo:

- g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s2)
- λ = Coeficiente de perdida de carga
- Y = peso específico del aire. Puede considerarse que su valor es de 12,01 N/m3
- P= perímetro del conducto en el tramo considerado (m)
- S = sección del conducto en el tramo considerado (m2)
- L= longitud del tramo considerado (m)

El coeficiente de frotamiento del tubo del túnel se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\lambda = 0{,}7 \times \lambda_P + 0{,}3 \times \lambda_S$$

Siendo:

- λ_P= coeficiente de pérdida de carga de las paredes
- λ_S = coeficiente de pérdida de carga del suelo

Tabla 6 Valores del coeficiente de pérdida de carga de las paredes

Sostenimiento			λ_P
Roca desnuda	Pared bien recortada		0,058
	Pared con acabado medio		0,084
	Pared irregular		0,108
Roca bulonada	Pared bien recortada		0,058
	Pared con acabado medio		0,084
	Pared irregular		0,108
	Pared con tela metálica		0,130
Roca revestida	Hormigón liso		0,022
	Albañilería	Buen estado	0,025
		Estado medio	0,030
		Irregular	0,040

Tabla 7Valores del coeficiente de pérdida de carga del suelo

Características del suelo	λ_S

Suelo Hormigonado o Asfaltado	0,03
i = 5 cm	0,06
i = 15 cm	0,08
i = 30 cm	0,108

Una vez que se conoce la resistencia R del túnel se podrá calcular la pérdida de carga ΔXt a partir del caudal Q, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta Xt = R \times Q^2$$

6.4.3. Perdidas de carga en singularidades y obstáculos

El flujo de aire a su paso por singularidades tales como entrada o salida de pozos de ventilación, el emboquille del túnel, trampillas, etc…, sufre una pérdida de carga. La fórmula que proporciona el valor de esta pérdida de carga es:

$$\Delta Xsing = Rsing \times Q^2$$

Siendo:

- ΔXsing = Perdida de carga en la singularidad (Pa)
- Rsing = Resistencia aerodinámica de la singularidad (N.s^2/m^8)
- Q = caudal de aire que atraviesa la singularidad (m^3/s).

El valor de la resistencia aerodinámica viene dado mediante la siguiente expresión:

$$Rsing = \xi \times \frac{Y}{2 \times g \times S^2} = \xi \times \frac{0{,}61}{S^2}$$

Siendo:

- Rsing = Resistencia aerodinámica de la singularidad (N.s^2/m^8)
- ξ = Coeficiente de fricción de la singularidad
- Y = peso específico del aire (12,01 N/m^3)
- g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s^2)
- S = sección de la singularidad (m^2)

Tabla 8 Coeficiente ξ

Tipo de singularidad		ξ
Cambio de dirección en ángulo recto de aristas vivas		1,4
Cambio de dirección en ángulo recto sin aristas vivas	Radio interior = 1/4 Radio exterior	0,6
	Radio interior = 2/5	0,3

	Radio exterior
Emboquille	0,6
Trampilla	3,6
Enlace con pozo con aristas vivas	2
Enlace con Pozo sin aristas	1

6.4.4. Perdidas de carga debida a las tuberías de ventilación

En la circulación de aire a lo largo del túnel, la presencia de las tuberías de ventilación supone un incremento de la resistencia aerodinámica, de forma que se tendrá:

$$R = R_T(1 + 0{,}15\Sigma d_k)$$

Siendo:

- R = Resistencia total del túnel (N.s^2/m^3)
- R_T= Resistencia del túnel sin tener en cuenta los obstáculos (N.s2/m8)
- d_k= Diámetro de cada una de las tuberías que haya en el túnel (m

6.4.5. Perdidas de carga debida a obstáculos

La resistencia aerodinámica de un obstáculo interpuesto en el túnel viene dada por la siguiente expresión:

$$R = C_x \times \frac{s}{S^3} \times 0{,}61$$

Siendo:

- R = Resistencia aerodinámica del obstáculo (N.s2/m8)
- Cx = Coeficiente que depende de la forma del obstáculo
  - Cx =0,4 para obstáculos esféricos
  - Cx =0,8 para obstáculo cilíndrico perpendicular a la circulación del aire
  - Cx =1 para obstáculo cilíndrico paralelo a la circulación del aire
  - Cx =1,2 para obstáculo plano perpendicular a la circulación del aire
- s = Sección del obstáculo, según un plano perpendicular a la dirección del viento (m^2)
- S = Sección del túnel (m^2)

El caudal Q de aire calculado para ventilar el túnel deberá vencer una resistencia total ΔPT que se opone a su paso. La fuerza aereomotriz (ya sea natural o provocada por ventiladores) deberá ser igual a esa resistencia ofrecida.

Por tanto, la depresión que han de producir los ventiladores en el aire que los atraviesa será:

$$\Delta H = \Delta Xc + \Delta Xt + \Delta Hsing$$

Siendo:

- ΔH : Depresión producida por los ventiladores (Pa)
- ΔXc : Perdida de carga en las tuberías de ventilación (Pa)
- ΔXt : Perdida de carga producida en el túnel (Pa)
- ΔHsing : Perdida de carga en singularidades y obstáculos (Pa)

La dependencia de la perdida de carga en el túnel puede representarse en el plano Q-AH mediante una curva. El ventilador que deberá usarse será aquel cuya curva característica V corte a la del túnel T para un caudal Qr lo más cercano posible al calculado como necesario (Qn) para realizar la ventilación del túnel.

En el punto de funcionamiento, la potencia absorbida por el ventilador será calculada mediante la siguiente expresión:

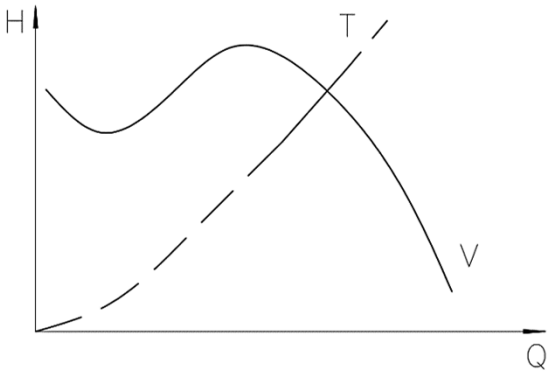


Ilustración 13 Curva característica del ventilador

$$W = \frac{Q \times \Delta H}{\eta}$$

Siendo:

- W = Potencia absorbida por el ventilador (W)
- Q = Caudal suministrado por el ventilador (m^3/s).
- ΔH = Depresión producida por el ventilador (Pa)
- Rendimiento del ventilador. En las curvas características de los ventiladores se indican los rendimientos de estos para los distintos puntos de funcionamiento.

6.5. Cálculos realizados

A continuación se exponen los resultados de los cálculos realizados para la ventilación del túnel a partir de lo explicado en los apartados anteriores.

Para ventilar en condiciones normales, se utilizara el mayor de los caudales estimados como necesarios en la dilución de los motores de escape de los motores diésel y en la del polvo generado por el jumbo.

6.5.1. Caudal en el frente

Como se explica anteriormente para ventilar, en condiciones normales, se utiliza el mayor caudal de aire estimado como necesario para la dilución de los motores diésel, en el polvo generado en la perforación y voladura.

6.5.2. Caudal necesario para la dilución de los gases de escape

En la construcción del túnel se utilizara el siguiente equipo para la extracción de escombro, dimensionado para trabajar en los dos túneles simultáneamente, realizando el avance de la excavación desde ambas bocas de cada túnel:

- Cuatro Jumbo electroneumático. Potencia 120 KW
- Cuatro pala cargadora sobre ruedas. Potencia 150 KW.
- dieciseis camiones dumper para la extracción del escombro, se estima que estarán en funcionamiento dentro del túnel 20 minutos de cada hora debido al transporte fuera de la obra y el periodo de extracción de gases de las voladuras. Potencia 250 KW.
- Debido a ser la realización de dos túneles existirán dos unidades de cada una de las anteriormente nombrada

Potencia total que se considera de cara al diseño de la ventilación

$$\left(150 + 16 \times \frac{20}{60} \times 250\right) = 483{,}33\ KW$$

Consumo de gasoil a la hora

Se considera que el consumo de gasoil de las máquinas que trabajan en el frente es de 0,210 Kg/KW.h, es decir 0,250 Kg a la hora por cada KW de potencia de la máquina. El valor obtenido se multiplica por un factor de 0,6, pues se supone que, como media, las maquinas trabajaran a un 60% de su potencia nominal.

$$483{,}33\ x\ 0{,}25 = 120{,}83\ Kg/h$$

Volumen de aire necesario por hora y kilogramo de combustible

$$1500 \times 120{,}83 \times 0{,}6 = 108.750\,\frac{m^3}{h}$$

Caudal de aire necesario para la dilución de los gases de escape

$$\frac{108750}{3600} = 30{,}21\,\frac{m^3}{seg}$$

6.5.3. Caudal necesario para la ventilación del polvo

Se considera en la excavación que el caudal de aire a emplear por m^2 de sección será de 20 m^3/m^2 min.

Caudal necesario para la ventilación del polvo:

$$20\frac{m^3}{m^2\ min} \times 100m^2 \times \frac{1\ min}{60\ seg} = 33{,}33\frac{m^3}{seg}$$

El caudal necesario en el frente de excavación será por tanto el mayor de los dos anteriores, 38,8825 m^3 / seg.

6.5.4. Cálculos de la potencia necesaria para la ventilación

Diámetro de la tubería de ventilación

$$D = 0{,}29 \times Q^{0,5}$$

$$D = 0{,}29 \times 33{,}33^{0,5} = 1{,}67\ m$$

Perdidas de carga en tubería

Por tratarse de un tubo de plástico bien suspendido se tomara λ=0,021, y α=1,7. Tomandose una longitud de tubería de ventilación como 2500 m en su máxima longitud en relación a las dos tunelaciones.

$$\Delta Xc = \frac{0{,}98 \times \lambda \times L \times Q^{\propto}}{D^5} = \frac{0{,}98 \times 0{,}021 \times 1500 \times 33{,}33^{1,7}}{1{,}8^5} = 1577{,}25\ Pa$$

Perdidas de carga en el túnel

Análogamente se tomara un perímetro de 45 metros y una longitud de 1500 metros

$$R = 153{,}03 \times \frac{\lambda \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{S^3}$$

$$\lambda = 0{,}7 \times \lambda_P + 0{,}3 \times \lambda_S$$

Por tratar de una parámetros revestida de hormigón liso los valores de λ_P y λ_S serán respectivamente 0,022 y 0,03 dando un valor de λ = 0.0244

$$R = 153{,}03 \times \frac{0{,}0244 \times 45 \times 1500}{130^3} = 0{,}115$$

$$\Delta Xt = 0{,}115 \times 33{,}33^2 = 127{,}75Pa$$

Perdidas de carga en las singularidades

El flujo de aire a su paso por singularidades tales como entrada o salida de pozos de ventilación, el emboquille del túnel, trampillas, etc…, sufre una pérdida de carga.

$$\Delta Xsing = Rsing \times Q^2$$

Tomándose 0,1 $N.s^2/m^3$ (Resistencia aerodinámica de la singularidad).

$$\Delta Xsing = 0{,}1 \times 33.33^2 = 111{,}09\ Pa$$

Por tanto, la depresión que han de producir los ventiladores en el aire que los atraviesa será:

$$\Delta H = 1577{,}25 + 127{,}75 + 111{,}09 = 1816{,}1\ Pa$$

En el punto de funcionamiento, la potencia absorbida por el ventilador será

$$W = \frac{33{,}33 \times 1816{,}1}{0{,}8} = 75{,}662\ KW$$

7. Instalaciones eléctricas

7.1. Introducción

A continuación se estudia la instalación eléctrica necesaria para el suministro de energía durante la construcción del túnel teniendo en cuenta la normativa correspondiente.

Con el desarrollo de los equipos de excavación, cada vez más mecanizados y con mayores prestaciones técnicas, se ha acrecentado la potencia empleada en los frentes de trabajo y la electricidad se presenta como la fuente de energía más adaptada a las exigencias actuales por su limpieza y disponibilidad de elevadas potencias, presentando únicamente el inconveniente de necesitar alimentación por cable.

Frente a la energía producida por los equipos diésel, la energía eléctrica proporciona mejores rendimientos, mayor fiabilidad, facilidad de programación, automatización y coordinación, además de una total limpieza por la no emisión de humos, si bien los equipos diésel son autónomos y fácilmente desplazables a velocidades elevadas con gran autonomía.

Tanto las ventajas de la energía eléctrica como la generada por los motores de combustión son deseables en las obras subterráneas por lo que en muchos casos se ha llegado a soluciones de equilibrio. En el caso de excavación por medios convencionales, no tuneladoras, habitualmente los jumbos de perforación como los robots de gunitado, se desplazan con motores diésel pero al llegar a su lugar de trabajo necesitan un punto de conexión ya que trabajan con energía eléctrica, consiguiendo así desplazamientos fáciles, rápidos e independientes al tiempo que un mejor rendimiento y un espacio libre de humos.

Las instalaciones para las obras subterráneas consisten por tanto en un punto de suministro situado en el exterior, el cual alienta tanto a las instalaciones específicas en el portal como al propio frente de excavación, que avanza con el tiempo. Se trata de instalaciones temporales, móviles, sometidas a condiciones de trabajo muy duras y ambientes agresivos con agua, polvo, impactos, etc… que requieren tratamiento especial, al igual que una cuidada vigilancia.

Normativa

Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera incluyendo las ITCs complementarias.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e ITC del Real Decreto 842/2002
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e ITCs complementarias.
- Directiva ATEX 94/9/CE denominada ATEX 95 (antes ATEX 100ª) y transpuesta a nuestra legislación por el Real Decreto 400/1996 “Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmosferas potencialmente explosivas”.
- Directiva ATEX 1999/92/CE denominada ATEX 137 (antes ATEX 118a) y transpuesta a nuestra legislación por el Real Decreto 681/2003 “Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de las atmosferas explosivas”.
- Normas de aplicación específicas de los diferentes equipos utilizados.

7.2. Planteamiento general

A la hora de plantear una instalación eléctrica se debe tener en cuenta la finalidad de la misma, los equipos eléctricos que se van a utilizar, los distintos frentes de trabajo, las posibles simultaneidades y las fuentes de suministro.

Durante la excavación existen dos lugares principales a los que es preciso suministrar energía eléctrica: las instalaciones exteriores y los frentes de trabajo. Habitualmente las instalaciones de exterior se alimentan directamente de los puntos de distribución o generación de energía situados en los portales de acceso, mientras que para la alimentación de los frentes de trabajo se suele extender una línea de fuerza a medida que avanzan las excavaciones, instalando al final de la misma un nuevo punto de distribución en el que se pueden conectar las diferentes máquinas y equipos eléctricos.

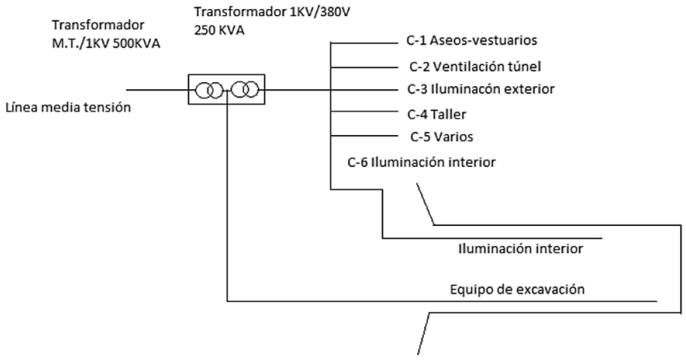


Ilustración 14 Esquema eléctrico Básico

Suministro de electricidad

Para el suministro de eléctrico existen dos opciones: realizar una acometida general a una red de suministro o emplear grupos electrógenos para generación de la propia energía. La elección de uno u otro es económica y disponibilidad, valorando en cada caso los costes de instalación y consumos, los plazos de entrega, etc…

Ilustración 15 Mapa de red eléctrica. Fuente: REE

En la zona afectada, a poca distancia de la ubicación de la obra se encuentra una línea de alta tensión, por lo que podría ser una opción de abastecimiento a valorar antes que utilizar grupos electrógenos.

7.3. Balance de potencia

Para estimar la potencia eléctrica necesaria para las obras hay que realizar el cálculo eléctrico de la instalación, el cual se debe desarrollar desde los puntos de consumo situados al final de las líneas de suministro hacia el exterior.

Para determinar la máxima demanda de energía se efectúa una estimación de la potencia instalada (potencia activa útil instalada en KW) se deduce el consumo máximo esperable en cada punto, de acuerdo con la simultaneidad de trabajos y según el nivel de demanda de cada máquina o grupo de máquinas. Para ello se aplica un coeficiente reductor de carga (entre 0,6 y 0,9) que simula el hecho de que las maquinas no siempre trabajan a la carga nominal y un coeficiente de simultaneidad (0 a 1) que tiene en cuenta el trabajo alternativo de las diferentes maquinas en el frente de excavación. Se obtiene así la potencia activa en KW instalada en cada punto.

Considerando la potencia reactiva de la instalación (el coseno de fi en este tipo de obras es de aproximadamente 0,8) y el rendimiento de la instalación representado por la potencia activa realmente absorbida (alrededor del 95%) se obtiene la potencia teórica a suministrar en KVA.

Considerando adicionalmente un margen de seguridad (20-25%) para evitar calentamientos excesivos y en previsión de ampliaciones futuras muy habituales, se obtiene la potencia a suministrar en KVA en cada zona.

Finalmente, considerando el funcionamiento global de todos los puntos de consumo en el momento de sus máximas necesidades y de acuerdo con el plan de obra, es posible establecer la potencia máxima demandada en KVA a suministrar ya sea por la red o por los grupos electrógenos.

Con la potencia en KVA necesaria en cada punto es posible elegir el transformador tanto de la subestación principal, cuando exista, como de los distintos transformadores de interior y exterior, eligiendo el que más se ajuste a las necesidades, teniendo en cuenta que la elección del transformador se debe ajustar a las potencias normalizadas (en KVA).

El siguiente cuadro se recoge el balance de potencias distribuida en la ejecución de los túneles a proyectar.

Tabla 9 Balance de Potencias distribuida

Balance de potencia: excavación túnel

		Potencia eléctrica (KW)					
circuito	descripción		instalada		C. RED	C. SIMUL.	CONSIDERAR
		Unidad	Unitaria	Total			
C - 1	Inst. de exterior: Aseos - vestuarios	1	6	6	0,3	1	1,8
C - 2	Ventilación	4	72	288	0,8	1	230,4
C - 3	Iluminación ext.	20	1	20	1	1	20
C - 4	Taller	1	30	30	0,7	1	21
C - 5	Varios	1	20	20	0,7	1	14
C - 6	Iluminación int.	400	0,075	30	1	1	30
Potencia activa exterior				394			317,2
C - 7	Frente de excavación Jumbo	4	180	720	0,8	1	576
C - 8	Iluminación frente	16	1,4	22,4	1	1	22,4
C - 9	Varios	2	5	10	0,3	1	3
Potencia activa frente				752,4			601,4

Resumen de potencia en instalaciones de exterior

Potencia instalada	320
Potencia máxima simultanea	317,2
Potencia activa absorbida (rendimiento 95%)	333,89
Equivalente en KVA.(cos ϕ=0,8)	417,36
Potencia a suministrar con reserva del 20%	500
Potencia a instalar/contratar	500
Resumen de potencia en el frente de excavación	
Potencia instalada	610
Potencia máxima simultanea	601,4
Potencia activa absorbida (rendimiento 95%)	633,05
Equivalente en KVA.(cos ϕ=0,8)	791,31
Potencia a suministrar con reserva del 20%	949,57
Potencia a instalar/contratar	950
Potencia total instalada / contratada	
Potencia instalada	920
Potencia máxima simultanea	918,6
Potencia activa absorbida (rendimiento 95%)	966,95
Equivalente en KVA.(cos ϕ=0,8)	1208,7
Potencia a suministrar con reserva del 20%	1450,43
Potencia a instalar/contratar	1460

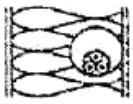
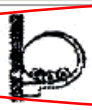
La intensidad máxima en cada frente de explotación será:

$$I_{max} = \frac{P_{max\ frente}}{\sqrt{3}*400*0.8} = 407{,}54 \text{ A}$$

Entrando en la tabla de las intensidades máximas admisibles, que se encuentra en la ITC-BT-19 del reglamento electrotécnico de baja tensión se toman los valores de la sección B Conductores aislados

en tubo en montaje superficial o empotrados en obra, 3xXLPE o EPR, el cuál es el más adecuado a las necesidades de la obra. Se dimensiona la sección de cable de cobre con 240 mm^2.

Tabla 10 Intensidades Máximas Admisibles en los Conductores (ITC-BT-19)

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes.	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos[2] en montaje superficial o empotrados en obra.				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos[2] en montaje superficial y empotrados en obra.			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared [3]					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre[4]. Distancia a la pared no inferior a 0,3D[5]						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo[4]. Distancia a la pared no inferior a D.[5]							3x PVC			3x XLPE o EPR [1]	
G		Cables unipolares separados mínimo D.[5]									3x PVC		3x XLPE o EPR

	mm^2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	205
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
	120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711
	300				360	404	423	484	524	565	640	821

8. Drenaje

Para el dimensionamiento del sistema de drenaje durante la ejecución de la obra, se llega a la conclusión de que la principal aportación de agua se debe a las lluvias, las cuales crean una acumulación de agua en las zonas de trabajo con pendiente descendente, para la obtención de los datos pluviales se toman datos de la página web http://www.meteotorrelavega.com, obteniéndose los datos medios históricos de las lluvias en la zona a proyectar.

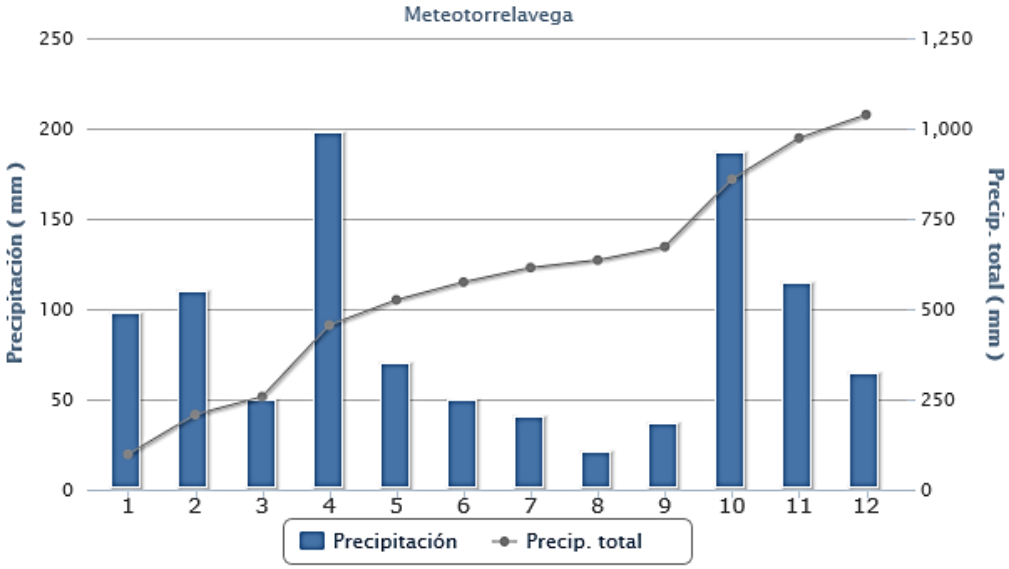


Ilustración 16 Precipitación anual media

Observándose que los meses de Abril y Octubre presentan una mayor cantidad de agua fluvial.

Para determinarse el tipo de drenaje en obra se utiliza la situación más desfavorable siendo 200 mm de agua acumulada por metro cuadrado.

De esta forma se determina que la cantidad a evacuar de la zona de trabajo no presenta grandes problemas de evacuación por lo que se utiliza una bomba de achique de aguas sucias en cada frente de actuación, el cual presente pendiente decreciente.

El agua de lluvia acumulada será recogida por unas zanjas excavadas a la entrada de los emboquilles que serán canalizadas hacia una cuenca artificial de 10 metros cúbicos excavado en el exterior de los túneles, para mayor seguridad la zanja se revestirá de hormigón y se colocaran unos trames.

9. Conclusiones

- La voladura se realizara mediante 90 barrenos distribuidos de la siguiente forma: 10 mediante un cuele sueco normal, 50 empleados en la destroza, 13 en las zapateras y 17 en el contorno. Los barrenos serán de un diámetro de 51 mm con una máxima carga de 5,55 Kg por unidad de tiempo para evitar vibraciones.

- El sostenimiento al tratarse de un proyecto de tipo B será calculado mediante ensayos de laboratorio y métodos empíricos.
- Los emboquilles se realizaran mediante una cercha de avance, con sección partida de calota y destroza. Será necesario la utilización de paraguas ligueros o medios dependiendo de las condiciones del terreno en dicho punto. Para una buena estabilidad se colocaran bulones de 5 metros de longitud, siendo imprescindible la colocación de 1 bulón por cada cuatro metros cuadrados. Se utilizará un mallazo y para mayor seguridad y estética se recubrirá con hormigón proyectado de 0,1 metros de espesor.
- Por tratarse de un macizo roco en buenas condiciones se diseñara mediante el método empírico ya que no hay peligros de derrumbe y presenta unas buenas condiciones de trabajo. Entrando en la tabla adjunta con un RMR = 62, clasificación II_b, se observa que se deberán disponer bulones de 3 metros de longitud con una densidad de bulón/m^2 de entre 0,25 a 0,44 y, espaciamiento de 2 x 2 / 1,50 x 1,50 metros. El hormigón proyectado tendrá un espesor mínimo de entre 6 y 10 centímetros de proyección en 1 o 2 capas y deberá estar sellado. No será preciso colocar cerchas pero si la colocación de fibras y mallado sencillo.
- La ventilación para evacuar los gases y limpiar la atmosfera será mediante ventilación soplante
- Las necesidades eléctricas a cubrir serán de 1460 Kw.

ANEXO I

"Diseño de la voladura"

Definición de las voladuras:

Dadas las características del terreno, y desde el punto de vista del sistema constructivo, se opta por la técnica de excavación con explosivo. Para ello se tendrán en cuenta factores como características del terreno (tipo), maquinaria a emplear, modelo de sostenimiento a seguir, estructuras de ventilación, etc.

Para las obras subterráneas que presentan gran diámetro (> 100 m2) y aquellas en las que las condiciones del macizo rocoso no son apropiadas, se realizan la excavación en 2 secciones:

Sección 1: Zona de bóveda.

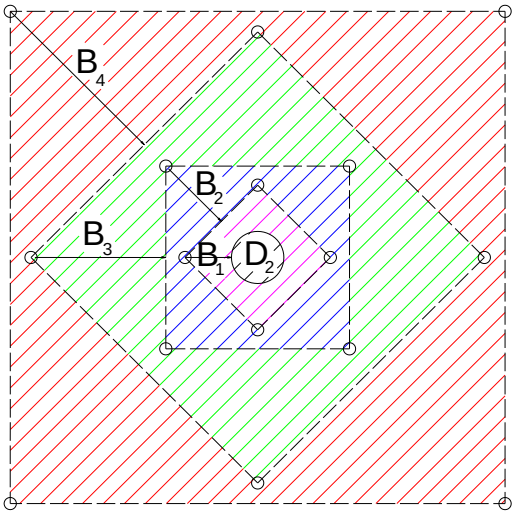
- **Cuele:** Se trata de la fase de la voladura que se dispara en primer lugar. Tiene como objetivo principal de formar una primera abertura en la roca (cara libre) lo que facilita el arranque de la voladura. El más empleado es el cuele paralelo que consiste en la creación de un barreno central de mayor dimensión que el resto, de forma que se induce la fracturación de la roca y la expansión de los gases.
- **Contracuele:** Es la disposición de los barrenos (de menor diámetro) cercanos al cuele para fomentar la expansión de la roca y la creación de un mayor hueco en el frente.
- **Destroza:** Corresponde a la distribución en el frente de los barrenos principales de fragmentación de la voladura a realizar. Su eficacia depende en gran medida del éxito del cuele y contracuele.
- **Contorno:** Son los barrenos de recorte del perímetro de la sección del túnel que tienen la función de crear un hueco sano en su conjunto, y deben de realizarse con un ángulo de realce de unos 3˚ hacia el exterior del perímetro del túnel, con el fin de crear zona de apertura para el emboquille en el pase siguiente. Existen dos técnicas, el recorte y el precorte. La primera de ellas es la más utilizada. La segunda no suele emplearse debido a su precisión y su coste.
- **Zapateras:** Son los barrenos de terminación de la zona inferior de la voladura y constituirán el piso sobre el que circularán inicialmente la maquinaría de perforación, cargue y transporte del material. Se trata de los barrenos que contienen más carga explosiva.

Sección 2: Zona de destroza.

- Destroza: Corresponde a la distribución en el frente de los barrenos principales de fragmentación de la voladura a realizar.
- Contorno: Son los barrenos de recorte del perímetro de la sección del túnel, los cuales tienen la función de crear un hueco sano en su conjunto, y deben de realizarse con un ángulo de realce de unos 3˚ hacia el exterior del perímetro del túnel, con el fin de crear zona de apertura para el emboquille en el pase siguiente.
- Zapateras: Son los barrenos de terminación de la zona inferior de la voladura y constituirán el piso sobre el que circularán inicialmente la maquinaría de perforación, cargue y transporte del material.

El problema principal de la ejecución de voladuras en interior es no disponer de una cara libre en la voladura, por ello se ha elegido el método de formación de un cuele cilíndrico a 4 secciones.

Esquema:



Sección del cuele de 4 secciones.

Avance y longitud de perforación

El avance de la pega se determina en función del diámetro del barreno central del cuele (D2), dado que comercialmente existen distintos diámetros de bocas y de barras de perforación, resulta el avance como:

DIÁMETRO DEL BARRENO CENTRAL DEL CUELE (MM).	LONGITUD DE LOS BARRENOS DE LA PEGA. $L = 0{,}15 + 34{,}1 \times D_2 - 39{,}4 \times D_2^2$	AVANCE DE LA PEGA: $X = 0{,}95 \times L$	ELECCIÓN.
64	**2,1710176**	**2,06246672**	***2 m***
76	2,5140256	2,38832432	
89	2,8728126	2,72917197	
102	***3,2182824***	***3,05736828***	***3 m***
115	3,550435	3,37291325	
127	3,8452174	3,65295653	
152	4,4229024	4,20175728	
171	4,8290046	4,58755437	
200	5,394	5,1243	
	3,090	2,9355	
	3,700	3,515	
	4,305	4,089	**4 m**

La sarta de varillaje estándar de perforación tienen las longitudes siguientes:

- L= 3,090 m
- L= 3,700 m
- L= 4,305 m

De la tabla anterior se desprende los distintos avances, e incluso el máximo avance para diámetro D2, aunque se sabe que hasta los 4 m de pase de pega es factible para ese diámetro central del cuele, se

describe el cálculo de las cargas para barrenos entre una longitud mínima de pase de 2 m hasta una longitud máxima de 4 m, siendo los siguientes pases sobre los que se va a calcular las cargas:

- Pase mínimo: 2 m.
- Pase intermedio: 3 y 3,80 m
- Pase máximo: 4 m.

Cuele y contracuele

Se plantea el desarrollo de la perforación con calibre 32 mm, como D1 y con un D2 de 89 mm.
Se considera el error de emboquille de 0,05 m

Barrenos de la 1ª Sección:

$$B_1 = 1{,}7 \times D_2 - E_P = 0{,}1013 \text{ m.}$$

$$S_1 = \sqrt{2 \times B_1^2} = 0{,}1432 \text{ m.}$$

$$T_1 = 10 \times D_1 = 0{,}32 \text{ m.}$$

$$q_l = 55 * D_1 * \left[\frac{B}{D_2}\right]^{1,5} \times \left[B - \frac{D_2}{2}\right] \times \left[\frac{\bar{c}}{0{,}4}\right] \times \frac{1}{PRP_{ANFO}}$$

$PRP_{ANFO}=5/6*(Qe/Q_{ANFO})+1/6*VG/VG_{ANFO}$

Tipo de explosivo	*Calor de explosión (Q_e)*	*Volumen de gases (V_g)*	*PRP_{ANFO}*
Anfo (Referencia)	3,92 Mj/Kg	0,973 m^3/Kg	1
Riodin	4,1 Mj/Kg	0,895 m^3/Kg	1,0249
Riogel EP	4,414 Mj/Kg	0,858 m^3/Kg	1,0853

$$q_{l\,Riodin} = 0{,}28077 \text{ Kg/m.}$$

$$q_{l\,RiogelEP} = 0{,}2651 \text{ Kg/m.}$$

Para esta 1ª sección, dado que la concentración lineal de carga obtenida es del orden de 0,28 Kg/m, para la piedra práctica de 0,1013 m, en función de las características principales de los 2 explosivos y viendo que la cumplen los 2 se aconseja utilizar Riogel EP, de calibre 26 mm.

Barrenos de la 2ª Sección:

Características del explosivo	*Diámetro cart.*	*Long. de cart.*	*Concentración lineal de carga (ql)*	*Piedra (B)*
Riodin	*26 MM*	*200 MM*	*0,76984712 KG/M*	*0,2615073 M*
	32 MM	*200 MM*	*1,16615895 KG/M*	*0,3218551 M*
Riogel EP	*26 MM*	*200 MM*	*0,63711486 KG/M*	*0,244809 M*
	32 MM	*200 MM*	*0,96509706 KG/M*	*0,3013033 M*

Los valores de piedra teórica se obtienen mediante la fórmula:

$$B = 8{,}8\times10^{-2}\times\sqrt{\frac{A_h\times q_l\times PRP_{ANFO}}{D_1\times c}}$$

Y para evitar deformaciones plásticas o la sinterización de la roca se debe cumplir que:

0,5xAh < B_2 < 2xAh ; donde Ah es el hueco rectangular generado en la salida de la primera sección, por lo que la piedra de la 2ª sección será:

Considerando una posible desviación en el replanteo de los barrenos, emboquille, desviación en la perforación, se contempla un error global de la perforación, del orden del 5%, con lo que resultará una piedra práctica:

$A_{h1} = \sqrt{2}x(B_1)$ **=0,14326 m.**

La condición será: 0,0716 < $B_2 \leq$ 0,2865, se desprende que para una piedra práctica de la sección 2 será:

$B_{2Riodin} = 0{,}7\times B$ **=0,1830 m.**

Por lo que se utilizará Riodin de diámetro 26 mm, con la piedra practica correspondiente.

El espaciamiento será:

$$S_2 = \sqrt{2\times\left(B_2+\frac{B_1}{\sqrt{2}}\right)^2} = A_{h2}$$ **=0,3601 m.**

$T_1 = 10\times D_1$ **= 0,32 m.**

Barrenos de la 3ª Sección:

Aplicando la misma equivalencia y restricciones que para la sección 2ª, donde la piedra práctica será: 0,18005 < $B_3 \leq$ 0,7202, con lo que se obtiene una piedra práctica de la sección 3:

$B_{3Riodin} = 0{,}7\times B = S_2$, resultará que la piedra práctica es:

$B_{3Riodin}$ **= 0,3601 m.**

Por lo que se utilizará Riodin de diámetro 32 mm, con la piedra practica correspondiente.

El espaciamiento será:

$$S_3 = \sqrt{2\times\left[B_3+\frac{\left(B_2+\frac{B_1}{\sqrt{2}}\right)}{\sqrt{2}}\right]^2} = A_{h3}$$ **=0,7638 m.**

$T_1 = 10\times D_1$ **= 0,32 m.**

Barrenos de la 4ª Sección:

Aplicando la misma equivalencia y restricciones que para la sección 3ª, donde la piedra práctica será: 0,464 < B3 < 1,856, con lo que se obtiene una piedra práctica de la sección 4:

$B_{4Riodin} = 0{,}7\times B = S_3$, resultará que la piedra práctica es:

$B_{4Riodin}$ **= 0, 7638m.**

Por lo que se utilizará Riodin de diámetro 32 mm, con la piedra practica correspondiente.
El espaciamiento será:

$$S_4 = \sqrt{2 \times \left[B_4 + \frac{\left[B_3 + \frac{\left(B_2 + \frac{B_1}{\sqrt{2}} \right)}{\sqrt{2}} \right]}{\sqrt{2}} \right]^2} = A_{h4} = \textbf{1.6203 m.}$$

$$T_1 = 10 \times D_1 = \textbf{0,32 m.}$$

Destroza:

Dado que la piedra se obtiene como una voladura en banco, la altura de banco se iguala al avance de la voladura, con lo que se obtiene:

La piedra resulta:

$$B = 0{,}9 \times \sqrt{\frac{q_l \times PRP_{ANFO}}{\bar{c} \times f \times \frac{S}{B}}};$$

Donde:

- $\frac{S}{B} = 1$,25
- f=1,45
- $\bar{c} = c + 0{,}05$ B>1,4
- $B_d = 1{,}04$ m. $\rightarrow B_d = \textbf{1 m.}$ y por lo tanto como se necesita mayor cantidad de explosivo debido al reducido espacio para la salida de la voladura, se considera que:
- $S_d =$ **1 m.**

Zapateras:

Se disponen según unos parámetros geométricos, tales que cumplen las siguientes ecuaciones de cálculo de los parámetros principales como son la piedra y el espaciamiento.

La disposición de los barrenos de zapatera se dispone mediante una fila horizontal en la base de la galería, donde llevan un ángulo de realce del orden de unos 3˚, con el fin de favorecer el posicionamiento y emboquille en el siguiente pase, hacia los hastiales.

El error de perforación se puede considerar, del orden del 5%, para cubrir las posibles deviaciones y errores de emboquille por irregularidades en el frente de excavación.

Primeramente obtenemos la piedra teórica de las zapateras mediante:

$$B = 0{,}9 \times \sqrt{\frac{q_l \times PRP_{ANFO}}{\bar{c} \times f \times \frac{S}{B}}};$$

Donde:

$\frac{S}{B} = 1,$

f=1,45

$\bar{c} = c + 0{,}05$ B>1,4

Para nuestro caso con explosivo rompedor Riodin 32 mm de diámetro, con una concentración de carga de 1,1661 Kg/m, se obtiene:

B= 1,2180 m. $\rightarrow B_z =$ **0,85 m.**

El Nº de barrenos será:

$$N_{barrenos} = \frac{A_{túnel} + 2 \times L \times Sen\gamma}{B} + 2 =$$ **4,3873** $\rightarrow$ **4 barrenos.**

El espaciamiento se debe considerar para la franja central de barrenos ya que los de los hastiales al tener el ángulo de realce se ajustan a la anchura del túnel, siendo en nuestro caso:

$S_z = \frac{A_{túnel} + 2 \times L \times Sen\gamma}{(N_b - 1)}$ **=1,04 m.,** y la de los hastiales se compensa como:

$S_z^{/} = \frac{A_{túnel} - (N_{barrenos} - 3) \times S_z}{2}$ **= 0,87 m.**

Contorno:

Con el fin de dejar un estado saneado de la excavación, se plantea un recorte del perímetro del hueco de la galería de conexión al túnele actual, mediante barrenos de contorno de hastiales y techo, siendo los parámetros geométricos principales del orden de:

Barrenos de contorno de techo:

$$S_{contorno} = K \times D_1 =$$ **0,512 m.** $\rightarrow B_{contorno} = \frac{S_{contorno}}{0{,}8} - L \times sen\gamma - E_p =$ **0,4225 m.**

Aunque para someter al hastial a una menor presión dinámica estableceremos un característica de carga como si tuviéramos un desacoplamiento de carga dentro del barreno de recorte en contorno, al igual que en un precorte convencional, y en nuestro caso sería aplicable un 65 % sobre el diámetro nominal del explosivo, estimándose en ese caso para calibre de 26 mm un diámetro de perforación de 40 mm, lo que resultarían los nuevos parámetros de la forma

$$S_{contorno} = K \times D_1 =$$ **0,64 m.** $\rightarrow B_{contorno} = \frac{S_{contorno}}{0{,}8} - L \times sen\gamma - E_p =$ **0,58 m.**

El Nº de barrenos será:

$$N_{barrenos} = \frac{L_{techo}}{S_{contorno}} + 1 =$$ **29,63** $\rightarrow$ **30 barrenos.**

Donde la concentración de carga será: $q_{l,contorno} = 90 \times D_1^2$ **=0,09216** Kg/m., con lo que el recorte se puede cargar con una línea de Riogur con 2 cartuchos por metro unidos por una línea de cordón interno, lo que dan gran rapidez en la carga, o con un cartucho de Riodin de diámetro 26 mm y cordón de 100 gr/m.

Barrenos de contorno de hastial:

La longitud de hastial que queda es tras respetar la piedra de las zapateras y de los barrenos de contorno de techos será:

$L_{contorno_hastial_efectiva}$=2,04- B_z - $B_{contorno}$ =0,6048 m.

$$N_{barrenos} = \frac{L_{contorno_hastial_efectiva}}{S_{contorno}} + 1 \text{ = 1,94 } \rightarrow \text{ 2 barrenos.}$$

De los datos anteriores se obtienen que en el hastial únicamente entran 2 barrenos, los cuales son en la distancia a piedra de cada una de las secciones a considerar de contorno y zapatera, centrado a un espaciamiento de 0,60 m, donde la concentración de carga será: $q_{l,contorno}$ **=0,7698 Kg/m.,** con lo que el recorte se puede cargar con Riodin de diámetro 26 mm.

Como resumen de los cálculos realizados anteriormente, se adjuntan tablas resumen de parámetros y cargas operativas, para los distintos escenarios posibles dentro del avance de la traza, diferenciadas fundamentalmente por el parámetro de longitud de pase.

Avance de 2 metros

			Sección	Longitud de perforación	Avance (95%)	Volumen	Diámetro perf. (D_1)	Diámetro de barreno vacio en cuele (D_2)	Consumo específico	Perf. Especifica.	
	Calota Destroza		130,4	2,1053	2	260,8	32 mm	89 mm	0,7241 Kg/m3	1,135 m/m3	

			Piedra (B)	Espaciamiento (S)	Retacado (T)	Nº barrenos	Concentración lineal de carga (q_l)	Carga por barreno (cart.) Φ=26 mm	Φ=32 mm	Φ=40 mm	Carga columna por barreno Cordón de 100 gr/m	Longitud total de perforación	Carga total
SECCION COMPLETA	CUELE Y CONTRACUELE	1ª Sección	0,1013	0,1432	0,32	4	0,483	8			-	8,00014	4,0775
		2ª Sección	0,183	0,3601	0,32	4	0,7698	8			-	8,00014	4,0775
		3ª Sección	0,3601	0,7638	0,32	4	0,1661		8		-	8,00014	6,1766
		4ª Sección	0,7638	1,6203	0,32	4	1,8221		8		-	8,00014	6,1766
	DESTROZA		1	1	0,32	90	1,8221		8		-	180,00315	138,9740
	ZAPATERAS		0,85	1,04	0,32	12	1,8221		8		-	24,00042	18,5298
	RECORTE		0,58	0,625	0,32	30	0,207		1		0,1680035	60,00105	10,8307
						148					**TOTAL CALOTA=**	**296,00518 m**	**192,9203 Kg**

Avance de 3 metros

			Sección	Longitud de perforación	Avance (95%)	Volumen	Diámetro perf. (D_1)	Diámetro de barreno vacío en cuele (D_2)	Consumo específico	Perf. Especifica.	
	Calota Destroza		130,4	3,15789	3	391,2	32 mm	89 mm	0,4994 Kg/m3	1,135 m/m3	

			Piedra (B)	Espaciamiento (S)	Retacado (T)	Nº barrenos	Concentración lineal de carga (q_l)	Carga por barreno (cart.) Φ=26 mm	Φ=32 mm	Φ=40 mm	Carga columna por barreno Cordón de 100 gr/m	Longitud total de perforación	Carga total
SECCION COMPLETA	CUELE Y CONTRACUELE	1ª Sección	0,153	0,2163	0,5	4	0,483	12			-	11,999982	6,1163
		2ª Sección	0,226	0,4726	0,5	4	0,7698	12			-	11,999982	6,1163
		3ª Sección	0,4726	1,0025	0,5	4	0,1661		8		-	11,999982	6,1766
		4ª Sección	0,7018	1,7014	0,5	4	1,8221		8		-	11,999982	6,1766
	DESTROZA		1	1	0,5	90	1,8221		8		-	269,999595	138,9740
	ZAPATERAS		1,065	1,31	0,5	12	1,8221		8		-	35,999946	18,5298
	RECORTE		0,78	0,625	0,5	30	0,207		1		0,24999955	89,9999865	13,2906
						148					**TOTAL CALOTA=**	**443,99982 m**	**195,3802 Kg**

Avance de 3,8 metros

	Sección	Longitud de perforación	Avance (95%)	Volumen	Diámetro perf. (D_1)	Diámetro de barreno vacio en cuele (D_2)	Consumo específico	Perf. Especifica.	
Calota Destroza	130,4	4	3,8	495,52	32 mm	89 mm	0,4502 Kg/m3	1,135 m/m3	

			Piedra (B)	Espaciamiento (S)	Retacado (T)	Nº barrenos	Concentración lineal de carga (q_l)	Carga por barreno (cart.) Φ=26 mm	Φ=32 mm	Φ=40 mm	Carga columna por barreno Cordón de 100 gr/m	Longitud total de perforación	Carga total
SECCION COMPLETA		1ª Sección	0,153	0,2163	0,5	4	0,483	16			-	15,2	8,155

	CUELE Y CONTRACUELE	2ª Sección	0,226	0,4726	0,5	4	0,7698	16		-	15,2	8,155
		3ª Sección	0,4726	1,0025	0,5	4	0,1661	9		-	15,2	6,9487
		4ª Sección	0,7018	1,7014	0,5	4	1,8221	9		-	15,2	6,9487
	DESTROZA	1ª Fila	1	1	0,5	90	1,8221	9		-	342	156,3457
	ZAPATERAS		1,065	1,31	0,5	12	1,8221	9		-	45,6	20,8461
	RECORTE		0,78	0,625	0,5	30	0,207	1		0,33	114	15,6906
						148				**TOTAL CALOTA=**	**562,4 m**	**223,0898 Kg**

Avance de 4 metros

		Sección	Longitud de perforación	Avance (95%)	Volumen	Diámetro perf. (D_1)	Diámetro de barreno vacio en cuele (D_2)	Consumo específico	Perf. Especifica.	
	Calota Destroza	130,4	4,2	4	521,6	32 mm	89 mm	0,4715 Kg/m3	1,132 m/m3	

			Piedra (B)	Espaciamiento (S)	Retacado (T)	Nº barrenos	Concentración lineal de carga (q_l)	Carga por barreno (cart.)			Carga columna por barreno	Longitud total de perforación	Carga total
								Φ=26 mm	Φ=32 mm	Φ=40 mm	Cordón de 100 gr/m		
SECCION COMPLETA	CUELE Y CONTRACUELE	1ª Sección	0,153	0,2163	0,5	4	0,483	17			-	15,96	8,6647
		2ª Sección	0,226	0,4726	0,5	4	0,7698	17			-	15,96	8,6647
		3ª Sección	0,4726	1,0025	0,5	4	0,1661		10		-	15,96	7,7208
		4ª Sección	0,7018	1,7014	0,5	4	1,8221		10		-	15,96	7,7208
	DESTROZA	1ª Fila	1	1	0,5	90	1,8221		10		-	359,1	173,7175

	ZAPATERAS	1,065	1,31	0,5	12	1,8221	10	-	47,88	23,1623
	RECORTE	0,78	0,625	0,5	30	0,207	1	0,349	119,7	16,2606
					148			**TOTAL CALOTA=**	**590,52 m**	**245,9114 Kg**

Coordenadas Barrenos voladura tipo I

Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
1	9,20	6,00	**38**	11,90	6,40	**75**	13,70	6,40	**112**	6,10	2,80
2	9,50	5,70	**39**	11,90	7,30	**76**	13,70	7,30	**113**	12,00	2,80
3	8,90	5,70	**40**	11,90	8,20	**77**	13,70	8,17	**114**	5,10	2,80
4	9,20	5,40	**41**	11,00	8,20	**78**	11,50	9,80	**115**	13,00	2,80
5	9,50	6,10	**42**	10,00	8,20	**79**	10,60	10,00	**116**	4,20	2,80
6	8,80	6,10	**43**	9,20	8,20	**80**	9,70	10,00	**117**	14,00	2,80
7	8,80	5,40	**44**	8,30	8,20	**81**	8,80	10,00	**118**	3,20	2,80
8	9,50	5,50	**45**	7,40	8,20	**82**	7,90	10,00	**119**	3,00	3,40
9	9,20	6,60	**46**	6,50	8,20	**83**	7,00	10,00	**120**	14,90	3,00
10	8,30	5,70	**47**	6,50	7,20	**84**	6,20	10,00	**121**	2,80	4,00
11	9,20	4,85	**48**	6,50	6,30	**85**	4,70	3,70	**122**	15,10	3,80
12	10,00	5,70	**49**	6,90	5,50	**86**	4,70	4,60	**123**	2,70	4,60
13	10,10	6,70	**50**	6,50	4,50	**87**	4,70	5,50	**124**	15,30	4,60
14	8,20	6,70	**51**	6,50	3,60	**88**	4,70	6,40	**125**	2,70	5,30
15	8,20	4,80	**52**	12,80	4,60	**89**	4,70	7,30	**126**	15,40	5,30
16	10,10	4,80	**53**	12,80	5,50	**90**	4,70	8,20	**127**	2,70	6,00
17	8,90	4,30	**54**	12,80	6,40	**91**	14,60	3,70	**128**	15,30	6,00
18	9,60	4,30	**55**	12,80	7,30	**92**	14,60	4,60	**129**	2,80	6,70
19	11,00	4,60	**56**	12,80	8,20	**93**	14,60	5,50	**130**	15,20	6,70

20	11,00	5,50	**57**	12,80	9,00	**94**	14,60	6,40	**131**	3,00	7,40
21	11,00	6,40	**58**	11,90	9,00	**95**	14,70	7,00	**132**	15,00	7,40
22	11,00	7,30	**59**	11,00	9,00	**96**	14,30	7,70	**133**	3,30	8,10
23	10,00	7,30	**60**	10,10	9,00	**97**	3,90	3,70	**134**	14,80	8,00
24	9,20	7,30	**61**	9,20	9,00	**98**	3,30	4,10	**135**	3,90	8,70
25	8,30	7,30	**62**	8,30	9,00	**99**	3,90	4,60	**136**	14,10	8,70
26	7,40	7,30	**63**	7,40	9,00	**100**	3,30	5,00	**137**	4,70	9,20
27	7,40	6,40	**64**	6,50	9,00	**101**	3,90	5,50	**138**	13,40	9,20
28	7,40	5,50	**65**	5,60	9,00	**102**	3,30	6,00	**139**	5,40	9,70
29	7,40	4,60	**66**	5,60	8,20	**103**	3,80	6,70	**140**	12,60	9,70
30	7,40	3,70	**67**	5,60	7,20	**104**	3,80	7,30	**141**	6,30	10,00
31	8,30	3,70	**68**	5,60	6,30	**105**	4,00	7,90	**142**	11,70	10,00
32	9,20	3,70	**69**	6,00	5,50	**106**	4,80	8,90	**143**	7,20	10,30
33	10,10	3,60	**70**	6,00	4,60	**107**	9,00	2,80	**144**	10,80	10,30
34	11,00	3,60	**71**	6,00	3,70	**108**	8,10	2,80	**145**	7,90	10,40
35	11,90	3,60	**72**	13,70	3,70	**109**	10,00	2,80	**146**	10,20	10,50
36	11,90	4,60	**73**	13,70	4,60	**110**	7,10	2,80	**147**	8,80	10,50
37	11,90	5,50	**74**	13,70	5,50	**111**	11,00	2,80	**148**	9,50	10,50

Coordenadas Barrenos voladura tipo II

Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
1	9,40	6,00	**38**	12,10	6,40	**75**	14,00	6,40	**112**	6,40	2,80
2	9,60	5,70	**39**	12,30	7,30	**76**	14,00	7,30	**113**	12,20	2,80
3	9,00	5,70	**40**	12,30	8,20	**77**	14,00	8,20	**114**	5,50	2,80

4	9,30	5,40	**41**	11,30	8,20	**78**	11,80	9,80	**115**	13,20	2,80
5	9,70	6,00	**42**	10,40	8,20	**79**	11,00	10,00	**116**	4,40	2,80
6	8,90	6,10	**43**	9,50	8,20	**80**	10,00	10,00	**117**	14,30	2,80
7	8,90	5,40	**44**	8,50	8,20	**81**	9,00	10,00	**118**	3,50	2,80
8	9,70	5,50	**45**	7,60	8,20	**82**	8,20	10,00	**119**	3,30	3,40
9	9,40	6,60	**46**	6,80	8,20	**83**	7,30	10,00	**120**	15,00	3,00
10	8,50	5,70	**47**	6,80	7,20	**84**	6,40	10,00	**121**	3,00	4,00
11	9,40	4,85	**48**	6,90	6,30	**85**	4,90	3,70	**122**	15,20	3,80
12	10,20	5,70	**49**	6,80	5,50	**86**	5,00	4,60	**123**	2,90	4,60
13	10,30	6,70	**50**	6,80	4,50	**87**	5,00	5,50	**124**	15,40	4,60
14	8,40	6,70	**51**	6,80	3,60	**88**	5,00	6,40	**125**	2,90	5,30
15	8,40	4,70	**52**	13,00	4,60	**89**	5,00	7,30	**126**	15,50	5,30
16	10,40	4,80	**53**	13,10	5,50	**90**	5,00	8,20	**127**	3,00	6,00
17	8,80	4,30	**54**	13,10	6,40	**91**	14,90	3,70	**128**	15,40	6,00
18	10,00	4,30	**55**	13,00	7,30	**92**	14,80	4,60	**129**	3,00	6,70
19	11,20	4,60	**56**	13,20	8,20	**93**	14,90	5,50	**130**	15,30	6,70
20	11,20	5,50	**57**	13,00	9,00	**94**	14,90	6,40	**131**	3,20	7,40
21	11,20	6,40	**58**	12,20	9,00	**95**	14,40	7,00	**132**	15,20	7,40
22	11,30	7,30	**59**	11,20	9,00	**96**	14,50	7,70	**133**	3,50	8,10
23	10,40	7,30	**60**	10,30	9,00	**97**	4,20	3,70	**134**	14,90	8,00
24	9,50	7,30	**61**	9,50	9,00	**98**	3,50	4,10	**135**	4,20	8,70
25	8,50	7,30	**62**	8,60	9,00	**99**	4,10	4,60	**136**	14,30	8,70
26	7,70	7,30	**63**	7,70	9,00	**100**	3,60	5,00	**137**	4,80	9,20
27	7,70	6,30	**64**	6,90	9,00	**101**	4,10	5,50	**138**	13,50	9,20
28	7,70	5,50	**65**	5,90	9,00	**102**	3,60	6,00	**139**	5,60	9,70

29	7,70	4,60	**66**	5,80	8,20	**103**	4,20	6,70	**140**	12,80	9,70
30	7,80	3,70	**67**	5,90	7,20	**104**	4,10	7,30	**141**	6,50	10,00
31	8,50	3,70	**68**	6,00	6,30	**105**	4,30	7,90	**142**	11,00	10,00
32	9,50	3,60	**69**	6,00	5,50	**106**	5,10	8,90	**143**	7,40	10,30
33	10,40	3,60	**70**	6,00	4,60	**107**	9,30	2,80	**144**	11,00	10,30
34	11,30	3,60	**71**	6,00	3,60	**108**	8,30	2,80	**145**	8,20	10,40
35	12,20	3,60	**72**	14,00	3,70	**109**	10,20	2,80	**146**	10,40	10,50
36	12,20	4,60	**73**	14,00	4,60	**110**	7,40	2,80	**147**	8,90	10,50
37	12,20	5,50	**74**	14,00	5,50	**111**	11,20	2,80	**148**	9,70	10,50

Temporización secuencia de voladura

Punto	Detonadores LP (ms)	Longitud (m)	Conectador SCX (ms)	Longitud (m)	Tiempo (ms)	Punto	Detonadores LP (ms)	Longitud (m)	Conectador SCX (ms)	Longitud (m)	Tiempo (ms)
1	100	7,8	7	9	107	**38**	200	7,8	7	9	354
2	100	7,8	7	9	114	**39**	200	7,8	7	9	361
3	100	7,8	7	9	121	**40**	200	7,8	7	9	368
4	100	7,8	7	9	128	**41**	200	7,8	7	9	375
5	100	7,8	7	9	135	**42**	200	7,8	7	9	382
6	100	7,8	7	9	142	**43**	200	7,8	7	9	389
7	100	7,8	7	9	149	**44**	200	7,8	7	9	396
8	100	7,8	7	9	156	**45**	200	7,8	7	9	403
9	100	7,8	7	9	163	**46**	200	7,8	7	9	410
10	100	7,8	7	9	170	**47**	200	7,8	7	9	417
11	100	7,8	7	9	177	**48**	200	7,8	7	9	424

12	100	7,8	7	9	184	**49**	200	7,8	7	9	431
13	100	7,8	7	9	191	**50**	200	7,8	7	9	438
14	100	7,8	7	9	198	**51**	200	7,8	7	9	445
15	100	7,8	7	9	205	**52**	200	7,8	7	9	452
16	100	7,8	7	9	212	**53**	200	7,8	7	9	459
17	200	7,8	7	9	207	**54**	200	7,8	7	9	466
18	200	7,8	7	9	214	**55**	200	7,8	7	9	473
19	200	7,8	7	9	221	**56**	200	7,8	7	9	480
20	200	7,8	7	9	228	**57**	200	7,8	7	9	487
21	200	7,8	7	9	235	**58**	200	7,8	7	9	494
22	200	7,8	7	9	242	**59**	200	7,8	7	9	501
23	200	7,8	7	9	249	**60**	200	7,8	7	9	508
24	200	7,8	7	9	256	**61**	200	7,8	7	9	515
25	200	7,8	7	9	263	**62**	200	7,8	7	9	522
26	200	7,8	7	9	270	**63**	200	7,8	7	9	529
27	200	7,8	7	9	277	**64**	200	7,8	7	9	536
28	200	7,8	7	9	284	**65**	200	7,8	7	9	543
29	200	7,8	7	9	291	**66**	200	7,8	7	9	550
30	200	7,8	7	9	298	**67**	200	7,8	7	9	557
31	200	7,8	7	9	305	**68**	200	7,8	7	9	564
32	200	7,8	7	9	312	**69**	200	7,8	7	9	571
33	200	7,8	7	9	319	**70**	200	7,8	7	9	578
34	200	7,8	7	9	326	**71**	200	7,8	7	9	585
35	200	7,8	7	9	333	**72**	200	7,8	7	9	592
36	200	7,8	7	9	340	**73**	200	7,8	7	9	599

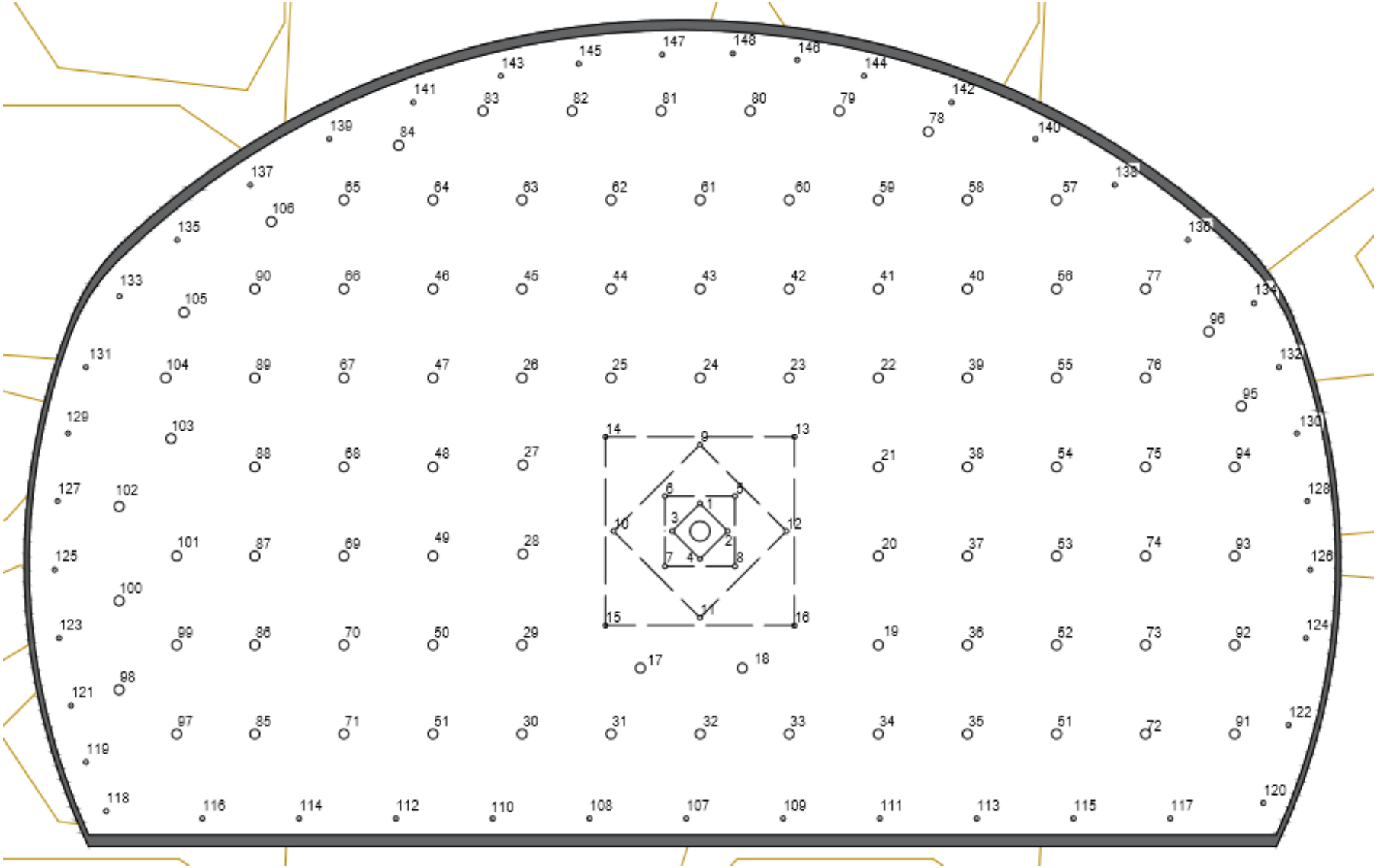
37	200	7,8	7	9	347	**74**	200	7,8	7	9	606

Punto	Detonadores LP (ms)	Longitud (m)	Conectador SCX (ms)	Longitud (m)	Tiempo (ms)	Punto	Detonadores LP (ms)	Longitud (m)	Conectador SCX (ms)	Longitud (m)	Tiempo (ms)
75	200	7,8	7	9	613	**112**	900	7,8	7	9	942
76	200	7,8	7	9	620	**113**	900	7,8	7	9	949
77	200	7,8	7	9	627	**114**	900	7,8	7	9	956
78	200	7,8	7	9	634	**115**	900	7,8	7	9	963
79	200	7,8	7	9	641	**116**	900	7,8	7	9	970
80	200	7,8	7	9	648	**117**	900	7,8	7	9	977
81	200	7,8	7	9	655	**118**	900	7,8	7	9	984
82	200	7,8	7	9	662	**119**	1000	7,8	7	9	1007
83	200	7,8	7	9	669	**120**	1000	7,8	7	9	1014
84	200	7,8	7	9	676	**121**	1000	7,8	7	9	1021
85	200	7,8	7	9	683	**122**	1000	7,8	7	9	1028
86	200	7,8	7	9	690	**123**	1000	7,8	7	9	1035
87	200	7,8	7	9	697	**124**	1000	7,8	7	9	1042
88	200	7,8	7	9	704	**125**	1000	7,8	7	9	1049
89	200	7,8	7	9	711	**126**	1000	7,8	7	9	1056
90	200	7,8	7	9	718	**127**	1000	7,8	7	9	1063
91	200	7,8	7	9	725	**128**	1000	7,8	7	9	1070
92	200	7,8	7	9	732	**129**	1000	7,8	7	9	1077
93	200	7,8	7	9	739	**130**	1000	7,8	7	9	1084
94	200	7,8	7	9	746	**131**	1000	7,8	7	9	1091
95	200	7,8	7	9	753	**132**	1000	7,8	7	9	1098

96	200	7,8	7	9	760	**133**	1000	7,8	7	9	1105
97	200	7,8	7	9	767	**134**	1000	7,8	7	9	1112
98	200	7,8	7	9	774	**135**	1000	7,8	7	9	1119
99	200	7,8	7	9	781	**136**	1000	7,8	7	9	1126
100	200	7,8	7	9	788	**137**	1000	7,8	7	9	1133
101	200	7,8	7	9	795	**138**	1000	7,8	7	9	1140
102	200	7,8	7	9	802	**139**	1000	7,8	7	9	1147
103	200	7,8	7	9	809	**140**	1000	7,8	7	9	1154
104	200	7,8	7	9	816	**141**	1000	7,8	7	9	1161
105	200	7,8	7	9	823	**142**	1000	7,8	7	9	1168
106	200	7,8	7	9	830	**143**	1000	7,8	7	9	1175
107	900	7,8	7	9	907	**144**	1000	7,8	7	9	1182
108	900	7,8	7	9	914	**145**	1000	7,8	7	9	1189
109	900	7,8	7	9	921	**146**	1000	7,8	7	9	1196
110	900	7,8	7	9	928	**147**	1000	7,8	7	9	1203
111	900	7,8	7	9	935	**148**	1000	7,8	7	9	1210

Esquema de tiro de la voladura

La voladura se iniciara mediante conexiones con cordón detonante realizando una línea maestra que posteriormente se tapara con tierra para minimizar el ruido, se conectaran con conectadores Rionel SCX de 7 ms y se iniciaran con detonadores no eléctricos de Rionel LP de retardos de 100 ms , 200 ms, 900 ms, 1000 ms.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51
52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84
85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148

ANEJO Nº12

"Servicios auxiliares durante la explotación"

INDICE

1. **Ventilación**
   - 1.1. **Sistemas de ventilación y factores de dimensionamiento**
     - 1.1.1. **Ventilación natural**
     - 1.1.2. **Ventilación longitudinal**
     - 1.1.3. **Ventilación semitransversal**
     - 1.1.4. **Ventilación transversal**
     - 1.1.5. **Ventilación mixta**
   - 1.2. **Caudal de aire necesario en la explotación de túneles**
     - 1.2.1. **Limitación de la concentración de monóxido de carbono**
     - 1.2.2. **Limitación en la concentración del dióxido de nitrógeno**
   - 1.3. **Cálculo de la potencia necesaria para la ventilación de túneles en explotación**
     - 1.3.1. **Pérdida de carga en el túnel**
     - 1.3.2. **Pérdidas de carga en las singularidades**
     - 1.3.3. **Fuerzas de origen climático que afectan al flujo de aire en el túnel**
     - 1.3.4. **Efecto pistón de los vehículos**
   - 1.4. **Detectores de condiciones ambientales**
     - 1.4.1. **Detección y control**
       - 1.4.1.1. **Detectores de monóxido de carbono**
       - 1.4.1.2. **Medidores de opacidad**
     - 1.4.2. **Dirección y velocidad del viento**
     - 1.4.3. **Control del sistema**
2. **Iluminación**
   - 2.1. **Factores de influencia y zonas de iluminación**
     - 2.1.1. **Problemática visual en los túneles**
     - 2.1.2. **Sistemas de alumbrado**
     - 2.1.3. **Distancia de seguridad**
     - 2.1.4. **Clases de alumbrado del túnel**
     - 2.1.5. **Luminancia en las zonas de acceso**
     - 2.1.6. **Luminancia en la zona umbral**
     - 2.1.7. **Luminancia en la zona de transición**
     - 2.1.8. **Alumbrado en la zona interior**
     - 2.1.9. **Alumbrado en la zona de Salida**
     - 2.1.10. **Alumbrado nocturno**
     - 2.1.11. **Deslumbramiento**
   - 2.2. **Dispositivos de regulación**
   - 2.3. **Esquema definitivo**
3. **Alumbrado de emergencia**
   - 3.1. **Alumbrad de emergencia para fallas en el suministro eléctrico**
   - 3.2. **Alumbrado de emergencia para situaciones de incendio**
4. **Comunicaciones**
5. **Postes de emergencia**
6. **Sistemas de control del tráfico, señalización y balizado**

6.1. Sistemas de gestión y control de trafico
6.1.1. Sistemas de recogida de información en las carretas
6.1.2. Sistema de detección automática de incidentes
6.1.3. El centro de control
6.1.4. Sistemas de información al conductor (semáforos y señales visibles)
6.2. Señalización fija
6.2.1. Señalización en los accesos
6.2.2. Señalización interior
6.3. Balizamiento
6.4. Control de Galibo
7. Drenaje
8. Suministro, regulación y distribución
9. Conclusiones

1. Ventilación

1.1. Sistemas de ventilación y factores de dimensionamiento

Los sistemas de ventilación se pueden dividir en los siguientes tipos:

- Natural
- Longitudinal
- Semitransversal
- Transversal
- Mixto (combinación de anteriores)

La necesidad de instalar algún sistema de ventilación artificial en un túnel viene dada por su longitud, si se trata de un túnel unidireccional o bidireccional (estos últimos requieren en mucha mayor medida la ventilación) y el tráfico y su composición (cuanto más alto sea el porcentaje de camiones, más preciso será ventilar).

1.1.1. Ventilación Natural

La ventilación natural que existe en los túneles, es debida a las diferencias de presión entre ambas bocas, lo que origina una corriente de aire por el conducto de circulación. Sin embargo en muchas ocasiones, debido a la gran longitud del túnel, al tráfico que soporta (caso de los túneles urbanos), o a la poca entidad de la ventilación natural, hay que recurrir a la ventilación forzada por ventiladores.

1.1.2. Ventilación longitudinal

El sistema longitudinal se basa en el uso de los ventiladores instalados en la bóveda o hastiales que impulsan el aire a lo largo del eje del túnel, reforzando la ventilación natural. Es decir, se utiliza como tubo de conducción el mismo espacio reservado para el tráfico, donde entra el aire fresco por una de las bocas y sale el viciado por la otra. En túneles grandes, con tráfico pesado o fuerte, se practican pozos para así aumentar el tiro natural de aire, si bien este aumento no exime de recurrir a la ventilación mecánica. También se usan pozos cuando en las bocas del túnel hay restricciones particulares en cuanto a contaminación atmosférica, caso frecuente de los túneles urbanos.

Puede haber casos en que para la ventilación longitudinal de una obra baste con la ventilación natural, que puede provocar velocidades de aire de hasta 5 m/s, máxime cuando se ve incrementada por el efecto émbolo del tráfico unidireccional.

La ventilación longitudinal es la más utilizada en túneles urbanos, dadas sus habitualmente pequeñas longitudes. Es el sistema que debe ser aplicado, siempre que no existan razones que lo impidan, dado el bajo coste que tiene frente a los otros métodos que a continuación serán explicados, pues solamente precisa la instalación de maquinaria electromecánica, ventiladores, conducción eléctrica, y aparatos de control.

La ventilación se realiza actualmente en casi todos los casos por medio de turboventiladores de eje horizontal o aceleradores. Éstos se sitúan adosados al techo o a las paredes del túnel a intervalos de al menos treinta metros. En caso necesario se pueden disponer varios ventiladores en una misma sección.

El rendimiento de los ventiladores se aumenta al alejarlos del techo o paredes y dotándolos de rejillas de desviación de la corriente de aire en el extremo de salida. El rendimiento de los aceleradores crece a su vez con la separación entre ellos y alcanza su máximo para distancias comprendidas entro los 80 y 120 m. También aumenta el rendimiento cuando lo hace la relación entre la sección útil del ventilador y la sección del túnel.

El sistema de ventilación longitudinal es aplicable a túneles de un único sentido de circulación de casi cualquier longitud. Sin embargo, en el caso de túneles con doble sentido de circulación es necesario tomar precauciones especiales para evitar el peligro que presenta este sistema en caso de incendio, ya que los vehículos quedan detenidos a ambos lados del fuego, y, si bien los que se encuentran del lado de entrada de aire quedan protegidos contra los gases de combustión, los del otro lado no tienen otro recurso que la huida rápida; ésta sólo será posible si los afectados no quedan muy alejados de la entrada.

Accionando con rapidez los ventiladores se puede contribuir a evitar la expansión de los gases calientes, deteniendo la circulación de aire. Por este motivo los aceleradores han de ser reversibles y estar dotados de frenos mecánicos o eléctricos para poder cambiar la dirección del aire en el tiempo más breve posible. Por otra parte, deben ser capaces de resistir durante largo tiempo una temperatura de al menos 250º C.

De todas formas, por mucha que sea la rapidez con que se accionan los ventiladores, transcurrirá un cierto tiempo hasta que éstos consigan frenar la marcha del aire. En conjunto, la situación estará influida por el movimiento de los vehículos que huyen del fuego y los humos, la diferencia de presiones en las embocaduras del túnel y la posición del incendio.

En túneles de gran longitud este sistema debe aplicarse en combinación con estaciones intermedias de ventilación por pozos.

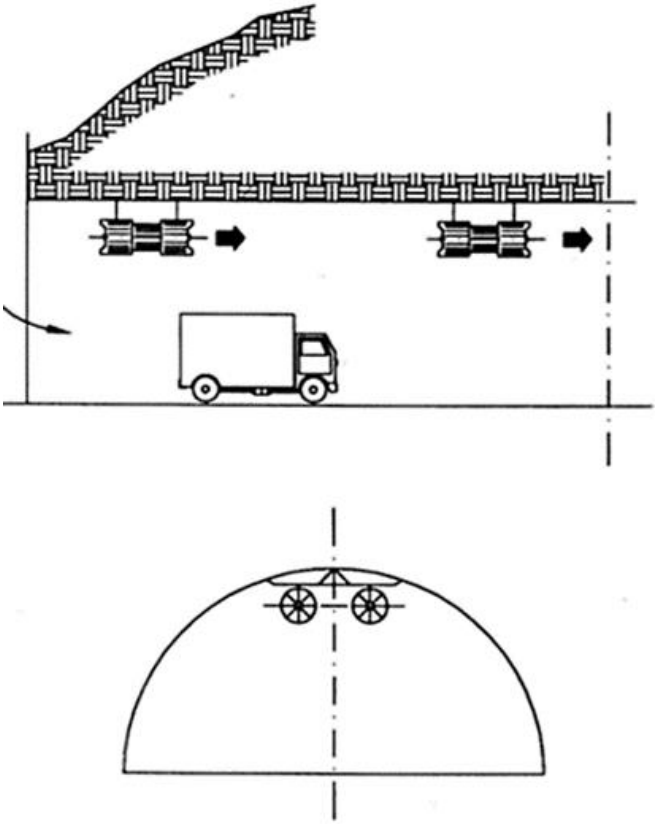


Ilustración 1Esquema del sistema de ventilación longitudinal

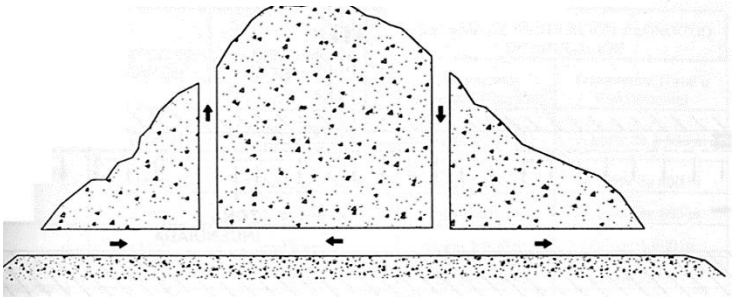


Ilustración 2 Ventilación longitudinal con pozos

1.1.3. Ventilación Semitransversal

En este sistema el aire fresco se distribuye uniformemente a lo largo del túnel mediante un canal paralelo al mismo provisto de toberas a intervalos regulares. El aire viciado corre a lo largo del

túnel saliendo por sus embocaduras y manteniendo el nivel de contaminación uniforme en toda la obra.

Al igual que en la ventilación transversal, los conductos de ventilación se suelen situar, cuando la sección del túnel es circular, bajo la calzada y junto a la bóveda. En el caso de túneles de montaña, salvo excepciones, suelen situarse los conductos bajo la bóveda, separados del espacio destinado al tráfico automóvil mediante un falso techo. Por el contrario, en los casos de túneles situados bajo ríos, bahías, etc., en que se impone la sección rectangular, suelen ser laterales o estar situados entre las dos calzadas en el caso de que sean unidireccionales, todo lo cual encarece los costes de instalación de este sistema con respecto al longitudinal.

La ventaja más importante sobre el sistema longitudinal es la posibilidad de hacer el sistema reversible, pudiéndose en caso de incendio invertir el sentido de circulación del aire aspirándose así los gases del incendio. El sistema puede perfeccionarse si además de las toberas normales de ventilación se disponen otras de mayores dimensiones a cierta distancia. En caso de incendio se abrirían las inmediatas al mismo para una mejor aspiración de los gases.

Los puntos de entrada de aire a los conductos auxiliares de ventilación se sitúan en las cercanías de los emboquilles del túnel. Si el túnel es de gran longitud se podrán utilizar uno o más pozos para la toma de aire fresco.

El túnel se puede dividir en cantones de ventilación a los que llegará el aire fresco por conductos independientes. Esto permite que si se produce un incendio en un determinado cantón, se aspiren los humos por el conducto correspondiente, con lo que se evita su difusión a lo largo del túnel

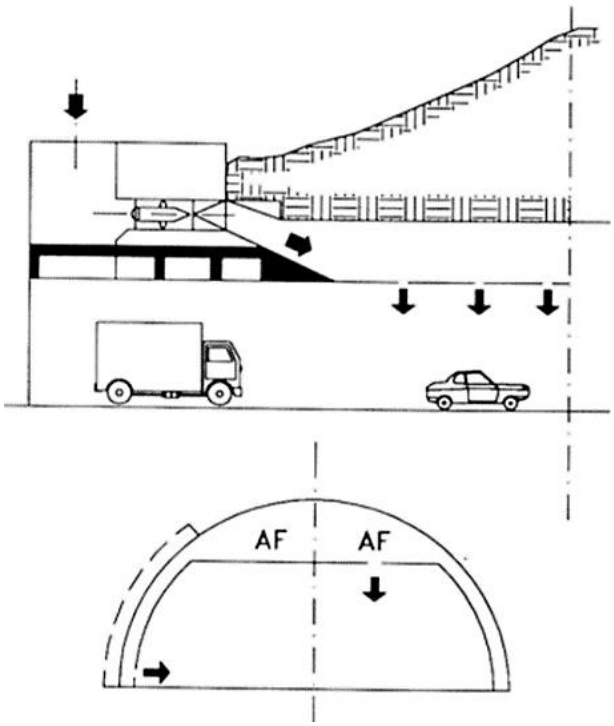


Ilustración 3 Esquema de sistema de ventilación semitransversal

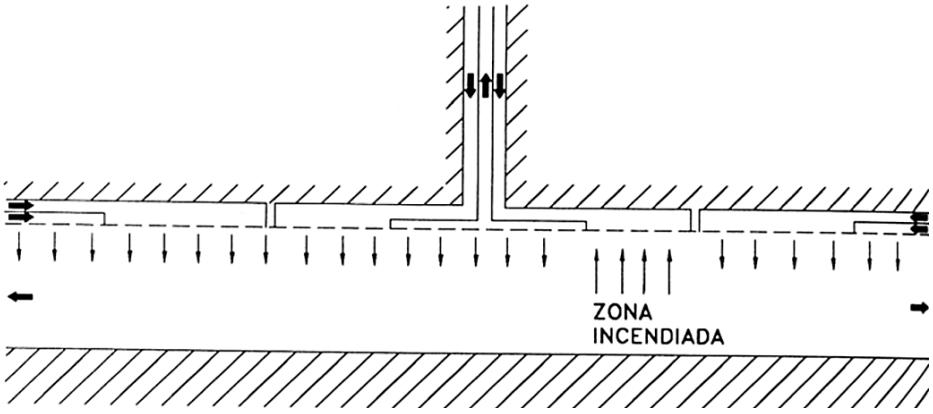


Ilustración 4 Ventilación semitransversal por cantones

1.1.4. Ventilación Transversal

En este sistema de ventilación se dispone, además del canal de inyección de aire fresco como en el sistema semitransversal, otro segundo canal con toberas distribuidas también uniformemente a lo largo del mismo y por el que se aspira un volumen de viciado igual al inyectado, con lo que se consiguen unos niveles de contaminación bajos y uniformes en toda la obra.

Es el sistema que presenta mayores ventajas para el dominio de un incendio y el aplicado en la mayoría de los túneles de gran longitud. En dicha situación se pondrían ventiladores de aspiración a funcionar a su máxima potencia. Ha sido propuesta uno mejora del sistema si las toberas de aspiración se abrieran total y automáticamente bajo la influencia de la temperatura.

En lugar de realizar una ventilación transversal completa, es frecuente también limitar la capacidad de los equipos de aspiración, dejando que parte del aire viciado circule por el túnel y salga por las embocaduras. Este procedimiento tiene ventajas con respecto al transversal y podría resolver igualmente el problema del incendio proyectando adecuadamente los equipos de aspiración.

La situación de alarma más peligrosa en los túneles es el incendio, motivo por el cual el enfoque principal del sistema de ventilación debe ser tendente a la resolución de esta eventualidad. El estudio de un sistema de ventilación debe realizarse con un plan de alarma de incendio que describa el funcionamiento de aquél según el lugar en que se produzca el accidente. El plan debe orientarse a evitar la difusión de los gases a elevada temperatura resultantes de la combustión y desviarlos hacia las zonas no ocupadas por personas, al tiempo que reduzcan los daños al mínimo posible.

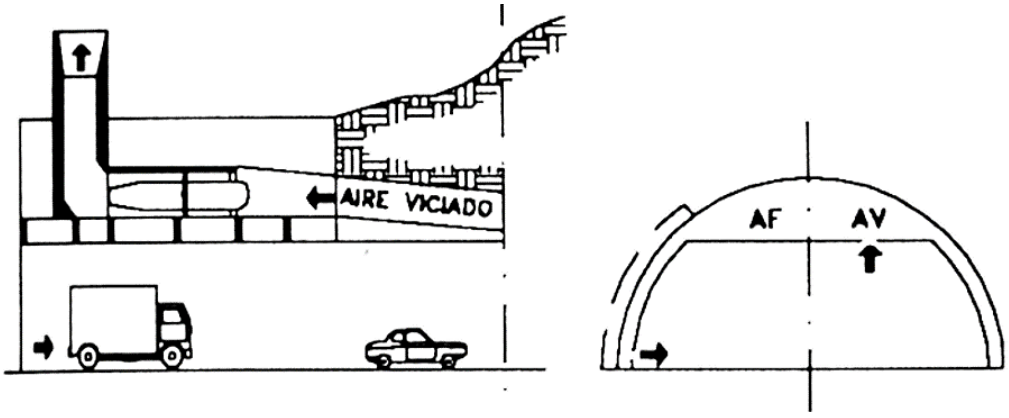


Ilustración 5 Esquema sistema de ventilación transversal

1.1.5. Ventilación Mixta

Aparte, existen sistemas mixtos que son una combinación de varios de los sistemas descritos, en los que se dispone un sistema diferente en cada tramo del túnel. Por otro lado, en cada uno de los sistemas de ventilación mencionados pueden establecerse diversas modificaciones, como la realización de pozos intermedios, chimeneas o galerías, que ofrecen la posibilidad de renovar el aire por ellos además de por las bocas.

En las tablas se muestran dos cuadros en los que se indica, a modo orientativo, los ámbitos de aplicación de los distintos sistemas de ventilación anteriormente expuestos en el caso de túneles carreteros.

Tabla 1 Longitudes de aplicación de los sistemas de ventilación

Modo	*Trafico*	*Longitud Metros*
	Alto	≥ 300

Unidireccional	Medio	≥ 500
	Bajo	≥ 1500
Bidireccional	Alto	≥ 100
	Medio	≥ 200
	Bajo	≥ 300

Tabla 2 Longitudes de aplicación de los sistemas de ventilación

	Longitud Metros			
Circulación	100	300	500	1000
Unidireccional	Natural		longitudinal	longitudinal (*)
Bidireccional	Natural	longitudinal	longitudinal (*)	Transversal

1.2. Caudal de aire necesario en la explotación de túneles

Para el dimensionado de un sistema de ventilación es preciso conocer el caudal de aire que éste deberá suministrar al túnel. Este caudal viene determinado por la cantidad de gases y humos que deben ser evacuados por arrastre de la corriente de aire, lo cual dependerá de las emisiones que se produzcan dentro del túnel y de las concentraciones límite que se adopten para estas sustancias.

La ventilación debe ser capaz de diluir hasta niveles admisibles para los usuarios las concentraciones de los gases tóxicos (monóxido de carbono (C0) y óxidos nitrosos (NO_x), producidos por la combustión de los motores de gasolina principalmente) y las partículas sólidas en suspensión, que perjudican la visibilidad, provenientes principalmente de los escapes de los vehículos con motor diésel que circulan a través del túnel. En consecuencia, esta instalación debe dimensionarse, en primer lugar, para que suministre la cantidad de aire fresco necesaria para diluir los gases de escape de los vehículos en ciertas situaciones muy exigentes, como es un tráfico punta o un atasco (con los vehículos parados dentro del túnel, hasta concentraciones admisibles para los usuarios).

La otra situación límite para la que debe diseñarse la ventilación son los incendios, ya que su correcto funcionamiento puede tener gran influencia, sobre todo, en la dispersión y evacuación de los humos producidos. Por ello, el sistema de ventilación deberá ser elegido teniendo en cuenta el comportamiento de éstos y ser dimensionado con una capacidad suficiente para poder evacuar el caudal de humos producidos en el incendio de un camión cisterna cargado de combustible, factor que resultará normalmente más limitativo que el resto de las condiciones ambientales.

Por otro lado, en caso de incendio, el sistema de ventilación debería poder seguir funcionando a las temperaturas que pueden resistir los bomberos equipados con aparatos de respiración (unos 250ºC), con el fin de facilitar su trabajo.

Cada uno de los sistemas de ventilación antes menciona dos tiene unas ventajas e inconvenientes, que determina su campo de aplicación. Así, en general, se puede decir que el sistema de ventilación longitudinal tiene un coste de inversión inicial menos elevado que los métodos de tipo transversal, ya que no requiere trabajos importantes de obra civil, mientras que los costes del material electromecánico son similares en el sistema semitransversal y mayores en el transversal puro. Sin embargo, desde el punto de vista exclusivamente técnico, el sistema longitudinal tiene las siguientes limitaciones de utilización:

- En caso de incendio, el procedimiento de este tipo de ventilación para eliminar los humos producidos consiste en empuñarlos hacia uno de los lados del fuego, para su extracción por una de las bocas o por una chimenea intermedia, lo que en túneles bidireccionales puede poner en grave riesgo a los ocupantes de los vehículos que, casi con toda seguridad, quedarán detenidos en ese costado del incendio.
- El mecanismo que produce la dilución del aire viciado es el aumento de la velocidad del flujo de aire en el túnel. Sin embargo, esta velocidad viene limitada, por consideraciones de seguridad para los usuarios y el tráfico, a unos valores máximos del orden de 10 m/s en túneles unidireccionales y 8 m/s en bidireccionales. En la práctica esto significa una restricción al uso de la ventilación longitudinal en túneles largos, debido a las pérdidas de carga por rozamiento, a menos que se disponga de puntos (pozos, galerías) intermedios.

Cuando el sistema longitudinal se emplea en túneles unidireccionales, los costes de explotación son igualmente bajos, por la menor energía consumida, debido a que la ventilación longitudinal tiene por principio favorecer la corriente natural de aire y ayudar al efecto pistón provocado por el tráfico, que en este tipo de túneles siempre actúa en el mismo sentido, por lo cual los ventiladores pueden estar una gran parte del tiempo sin funcionar.

En túneles bidireccionales la situación cambia, pues el efecto pistón del tráfico es mucho más reducido, pudiendo tener un sentido alterno la corriente de aire, por lo que la ventilación debe ser reversible con períodos de funcionamiento más prolongados. Por ello, en túneles bidireccionales el consumo de energía eléctrica es menor con un sistema semitransversal, lo que puede llegar a anular las ventajas del menor coste inicial del sistema longitudinal.

El sistema transversal de ventilación con dos conductos paralelos, uno para el aire fresco y otro para el aire viciado, es el sistema más completo, pero su coste es muy alto, debido a la mayor sección transversal requerida para alojar los dos conductos y a las altas potencias necesarias de los ventiladores. Además, el conducto de aire viciado suele estar infrautilizado, ya que constituye una instalación reservada casi exclusivamente para casos de incendio.

Por ello, la utilización de un sistema semitransversal reversible con un solo conducto, que se puede utilizar para aspirar el aire viciado o inyectar aire fresco, según convenga, constituye muchas veces una solución técnicamente aceptable y mucho más económica, al no requerir un aumento de la sección total del túnel.

Para hacer circular el aire dentro del túnel durante su explotación, se utilizan normalmente ventiladores de tipo axial o helicoidal, en los cuales el aire entra y sale paralelamente al eje de giro de la hélice del ventilador, y que tienen la posibilidad de regulación, lo que permite optimizar su consumo energético.

En España no existe actualmente una normativa que regule las concentraciones máximas que pueden existir en la atmósfera de los túneles, aunque sí existe para aparcamientos subterráneos.

1.2.1. Limitación de la concentración de monóxido de carbono

El CO aparece en la atmósfera de los túneles debido a la combustión incompleta de los combustibles de los vehículos. La peligrosidad de esta sustancia se debe a que la afinidad que por ella tiene la hemoglobina (el colorante rojo de la sangre encargado de transportar el oxígeno hasta las células) es de 200 a 300 veces mayor que la que tiene por el oxígeno, con lo cual, un exceso de CO produce un efecto fisiológico similar a una insuficiencia de O2. En la siguiente grafica se muestran los efectos que para el organismo humano tienen distintas concentraciones de CO en función del tiempo de permanencia.

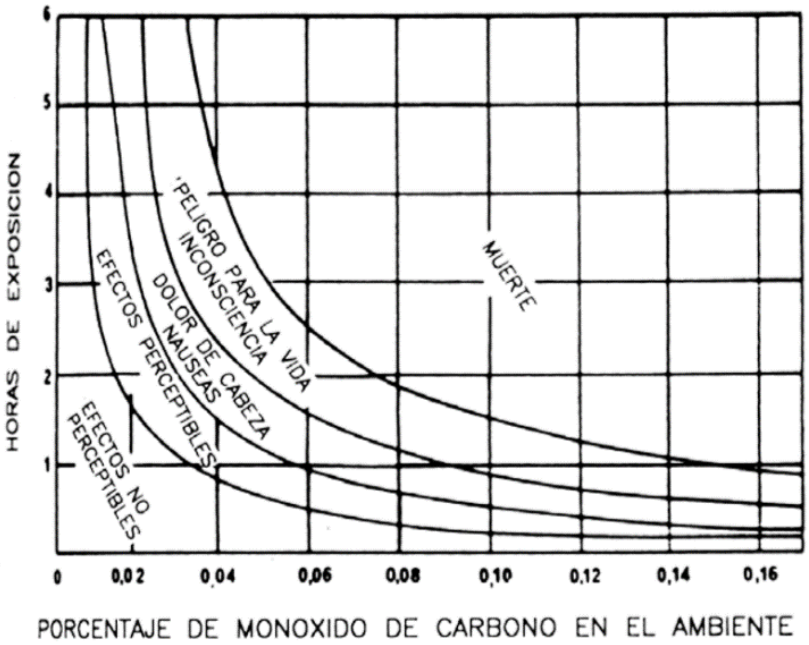


Ilustración 6 Efectos de la exposición al CO

En la siguiente tabla se indican las emisiones de distintas sustancias contaminantes por los vehículos de motor de gasolina sin catalizador y por los motores de camiones diésel.

Tabla 3 Emisiones de los vehículos sin catalizador y camiones diésel. Valores g/Km.

Sustancia contaminante	*60 Km/h*		*20 Km/h*		*5 Km/h*	
	Turismo	Camión	Turismo	Camión	Turismo	Camión
CO	6	4	16	12	42	38
HC	1	3	2,5	8	5,5	28
NO_x	2	14	1,5	15	1,5	21
SO_2	0,02	1,5	0,04	2	0,1	3
Pb	0,01	-	0,02	-	0,03	-
C (Hollín)	-	0,2	-	0,4	-	1

En la siguiente tabla se muestran las concentraciones que se tienen de las distintas sustancias contaminantes habitualmente presentes en los gases de escape de los motores de combustión interna en diferentes entornos, como la atmósfera de las ciudades y la que existe en los túneles, y los límites adoptados para estas concentraciones en lugares de trabajo y en zonas abiertas.

Tabla 4 Niveles usuales de contaminación en diferentes entornos

Sustancia Contaminante	*Niveles medios urbanos*		*Centros industriales de trabajo. Valores limite*		*Niveles usuales en la atmosfera de los túneles*
	Periferia	Centro	Exposición diaria	Exposición Breve (15 min)	
CO (mg/m³)	0,5 – 1	1 – 5	33	66 – 100	20 – 100
NO (µg/m³)	20 – 40	40 – 60	-	-	2000 – 6000
NO_2 (µg/m³)	30 – 50	50 – 100	6	12	200 – 1000
SO_2 (µg/m³)	15 – 30	30 – 60	5	10	-
Pb (µg/m³)	0,2	0,3	100	-	145

Se suele considerar una concentración volumétrica máxima de monóxido de carbono de C_{co} = 150 ppm. Si bien este parámetro no queda fijado por reglamentación alguna, y varía según los casos, estando normalmente comprendido entre las 50 ppm y 250 ppm. En el caso de utilizarse un esquema de ventilación longitudinal, la concentración de CO crece de forma sensiblemente lineal desde el punto de entrada de aire en el túnel hasta el punto de salida, siendo en éste donde se alcanzará la concentración máxima. En el punto medio la concentración máxima permitida será la intermedia entre la máxima de 150 ppm y la concentración base en el aire fresco que se introduce desde el exterior del túnel y que varía aproximadamente entre unas 0,5 y 5 ppm dependiendo de la contaminación existente en el entorno en que se ubica el túnel, si ésta se alcanza durante más de 15 min el túnel deberá cerrarse al tráfico.

En los casos en que se utilicen esquemas de ventilación transversal o semitransversal, la concentración de CO será aproximadamente igual en todos los puntos del túnel.

Las previsiones en la emisión de gases y humos dentro del túnel deberán realizarse teniendo en cuenta el tráfico previsto para los aproximadamente diez años siguientes a la apertura del túnel. Con tráfico normal la concentración de CO deberá ser sustancialmente inferior a los límites marcados, y por ello, en condiciones normales, no se utilizarán todos los ventiladores del túnel a su máxima potencia, sino que éstos deberán conectarse según vaya ascendiendo la concentración de CO, lo cual deberá ser controlado por detectores colocados al menos cada 170 m a lo largo de la obra.

Calculo de la producción de CO

El cálculo de la producción de CO se realiza partiendo de un valor base de producción por vehículo multiplicado por el número de vehículos dependiendo de las condiciones del tráfico y del túnel. Así se tiene:

$$Q_{0CO} = q_{0CO} \times M \times K_{hh} \times K_s \times K_f$$

Siendo:

- Q_{0CO} = Cantidad horaria total de CO producida en el túnel (mg/s)
- q_{0CO} = Valor base de producción de CO (m3/Km veh). Siendo dicho valor 240 mg/s como norma general
- M = Volumen de tráfico (veh/h).

- Será dado por la relación entre distancia del túnel partido de distancia de seguridad multiplicado por dos

- K_{hh} = Factor de corrección por altura sobre el nivel del mar. Cuanto mayor sea la altura sobre el nivel del mar más pobre será el aire en oxígeno, por lo que la combustión interna se realizará más deficientemente y se producirá una mayor cantidad de CO. Los valores que toma el coeficiente Khh se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Factor de corrección por altura sobre el nivel del mar

Altura sobre el nivel del Mar (m)	*400*	*800*	*1000*
Factor de corrección K_{hh}	1,25	1,60	2,00

- K_s = Factor de corrección por conducción en pendiente. Cuanto más adversa sea la pendiente, mayor será el consumo de combustible y mayor la emisión de CO. A este respecto debe indicarse la necesidad de dar a los túneles la menor pendiente posible, así como a las rampas de acceso a los mismos, para que los vehículos entren en ellos en régimen estable. El valor de este factor se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Factor de corrección por conducción en pendiente

Pendiente (%)	*-4*	*- 2*	*0*	*2*	*4*	*6*
K_s	0,85	0,95	1	1,1	1,2	1,3

- Kf = Factor de corrección por conducción a velocidad reducida. Su valor se muestra en la tabla 7.

Tabla 7Factor de corrección por conducción a velocidad distinta a la de diseño

Velocidad (Km/h)	*5*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70 y 80*
K_f	6,3	3,5	2	1,5	1,2	1,1	1	0,9

- L = Longitud del túnel (Km)

Se procede al cálculo numérico de la producción de CO en el túnel a proyectar.

Túnel Sur Norte

- Pendiente constante = - 2 %
- Longitud = 1630 metros

$$Q_{0CO} = 240 \times \frac{1629}{100} \times 2 \times 1 \times 0{,}95 \times 0{,}9$$

$$Q_{0CO} = 6685{,}416 \frac{mg}{s}$$

Túnel Norte Sur

- Dividido en tres tramos

I. Pendiente = - 2 % ; Longitud = 130 metros
II. Pendiente = 0 % ; Longitud = 130 metros
III. Pendiente = 2% ; Longitud = 2000 metros

Tramo I

$$Q_{0CO} = 240 \times \frac{130}{100} \times 2 \times 1 \times 0{,}95 \times 0{,}9$$

$$Q_{0CO} = 533{,}52 \frac{mg}{s}$$

Tramo II

$$Q_{0CO} = 240 \times \frac{130}{100} \times 2 \times 1 \times 1 \times 0{,}9$$

$$Q_{0CO} = 561{,}6 \frac{mg}{s}$$

Tramo III

$$Q_{0CO} = 240 \times \frac{2000}{100} \times 2 \times 1 \times 1{,}1 \times 0{,}9$$

$$Q_{0CO} = 9504 \ \frac{mg}{s}$$

Cantidad horaria total de CO producida en el túnel Norte sur

$$Q_{0CO} = 533{,}52 + 561{,}6 + 9504 = 10599{,}12 \frac{mg}{s}$$

La cantidad de aire fresco (Q_{0aire}) necesario para diluir el CO producido, (Q_{0CO}), se determina a partir del último valor (en m3/h) y de la concentración de CO permitida en el túnel (Cco_{ppm}).

$$Q_{0aire} = \frac{Q_{0CO}}{C_{CO}} \ (mg/s)$$

Tramo Sur Norte

$$Q_{0aire} = \frac{6685{,}416}{25} \ (m^3/h)$$

$$Q_{0aire} = 267{,}42 \ (m^3/s)$$

Tramo Norte Sur

$$Q_{0aire} = \frac{10599{,}12}{25} \ (m^3/s)$$

$$Q_{0aire} = 423.96 \ (m^3/s)$$

El valor obtenido es válido para una presión de aire de 760 mm Hg y una temperatura de 0º C. Para calcular el volumen de aire requerido en las condiciones de presión y temperatura que se prevé que se tendrán en el túnel, se realiza la siguiente operación:

$$Q_{aire} = Q_{0aire} \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T_t}{T_0}$$

Siendo:

- Q_{aire} = Caudal de aire (m3/h) para las condiciones reales de presión y temperatura.
- Q_{0aire} = Caudal de aire (m3/h) en condiciones normales de presión y temperatura.
- Po = Presión normal (760 mm Hg).
- P = Presión prevista para el aire en interior del túnel.
- T = Temperatura normal (273 K).
- T = Temperatura media en el punto medio del túnel.

Tramo Sur Norte

$$Q_{aire} = Q_{0aire} \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T_t}{T_0}$$

$$Q_{aire} = 267{,}42 \times \frac{760}{720} \times \frac{293}{273}$$

$$Q_{aire} = 302{,}95\ (m^3/s)$$

Tramo Norte Sur

$$Q_{aire} = Q_{0aire} \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T_t}{T_0}$$

$$Q_{aire} = 423{,}96 \times \frac{760}{720} \times \frac{293}{273}$$

$$Q_{aire} = 480{,}3\ (m^3/s)$$

1.2.2. Limitación en la concentración del dióxido de nitrógeno

Entre los gases de escape de los automóviles se encuentra el monóxido de nitrógeno (NO), el cual, en contacto con el oxígeno del aire, se oxida formando dióxido de nitrógeno (NO_2), gas de color marrón rojizo, mal oliente, fuertemente oxidante y altamente tóxico. De la mezcla de óxidos nitrosos (genéricamente representados por NO_x) el NO, supone una proporción del 10 %.

Como concentración limite se considera el valor C_{NOX} = 15 ppm o C_{NO2} = 1,5 ppm. Ésta es la concentración máxima que podrá alcanzarse en el punto del túnel donde se alcance la mayor concentración; como ésta, en el esquema de ventilación longitudinal, crece linealmente desde el punto de entrada de aire fresco al túnel al punto de salida del aire viciado, la concentración máxima que se podrá alcanzar en el punto medio entre la entrada y la salida de aire será la intermedia entre la máxima de 1,5 ppm y la concentración base en el aire fresco que se introduce desde fuera del túnel y que aproximadamente puede ser de 0,03 ppm. Si un detector medidor de NO, situado en el punto medio del túnel registra 0,75 ppm durante más de 15 min, el túnel deberá ser cerrado al tráfico.

En túneles ventilados mediante los sistemas transversal o semitransversal, la concentración será aproximadamente uniforme a lo largo de toda la obra.

Cálculo de la producción de gases nitrosos

La producción de gases nitrosos se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{NOx} = q_{NOx} \times (M_l + K_t \times M_p) \times K_s \times L$$

Siendo:

- Q_{NOx} = Volumen de NOx producido dentro del túnel (mg/s)
- q_{NOx} = Valor base de producción de NOx ; se toma el valor medio de 100 mg/s
- M_l = Tráfico de vehículos ligeros.
- M_p = Tráfico de vehículos pesados.
  - Será dado por la relación entre distancia del túnel partido de distancia de seguridad multiplicado por dos. Aplicado a ambos supuestos
- K_f = Factor de corrección por conducción en pendiente.
- Ks =Factor de corrección para los vehículos pesados. Estos vehículos producen una mayor cantidad de óxidos de nitrógeno que los vehículos ligeros.

Tabla 8 Factor de corrección por conducción en pendiente

Pendiente (%)	*< 0*	*0*	*2*	*4*	*6*	*8*	*10*	*12*
Ks	0,5	1	1,7	2,2	2,8	3,4	4	4,6

Tabla 9 Factor de corrección por conducción a velocidad distinta de la de diseño

Velocidad del tráfico (Km/h)	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*>60*
Kt	8	7	5	3,5	2,5	2,5

Se procede al cálculo numérico de la producción de NOx en el túnel a proyectar.

Túnel Sur Norte

$$Q_{NOx} = 100 \times (\frac{1300}{100} \times 2 + 2{,}5 \times \frac{1000}{200} \times 2) \times 0{,}5$$

$$Q_{NOx} = 1276 \frac{mg}{s}$$

Túnel Norte Sur

Tramo I

$$Q_{NOx} = 100 \times (\frac{100}{100} + 2{,}5 \times \frac{30}{200}) \times 0{,}5$$

$$Q_{NOx} = 68{,}75 \frac{mg}{s}$$

Tramo II

$$Q_{NOx} = 100 \times (\frac{100}{100} + 2{,}5 \times \frac{30}{200}) \times 1$$

$$Q_{NOx} = 137{,}5 \frac{mg}{s}$$

Tramo III

$$Q_{NOx} = 100 \times (\frac{1500}{100} + 2{,}5 \times \frac{500}{200}) \times 1{,}7$$

$$Q_{NOx} = 1317{,}5 \frac{mg}{s}$$

Cantidad horaria total de NO producida en el túnel Norte sur

$$Q_{NOx} = 68{,}75 + 137{,}5 + 1317{,}5 = 1523{,}75 \frac{mg}{s}$$

El caudal de aire necesario para diluir la cantidad de NO, calculada vendrá dada por la expresión:

$$Q_{0aire} = \frac{Q_{0NOx}}{C_{NOx}} \ (m^3/s)$$

Siendo C_{NOx} la concentración límite (en ppm) máxima que se haya considerado.

Tramo Sur Norte

$$Q_{0aire} = \frac{1276}{1{,}5} \ (m^3/s)$$

$$Q_{0aire} = 850{,}67 \ (m^3/s)$$

Tramo Norte Sur

$$Q_{0aire} = \frac{1523{,}75}{1{,}5} \ (m^3/s)$$

$$Q_{0aire} = 1015{,}83 \ (m^3/s)$$

Al igual que en el caso del CO, también aquí deberá estimarse la cantidad de aire correspondiente a la calculada en las condiciones reales de presión y temperatura que se prevean reinarán en el interior del túnel.

$$Q_{aire} = Q_{0aire} \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T_t}{T_0}$$

Siendo:

- Q_{aire} = Caudal de aire (m3/h) para las condiciones reales de presión y temperatura.
- Q_{0aire}= Caudal de aire (m3/h) en condiciones normales de presión y temperatura.
- Po = Presión normal (132.125 kPa).
- P = Presión prevista para el aire en interior del túnel.
- To = Temperatura normal (273 K).
- T = Temperatura media en el punto medio del túnel.

Tramo Sur Norte

$$Q_{aire} = 850{,}67 \times \frac{132.125}{100000} \times \frac{293}{273}$$

$$Q_{aire} = 1206{,}28 \ (m^3/s)$$

Tramo Sur Norte

$$Q_{aire} = 1015{,}83 \times \frac{132.125}{100000} \times \frac{293}{273}$$

$$Q_{aire} = 1440{,}5 \ (m^3/s)$$

Caudales de Aire definitivos

El caudal de aire tomado es el que pueda disipar tanto los gases de NOx y los de CO.

Tramo Sur Norte

$$Q_{aire} = 1509{,}23 \ (m^3/s)$$

Tramo Norte Sur

$$Q_{aire} = 1848{,}8 \ (m^3/s)$$

1.3. Cálculo de la potencia necesaria para la ventilación de túneles en explotación

La potencia que deben suministrar los ventiladores al flujo de aire viene dada principalmente por tres factores:

- Pérdidas de carga del caudal necesario al circular por el túnel por rozamiento con las paredes y por pérdidas en el emboquille y en las singularidades.
- Fuerza automotriz de la ventilación natural.
- El efecto pistón de los vehículos.

1.3.1. Perdidas de Carga en el Túnel

La fórmula que permite el cálculo de la resistencia aerodinámica del túnel es la siguiente:

$$R = \frac{10^3 \times \lambda \times \mathrm{P} \times \mathrm{L} \times \mathrm{Y}}{8 \times g \times S^3} = 153{,}03 \times \frac{\lambda \times \mathrm{P} \times \mathrm{L}}{S^3}$$

Siendo:

- g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s2)
- λ = Coeficiente de perdida de carga
- Y = peso específico del aire. Puede considerarse que su valor es de 12,01 N/m3
- P= perímetro del conducto en el tramo considerado (m)
- S = sección del conducto en el tramo considerado (m2)
- L= longitud del tramo considerado (m)

El coeficiente de frotamiento del tubo del túnel se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\lambda = 0{,}7 \times \lambda_P + 0{,}3 \times \lambda_S$$

Siendo:

- λ_P= coeficiente de pérdida de carga de las paredes
- λ_S = coeficiente de pérdida de carga del suelo

Tabla 10 Valores del coeficiente de pérdida de carga de las paredes

Sostenimiento			λ_P
Roca desnuda	Pared bien recortada		0,058
	Pared con acabado medio		0,084
	Pared irregular		0,108
Roca bulonada	Pared bien recortada		0,058
	Pared con acabado medio		0,084
	Pared irregular		0,108
	Pared con tela metálica		0,130
Roca revestida	Hormigón liso		0,022
	Albañilería	Buen estado	0,025
		Estado medio	0,030
		Irregular	0,040

Tabla 11 Valores del coeficiente de pérdida de carga del suelo

Características del suelo	λ_S
Suelo Hormigonado o Asfaltado	0,03
i = 5 cm	0,06
i = 15 cm	0,08
i = 30 cm	0,108

Se tomara un valor medio de los dos túneles

$$R = 153{,}03 \times \frac{0{,}0244 \times 45 \times 2500}{130^3} = 0{,}1915$$

Una vez que se conoce la resistencia R del túnel se podrá calcular la pérdida de carga ΔXt a partir del caudal Q, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta Xt = R \times Q^2$$

Túnel Sur Norte

$$\Delta Xt = 0{,}1915 \times (1509{,}23)^2$$

$$\Delta Xt = 43{,}62\ KPa$$

Túnel Sur Norte

$$\Delta Xt = 0{,}1915 \times (1848{,}8)^2$$

$$\Delta Xt = 65{,}46\ KPa$$

1.3.2. Perdidas de carga en las singularidades

El flujo de aire a su paso por singularidades tales como entrada o salida de pozos de ventilación, el emboquille del túnel, trampillas, etc…, sufre una pérdida de carga. La fórmula que proporciona el valor de esta pérdida de carga es:

$$\Delta Xsing = Rsing \times Q^2$$

Siendo:

- ΔXsing = Perdida de carga en la singularidad (Pa)
- Rsing = Resistencia aerodinámica de la singularidad (N.s^2/m^8)
- Q = caudal de aire que atraviesa la singularidad (m^3/s).

El valor de la resistencia aerodinámica viene dado mediante la siguiente expresión:

$$Rsing = \xi \times \frac{Y}{2 \times g \times S^2} = \xi \times \frac{0{,}61}{S^2}$$

Siendo:

- Rsing = Resistencia aerodinámica de la singularidad (N.s^2/m^8)
- ξ = Coeficiente de fricción de la singularidad
- Y = peso específico del aire (12,01 N/m^3)
- g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s^2)
- S = sección de la singularidad (m^2)

Tipo de singularidad		ξ
Cambio de dirección en ángulo recto de aristas vivas		1,4
Cambio de dirección en ángulo recto sin aristas vivas	Radio interior = 1/4 Radio exterior	0,6
	Radio interior = 2/5 Radio exterior	0,3
Emboquille		0,6
Trampilla		3,6
Enlace con pozo con aristas vivas		2
Enlace con Pozo sin aristas		1

Primeramente se procede el cálculo de la resistencia aerodinámica de las singularidades, la cual va a ser la misma en ambos túneles, tomando se ξ = 0,6 debido a la presencia de los emboquilles.

$$Rsing = \xi \times \frac{0{,}61}{S^2}$$

$$Rsing \sim 0$$

1.3.3. Fuerza de origen clima rico que afecta al flujo de aire en el túnel

Un prerrequisito para que se dé este efecto es que en los emboquilles del túnel (o los pozos y galerías de ventilación) se encuentren a cotas distintas, y que haya una diferencia de temperatura entre el aire de dentro y fuera del túnel. La diferencia, pues, entre los emboquilles del túnel será:

$$\Delta p_c = Y \times \frac{\Delta T}{T_m} \Delta z = 12{,}01 \times \frac{\Delta T}{T_m} \Delta z$$

Donde:

- Δpc = Diferencia de presión entre las entradas al túnel consideradas (Pa).
- Y = Peso específico del aire en la entrada más baja (12,01 N / m3).
- Tm = Temperatura media en el túnel (K).
- ΔT = Diferencia entre la temperatura media en el interior del túnel y la temperatura en la entrada más baja (K).
- Δz = Diferencia de altura entre la entradas al túnel o entre la boca del túnel y la salida del pozo de ventilación (m).

El gradiente de presiones se dirige hacia donde el aire tenga mayor temperatura, bien sea el interior o el exterior del túnel. Cuando las temperaturas son iguales, se dan condiciones inestables. Esto es lo que suele ocurrir al final del invierno y del verano.

Los túneles a proyectar presentaran chimeneas de ventilación a 500 metros de cada emboquille y una en la parte central del túnel en el caso Norte-Sur y únicamente dos chimeneas de ventilación a 500 metros década emboquille en el caso Sur-Norte, presentado como desnivel más desfavorable 60 metros.

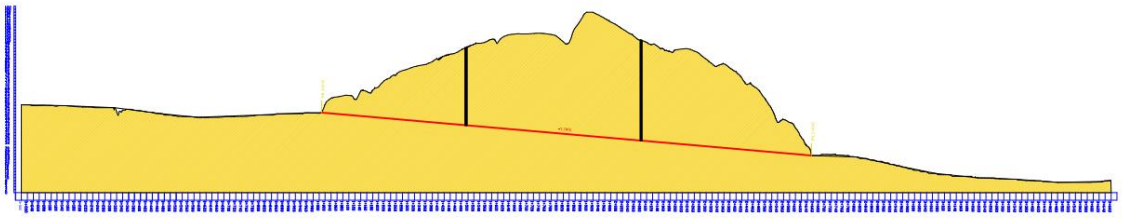


Ilustración 7 Esquema ventilación pozos Sur Norte

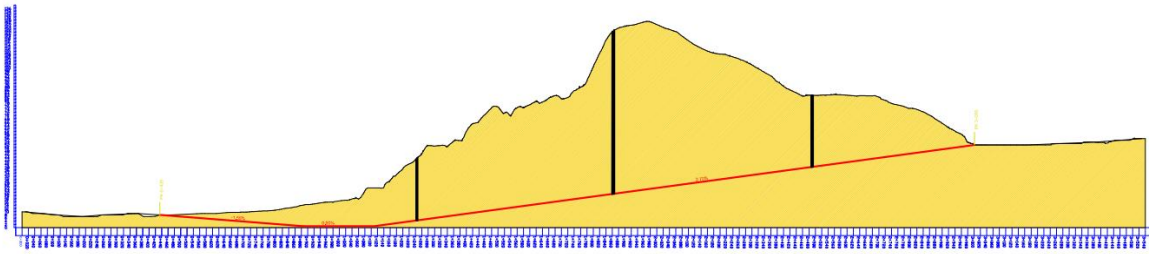


Ilustración 8 Esquema ventilación pozos Norte Sur

Se procede al cálculo de diferencia de presión entre las entradas al túnel consideradas, tomando se el valor más desfavorable para ambos túneles.

$$\Delta p_c = 12{,}01 \times \frac{12}{293} \times 60$$

$$\Delta p_c = 29{,}5\ Pa$$

1.3.4. Efecto pistón de los vehículos

La fuerza que los vehículos ejercen en el aire del túnel (resistencia aerodinámica) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_p = \frac{\rho}{2} \times \frac{i_F \times A_v}{(1 - \frac{A_v}{S})} \times |N' \times (Vt - V)^2|$$

Siendo:

- Fp = Fuerza de efecto pistón (N).
- ρ = Densidad del aire (1,23 kg / m3).
- S = Sección recta del túnel (m2).
- Av = Sección recta de los vehículos:
  - Turismos: Av = 2 m2
  - Camiones y autobuses: Av = 6 m2
- if = Factor de forma para determinar la superficie resistente efectiva:
  - Turismos: if = 0,5
  - Camiones y autobuses: if = 1,0-1,7
- N^+ , N^- Número de vehículos que, en un momento dado, el que se considere para realizar el diseño de la ventilación, se desplazan dentro del túnel a la velocidad de diseño, en la dirección (+), o en contra (-) de la dirección del flujo de aire.
- Vt = Velocidad del tráfico (m/s).
- v = Velocidad del aire (m/s).

Deben calcularse por separado los efectos pistón de los vehículos ligeros (F_{pl}) y pesados (F_{pp}), cuya suma dará el efecto pistón total FP:

$$Fp = FPl + Fpp$$

Dividiendo el valor del efecto pistón total por la superficie de la sección recta del túnel se tendrá el valor de la presión que ejercen los vehículos sobre el aire del túnel:

$$P_v = F_p / S$$

Siendo:

- Pv = Presión de efecto pistón de los vehículos (Pa).
- Fp = Fuerza de efecto pistón de los vehículos (N).
- S = Sección recta del túnel (m2).

Se procede al cálculo del efecto pistón producido por los turismos. Debido a que la sección y el flujo de vehículos es el mismo en ambos túneles los cálculos valdrán para los dos túneles.

$$F_p = \frac{1{,}23}{2} \times \frac{1{,}4 \times 6}{(1 - \frac{6}{130})} \times |3 \times (25 - 10)^2|$$

$$\boxed{F_p = 2.725\ N}$$

Análogamente se calcula con camiones y autobuses.

$$F_p = \frac{1{,}23}{2} \times \frac{0{,}5 \times 2}{(1 - \frac{2}{130})} \times |20 \times (25 - 10)^2|$$

$$F_p = 3.680\ N$$

Efecto pistón total

$$F_{p\,Total} = 6.405\ N$$

Presión de efecto pistón de los vehículos

$$P_V = \frac{F_p}{S}$$

$$P_V = \frac{6405}{130} = 49{,}27\ Pa$$

Los ventiladores que se dispongan para la ventilación del túnel deberán suministrar al caudal de aire que les atravesará un incremento de carga (ΔH) igual a la suma, con sus signos correspondientes, de las pérdidas de carga, la fuerza aeromotriz de la ventilación natural y el efecto pistón de los vehículos.

$$\Delta H = \Delta X_t + \Delta P_c + P_v$$

Siendo:

- ΔH = Sobrepresión producida por los ventiladores (Pa).
- ΔX_T = Pérdida de carga en el circuito de ventilación (Pa).
- Δp_c = Fuerza aeromotriz de la ventilación natural (N/m2).
- Pv = Presión de efecto pistón de los vehículos (Pa).

Aplacándose la formula se obtiene la sobrepresión de los ventiladores.

Túnel Sur Norte

$$\Delta H = 43{,}62\ KPa + 25{,}5 \times 10^{-3} KPa + 49{,}27\ \times 10^{-3}\ KPa$$

$$\Delta H = 43{,}63\ KPa$$

Túnel Norte Sur

$$\Delta H = 65{,}46\ KPa + 25{,}5 \times 10^{-3} KPa + 49{,}27\ \times 10^{-3}\ KPa$$

$$\Delta H = 65{,}47\ KPa$$

Los ventiladores que debe usarse serán aquellos cuya curva característica corte a la del túnel en el punto más cercano posible a los valores de caudal y pérdida de carga calculados, si bien siempre por exceso. En el punto de funcionamiento, la potencia que el ventilador tomará de la red eléctrica está dada por la siguiente expresión:

$$W = \frac{Q \times \Delta H}{\eta}$$

Siendo:

- W = Potencia que el ventilador toma de la red (W).
- Q = Caudal que suministra el ventilador (m3/s).
- η = Rendimiento del ventilador, en las curvas características de los ventiladores se indican los rendimientos de éstos para los distintos puntos de funcionamiento.
- ΔH = Depresión producida por el ventilador (Pa).

Para el cálculo de la potencia se calculara la potencia unitaria de cada ventilador conociéndose el caudal y sobrepresión de cada ventilador.

Se colocaran ventiladores axiales cada 80 metros siendo necesarios 26 en el túnel Norte Sur y 20 en el túnel Sur Norte.

Tramo Sur Norte

- Caudal Q = 75,5 m^3/s
- Sobrepresión ΔH = 2180 Pa

$$W = \frac{75{,}5 \times 2180}{0{,}8}$$

$$W = 205{,}75\ KW$$

Tramo Norte Sur

- Caudal Q = 71 m^3/s
- Sobrepresión ΔH = 2520 Pa

$$W = \frac{71\ \times 2520}{0{,}8}$$

$$W = 223{,}65\ KW$$

1.4. Detectores de condiciones ambientales

Durante la explotación de un túnel, el funcionamiento de la ventilación debe estar ligado a las condiciones ambientales existentes en cada momento en su interior.

Para conocer cuáles son estas condiciones, se instalan una serie de sistemas de detección que poseen diferentes sensores para captar los valores que toman ciertos parámetros indicativos de la calidad del aire del interior del túnel, principalmente de su respirabilidad (detectores de concentraciones de gases) y de su visibilidad (detectores de opacidad). Además se suelen instalar otros sistemas de detección adicionales que permiten mejorar el rendimiento de la instalación de ventilación (medidores de la dirección y velocidad del aire, aforos de circulación), y también advertir la posible ocurrencia de incidentes que puedan poner en peligro la seguridad de los usuarios y de las instalaciones del túnel (detectores de incendio).

Todos estos sistemas de detección deben funcionar de forma continua y estar conectados a un centro de control, de manera que se puedan tomar en tiempo real las decisiones de explotación

correspondientes, ya sea accionando la ventilación o, cuando se alcancen o superen ciertos niveles de alarma, cerrando incluso la circulación por el túnel.

1.4.1. Detección y control

Las características de la atmósfera de un túnel, tanto durante su construcción como durante su explotación, deben someterse a un seguimiento y control para así verificar la validez de las instalaciones de ventilación y poder acometer las medidas correctoras y preventivas oportunas que permitan asegurar las condiciones apropiadas para los usuarios y el personal de trabajo.

Con este propósito se utilizan aparatos detectores de concentración de gases, medidores de opacidad, de velocidad de corriente, etc.

1.4.1.1. Detectores de monóxido de carbono

Para el control de la concentración de CO en el medio ambiente existen tres tipos de sistemas de captación basados en los siguientes fenómenos:

- Absorción de la radiación infrarrojo
- Combustión catalítica
- Oxidación electroquímica.

Los detectores más comúnmente utilizados en túneles se basan en el tercer fenómeno de los indicados. Constan de los siguientes elementos:

- Filtros de toma de aire del túnel que evitan la entrada de polvo y suciedad
- Tubos de toma de aire. Las entradas de aire son varias, con lo que se analiza la concentración media en una determinada longitud del túnel
- Sensor de oxidación electroquímica para monóxido de carbono con regulador divisor de flujo y amplificador previo
- Equipo de aspiración del aire a analizar compuesto por bomba de vacío rotativa con accionamiento por motor monofásico de 220 V
- Microordenador de control y transmisión de dato

Los detectores se colocan a lo largo del túnel, con una separación aproximada de 170 m, en nichos o locales con su cerramiento correspondiente previstos al efecto en las paredes del túnel.

También existen aparatos portátiles para la medición de la concentración del monóxido de carbono en el medio ambiente, de pequeñas dimensiones, y alimentados por batería eléctrica.

1.4.1.2. Medidores de opacidad

Dentro de los sistemas de medición de la opacidad del aire en un túnel, pueden diferenciarse:

- Sistemas de medición directa
- Sistemas de medición por difusión
- Sistemas de medición por difusión compensados por puente de Wheatstone óptico.

Sistemas de medición directa

En la medición directa, mediante luminancímetros, es necesario que un haz de luz de unos 100 m de longitud atraviese el aire para poder asegurar una medición correcta, lo que implica el montaje del medidor y reflector a poca distancia de la bóveda del túnel, con los inconvenientes que resultan de ello para un enfoque de precisión, el mantenimiento y revisión de los aparatos (cierre de un carril al tráfico, etc.) lo que hace que este sistema se encuentre en desuso.

Estos aparatos suelen funcionar de forma conjunta con la iluminación del túnel, con el fin de que las condiciones de visibilidad en el interior sean en todo momento las adecuadas.

Sistemas de medición por difusión

Este tipo de aparatos aprovecha la difusión de luz que provocan las partículas contenidas en el aire. La gran ventaja que presenta este sistema es lo reducido de las dimensiones de los aparatos que lo utilizan, que pueden por tanto ser alojados en la propia pared del túnel, siendo así posible un mantenimiento sencillo de los equipos.

La desventaja que presentan los equipos basados en este sistema de medición estriba en la poca estabilidad de la precisión de la medida, por envejecimiento de los elementos integrantes del sistema (foco luminoso, fotocélula, etc.), y por ensuciamiento de la óptica.

Sistemas de medición por difusión compensados por puente de Wheatstone óptico

Sistema fundamentalmente similar al anterior pero con elementos de compensación de las posibles variaciones de tensión y señal, de envejecimiento de los elementos (fuente luminosa, fotosensor, etc.), eliminándose también los efectos de ensuciamiento de la óptica obteniéndose una estabilidad tal, que los reajustes deberán realizarse con intervalos de unos tres meses.

Los opacímetros se instalarán a lo largo del túnel con un distanciamiento de unos 500 m. En las cercanías de la boca del túnel por la que se expulsa el aire viciado el seguimiento de los niveles de opacidad deberá ser más exhaustivo puesto que es en esa zona donde se registrarán los niveles más altos.

1.4.2. Dirección y velocidad del viento

Con estos detectores se mide la velocidad del viento en el exterior del túnel cercano a sus emboquilles. Existen dos tipos principales de detectores que se utilizan en combinación:

- Anemómetros de cazoleta

Miden la velocidad del viento, pero no su dirección. Se deben colocar en puntos en que no incida el aire que pueda ser expulsado por la boca del túnel.

- Catavientos

Es un aparato que indica si la dirección del viento es o no coincidente con lo que pudiera afectar a la ventilación del túnel.

Para la medición de velocidades de aire en el interior del túnel y conductos de ventilación se utilizan anemómetros de rueda alada. Estos aparatos tienen un margen de velocidades de medida de

0 a 20 m/s, con un rango de temperaturas de funcionamiento que va de –30º C a 80º C. El aparato es una pequeña y ligera turbina cuyos álabes giran al paso del aire y generan una corriente eléctrica continua de intensidad proporcional a la velocidad del aire.

Los aparatos para medir la dirección y velocidad del aire en el túnel (generalmente anemómetros o catavientos, si solamente se pretende medir la dirección) pueden estar situados en el exterior del túnel, en las cercanías de las bocas o en el interior de éste, y tienen una doble función:

- Conocer la dirección y velocidad de las corrientes naturales de viento, con el fin de impedir que la ventilación funcione en sentido contrario a éstas.
- Verificar en todo momento que la velocidad del aire en el interior del túnel se mantiene dentro de los umbrales preestablecidos por razones de seguridad (normalmente de 5 a 15 m/s).

1.4.3. Control del sistema

Los distintos detectores colocados en un túnel en fase de operación enviarán sus señales a un centro de control situado en el mismo túnel. A este centro de control llegará también información relativa al funcionamiento de los ventiladores, como consumo eléctrico, incremento de carga y caudal suministrado.

Si la instalación de control está informatizada se podrán controlar los distintos parámetros con un ordenador que varíe el régimen de funcionamiento de los ventiladores en función de las necesidades registradas. La conexión de este ordenador con un punto remoto de control permite que el túnel deba ser únicamente visitado periódicamente.

2. Iluminación y equipos auxiliares

2.1. Factores de influencia y zonas de iluminación

Aunque los túneles constituyen solamente unos tramos especiales de las carreteras, los problemas relacionados con su iluminación exceden notablemente los del alumbrado de vías públicas en general. Así, en primer lugar, mientras estas vías sólo precisan iluminación nocturna, los túneles necesitan también alumbrado diurno, siendo precisamente durante el día cuando se requieren niveles mayores de iluminación, al menos en una cierta longitud desde las bocas de entrada, pues los ojos de los conductores deben adaptarse rápidamente desde las altas luminancias exteriores a las condiciones de casi oscuridad del interior. Por otro lado, el hecho de tener que estar encendida la iluminación permanentemente, con un refuerzo notable durante el día, provoca que los costes de suministro de energía tengan una gran importancia en relación con el coste total del túnel mismo, pudiendo llegar a ser la solución técnicamente correcta una opción antieconómica, especialmente en el caso de túneles cortos y con poco tráfico.

Por ello, la primera cuestión que se plantea es decidir si es necesario o no instalar alumbrado artificial en un túnel. Los factores más importantes que deben ser considerados para tomar esta decisión son la longitud del túnel, la separación de sentidos de circulación (si el túnel es bidireccional requiere mejor iluminación que si es unidireccional), el volumen de tráfico y el emplazamiento del túnel (en los túneles urbanos la iluminación es casi obligatoria).

La Dirección General de Carreteras ha publicado dentro de la serie normativa Instrucciones de Construcción unas Recomendaciones para la iluminación de Carreteras y Túneles.

Hasta este momento, la única recomendación en la iluminación de túneles en el país la constituía una nota de servicio que limitaba, por razones de índole energética, el nivel máximo de

iluminación en la zona de entrada del túnel a 1.500 lux y en la zona interior a 50 lux. La forma de diseñar los sistemas de alumbrado en los túneles se dejaban, con las restricciones de niveles antes mencionadas, a la decisión del técnico responsable, sin ninguna guía completa al respecto.

La Instrucción IOS-98 establece que en túneles unidireccionales , si el tráfico es bajo, no es necesario el alumbrado, y si el tráfico es alto, se debe iluminar cuando el túnel supere los 100 m de longitud. En túneles bidireccionales, se necesita el alumbrado a partir de 1000 m de longitud para tráfico bajo y a partir de 50 m para tráfico alto.

Por su parte, en las 'Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles', aparecen unos diagramas, aplicados principalmente a túneles cortos, para ayudar a decidir si se debe o no se debe instalar alumbrado artificial en un túnel, basándose en los factores antes mencionados y, además, como factor principal, en la visibilidad de la salida del túnel antes de entrar en su interior. Como resumen de estos diagramas, se puede decir que si el túnel es más corto de 25 m, no es necesario iluminar. Desde esa longitud hasta unos 75 a 150 m (dependiendo si se trata de un túnel unidireccional o bidireccional y de dónde esté situado), si la salida es visible desde la entrada, tampoco será necesario iluminar. En caso contrario, habrá que proporcionar algún alumbrado diurno, que deberá ser más potente cuanto mayor sea el tráfico y la velocidad. Para longitudes mayores de 150 m aproximadamente siempre será preciso instalar algún tipo de alumbrado diurno, cualquiera que sea el tráfico.

Como se puede comprobar, existe una cierta disparidad de criterios entre ambos documentos en relación con la necesidad de iluminar un túnel, especialmente para los túneles con tráfico reducido.

Partiendo del entorno normativo internacional, se han redactado las Recomendaciones con la participación de la Asociación Española de la Carretera, colaborando el Comité Español de Iluminación (CEI), la Asociación Nacional de Fabricantes de Luminarias, Lámparas y Equipos asociados (ANFAL UM) y la Asociación Española de Fabricantes de Báculos y Columnas de Alumbrado (ASAFACOL).

2.1.1. Problemática visual en los túneles

Una vez que se ha decidido iluminar un túnel, la segunda cuestión que surge es cómo y cuánto hay que iluminar. En general, la iluminación de un túnel se dimensiona para que a lo largo de toda la longitud del túnel el conductor, circulando a la máxima velocidad permitida, disponga en todo momento de la distancia de visibilidad de parada (distancia de seguridad (DS)) que le permita detenerse ante la presencia de cualquier obstáculo, cuya presencia podrá ser detectada si el contraste de luminancias entre el objeto y su fondo (la calzada) sobrepasa un umbral mínimo (contraste umbral), pues el conductor debe poder distinguir los obstáculos dentro del túnel cuando pasa de las condiciones de alta luminosidad exterior durante el día a las de débil luminosidad en el interior.

Cuando la variación de la luminancia (intensidad luminosa por unidad de superficie, reflejada en la dirección del ojo del observador) es muy grande, se pone en marcha el mencionado mecanismo de adaptación, que permite al ojo humano mantener la percepción, pero con el inconveniente de que debe transcurrir un tiempo apreciable para que ésta tenga lugar (tiempo de adaptación), lo que tiene como primer efecto el que se produce una ceguera momentánea hasta que se pueden percibir los objetos. El tiempo de adaptación que transcurre desde que el conductor entra en el túnel determina el salto de luminancia que es capaz de admitir su visión para que pueda seguir percibiendo los objetos, y por tanto, la iluminación que se debe proporcionar en cada zona del túnel.

Como consecuencia de lo anterior, se establecen diferentes zonas de iluminación en un túnel suficientemente largo:

- Zona de acceso o aproximación, situada antes de la entrada del túnel, desde una distancia igual a la de frenado hasta la boca.
- Zona umbral, que constituye el primer tramo interior del túnel, donde más altos deben ser los valores luminosos a proporcionar por el alumbrado.
- Zona de transición, situada entre el umbral y la zona interior o central, donde las luminancias son las menores de todo el alumbrado interior.
- Zona de salida, que es la parte final interna del túnel, donde comienza a adaptarse la visión del conductor a las luminancias exteriores.

Como se ha indicado, el problema visual fundamental en un túnel es la adaptación del ojo del conductor desde los elevados niveles de iluminación en la zona exterior, a los bajos o nulos en la zona de entrada del túnel.

Es evidente que cuanto mayor es la velocidad del vehículo, mayor resulta la distancia desde la boca del túnel hacia el interior en la que el conductor tiene que ver.

Para complicar el proceso de adaptación de los usuarios, el nivel en la zona exterior del túnel es elevado, hasta 100.000 lux, y sus ojos están adaptados a este altísimo nivel.

En la Figura, se puede observar una sección longitudinal de un túnel largo, con una representación de las distintas zonas. La nomenclatura de los niveles de luminancia de las distintas zonas es la siguiente:

- L_{20} Luminancia de la zona de acceso
- L_{th} Luminancia de la zona de umbral
- L_{tr} Luminancia en la zona de transición
- L_n Luminancia en la zona interior
- L_{ex} Luminancia en la zona de salida

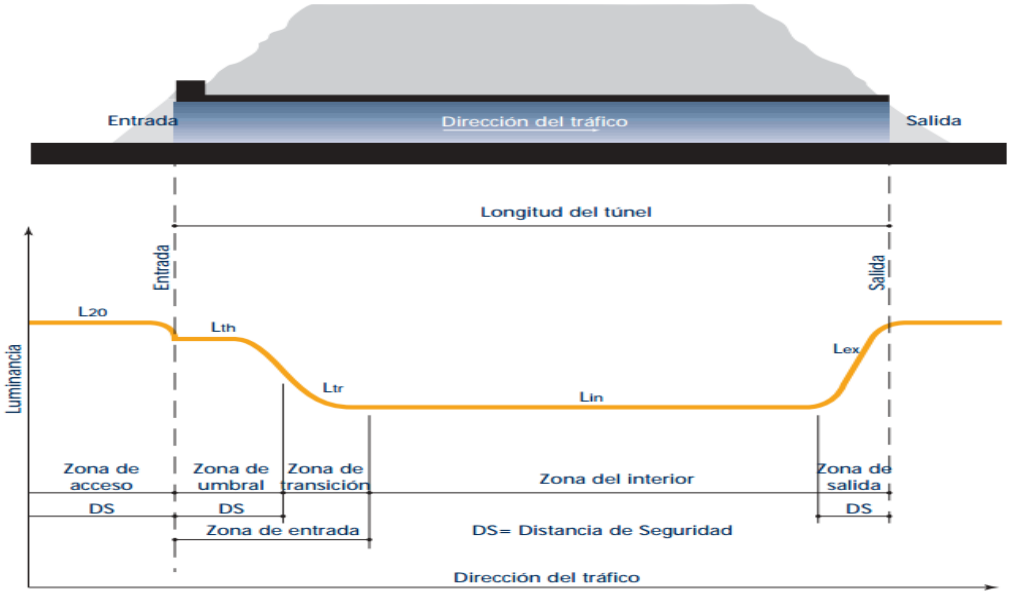


Ilustración 7 Sección longitudinal de un túnel largo

2.1.2. Sistemas de alumbrado

Existen actualmente dos sistemas diferentes de iluminación artificial de túneles: el simétrico, que es el normalmente utilizado, y el asimétrico (también llamado a contraluz), en el que las luminarias tienen una distribución asimétrica de la intensidad luminosa en el plano perpendicular al eje del túnel, que está dirigida en sentido contrario al sentido de la circulación. Estos sistemas asimétricos proporcionan contrastes negativos (los objetos oscuros se destacan sobre el fondo claro) relativamente altos para la mayoría de los objetos, con un rendimiento del alumbrado mayor que en la distribución simétrica usual, con las consiguientes ventajas económicas.

Sin embargo, los sistemas asimétricos no son muy utilizados, ya que presentan algunos inconvenientes, como que la sensación de comodidad visual en la conducción es reducida, pueden provocar un cierto deslumbramiento, no son muy apropiados cuando las entradas del túnel permiten gran entrada de la luz natural, su efectividad es menor con altas intensidades de circulación y altos porcentajes de vehículos y, además, se anulan sus ventajas para túneles bidireccionales. Por ello sólo es aconsejable adoptar iluminación en la zona de entrada de túneles con altos límites de velocidad de circulación.

Por último, refiriéndonos a los equipos de alumbrado del túnel, se resalta que las luminarias donde se alojan las lámparas deben ser herméticas (grado IP>55), capaces de resistir un chorro de agua a presión (utilizando para su limpieza), y deben estar fabricadas de materiales que soporten las adversas condiciones del interior del túnel (suciedad, gases de escape, materiales de limpieza), por lo que deben ser resistentes a la corrosión.

Son siempre sistemas cenitales.

Hay sistemas simétricos cenitales y en los hastiales.

2.1.3. Distancia de seguridad (DS)

Distancia necesaria para que un conductor de un vehículo que circula a una velocidad determinada, pueda detenerse antes de alcanzar un obstáculo en la calzada desde que lo advierte.

$$D_p = \frac{Vt_p}{3{,}6} + \frac{V^2}{254 \times (f_i + i)}$$

Siendo:

- D_p = Distancia de parada
- V = Velocidad
- f_i = Coeficiente de rozamiento rueda pavimento
- i = Inclinación rasante
- t_p = tiempo de percepción y reacción, normalmente 2s

Tabla 12 Coeficiente de rozamiento rueda pavimento

V (Km/h)	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*	*90*	*100*	*110*	*120*
f_i	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0320	0,306	0,291

Túnel Sur Norte

- Pendiente i = 2% (descendente)

$$D_p = \frac{90 \times 2}{3{,}6} + \frac{90^2}{254 \times (0{,}334 - 2)}$$

$$D_p = 50 - 19.14 = 30.86\ metros$$

Túnel Norte-Sur

- Pendiente i = 2% (ascendente), mayoría del túnel.

$$D_p = \frac{90 \times 2}{3{,}6} + \frac{90^2}{254 \times (0{,}334 + 2)}$$

$$D_p = 50 + 13.66 = 63.66\ metros$$

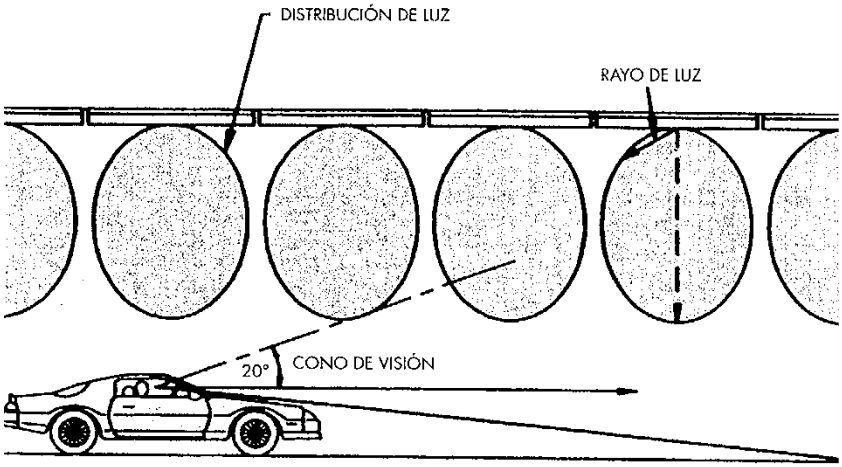


Ilustración 9 Sistema simétrico de iluminación

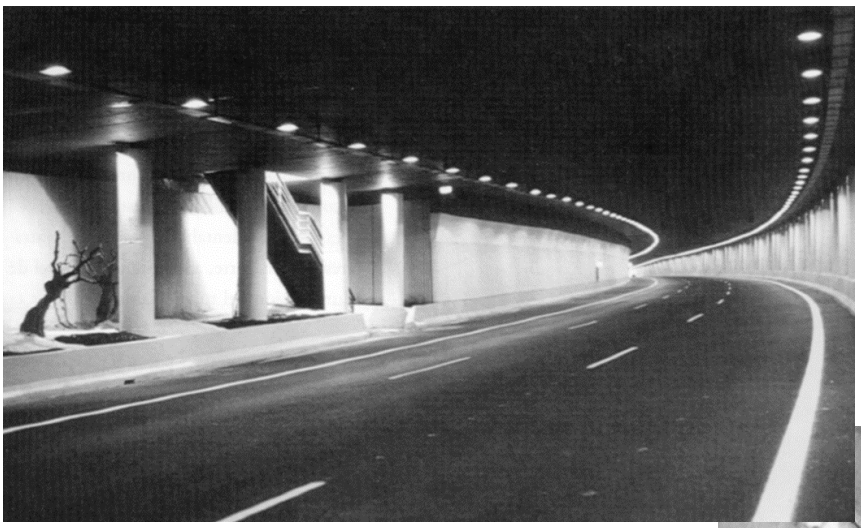


Ilustración 10 Sistema de iluminación simétrico cenital

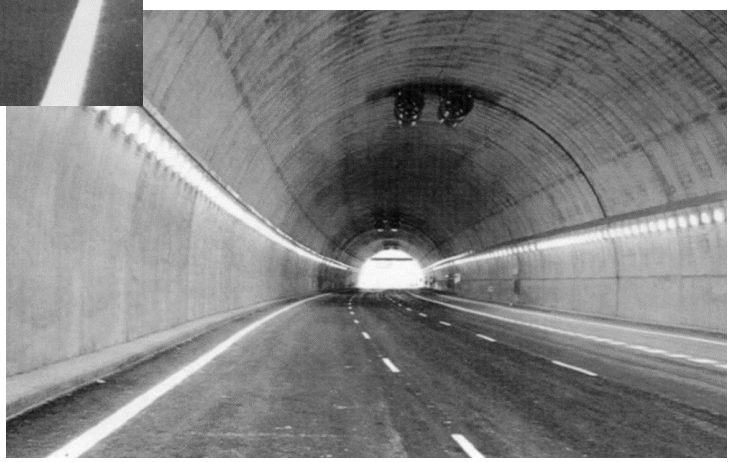


Ilustración 11 Sistema de iluminación simétrico en los hastiales

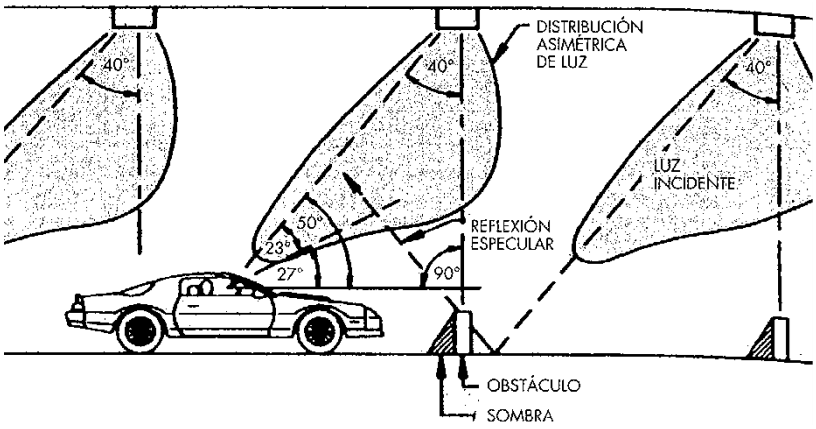


Ilustración 12 Sistema de iluminación A contraflujo

2.1.4. Clase de alumbrado del túnel

La Recomendación categoriza los túneles en clases: desde la clase 1 a la clase 7. Esta clasificación depende de los siguientes Factores de Ponderación:

Intensidad de tráfico

Existe una relación entre intensidad de tráfico y accidentalidad. En esta relación el riesgo de accidentalidad puede ser contrarrestado en parte, aumentando el nivel de iluminación del túnel.

Tabla 13 Factores de ponderación en función de la intensidad de tráfico

Intensidad de Tráfico (Vehículos/hora por carril)		*Factores de Ponderación*
Unidireccional	Bidireccional	
< 60	< 30	0
60-100	30-60	1
100-180	60-100	2
180-350	100-180	3
350-650	180-350	4
650-1200	650-1200	5
>1200	650-1200	6
	>1200	7

Composición del tráfico

El diseño del sistema de iluminación debe tener en cuenta la composición del tráfico: porcentaje de camiones, motocicletas/ciclistas, etc.

Tabla 14 Factores de ponderación en función de la composición del tráfico

Comportamiento del trafico	*Factor de ponderación*
Motorizado	0
Motorizado porcentaje de camiones >15%	1
Mixto	2

Guiado visual

Un buen guiado visual es especialmente importante. Se puede conseguir con un balizamiento, dispositivos retrorreflectantes, etc.

Tabla 15 Factores de ponderación en función del guiado visual

Guiado visual	*Factor de ponderación*
Bueno	0
Pobre	2

Comodidad en la conducción

Se entiende como tal la facilidad y mínimo esfuerzo que deben realizar los usuarios en la conducción de vehículos, debido a la completa información recibida y a la carencia de complejidad en el campo visual.

Tabla 16 Factores de ponderación en función de la comodidad en la conducción

Comodidad en conducción requerida	*Factor de ponderación*
Baja	0
Media	2
Elevada	4

Con estos factores de ponderación se puede definir la clase de alumbrado del túnel de acuerdo con la siguiente tabla

Tabla 17 Clases de alumbrado para túneles largos

Suma de factores de Ponderación	*Clase de Túnel*
0-3	1
4-5	2
6-7	3
8-9	4
10-11	5
12-13	6
14-15	7

Una vez definidos el Sistema de Alumbrado, la Distancia de Seguridad y la Clase de Alumbrado del túnel, podemos, a través de la siguiente tabla, obtener el valor k recomendado, que es la relación que tiene que haber entre la luminancia de la zona de umbral y la de la zona de acceso, para que la entrada del conductor en el túnel sea segura desde el punto de vista visual.

Tabla 18 Valores de k · 10 -3 para la zona umbral

Sistema de Alumbrado	*Contraflujo*	*Simétrico*
	Distancia de seguridad	Distancia de seguridad

Clase de alumbrado	60 m	100 m	160 m	60 m	100 m	160 m
1	10	15	30	15	20	35
2	15	20	40	20	25	40
3	20	25	45	25	35	45
4	25	30	50	30	40	50
5	30	35	55	35	50	65
6	35	40	60	40	55	80
7	40	45	70	45	60	100

Se toman el valor de 25 para los túneles Norte-Sur y Sur-Norte.

La luminancia media de las paredes hasta 2 metros de altura, debe ser similar a la media de la calzada.

2.1.5. Luminancia en la zona de acceso

Es la zona a cielo abierto situada inmediatamente anterior a la entrada del túnel. La longitud de la zona de acceso es igual a la Distancia de Seguridad (DS).

La luminancia de la zona de acceso L_{20} es la media contenida en un campo de visión cónico con el vértice en el ojo del conductor, situado a una distancia del túnel igual a DS, y orientado el cono de 20º a un punto situado a una altura de 1/4 de la boca del túnel.

La determinación de este valor es trascendental para el diseño del túnel. La luminancia en la zona de umbral, a través de una serie de factores, está en relación con este valor a través de un parámetro k ($L_{th} = k\ L_{20}$) que se analizara más tarde.

Se necesita evaluar cuál es el valor L_{20} máximo que se da con una frecuencia suficiente a lo largo del año. Este valor es dependiente tanto de las condiciones estacionales como de las meteorológicas.

En la Recomendación se describen dos métodos de evaluación de este valor. Se trata de evaluar dentro del cono de visión de 20º, qué porcentaje de cielo, carretera y alrededores hay, para ponderar las distintas luminancias que se les suponen y así llegar a una luminancia media del cono de visión.

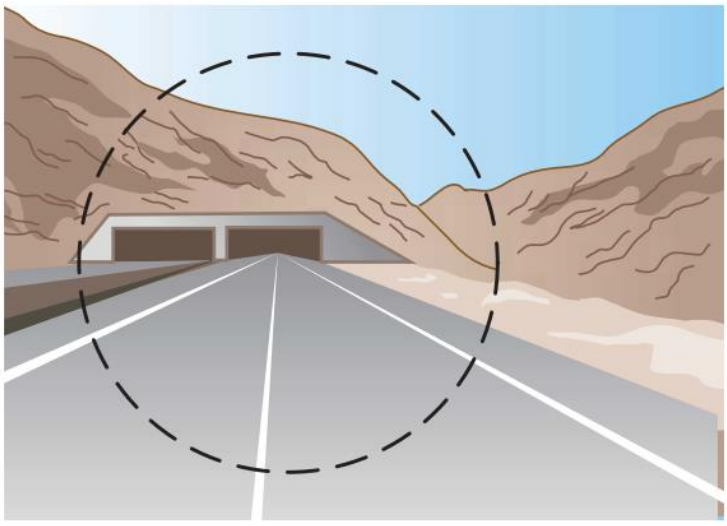


Ilustración 13 Visión en el cono de 20º

Tabla 19 Valores de luminancia de cielo, carretera y alrededores (Kcd/m2)

Dirección de la construcción	*Cielo Lc*	*Carretera Lr*	*Le (alrededores)*			
			Rocas	Edificios	Nieve	Praderas
N	8	3	3	8	15(V) 15(H)	2
E-W	12	4	2	6	10(V) 15(H)	2
S	16	5	1	4	5(V) 15(H)	2

Calculo de L_{20}

Se realiza el cálculo según el método de la CIE- 88/2004.

- Lc: Luminancia del Cielo kcd/m²
- Lr: Luminancia de Carretera kcd/m²
- Le: Luminancia del Entorno kcd/m²
- Lth: Luminancia de la Zona Umbral.
- γ :% de Cielo en el campo de 20º= 0%
- ρ :% de Carretera en el campo de 20º= 40,41%
- ε :% de entorno en el campo de 20º= 55,95%
- τ : % de entrada de túnel en el campo de 20º=3,64%

$$L_{20} = \frac{(\gamma \times L_c + \rho \times L_r + \epsilon \times L_e)}{1 - (k \times \tau)}$$

Túnel Sur Norte

$$L_{20} = 256{,}46 \text{ cd/m}^2$$
$$L_{th} = 6{,}4115 \text{ cd/m}^2$$

Túnel Sur Norte

$$L_{20} = 345{,}87 \text{ cd/m}^2$$
$$L_{th} = 8{,}64 \text{ cd/m}^2$$

2.1.6. Luminancia en la zona de umbral

La zona de umbral es la zona ubicada inmediatamente después de la entrada del túnel. El nivel requerido al comienzo de esta zona es proporcional a L_{20} a través de un factor k.

El factor k de relación entre el nivel en la zona exterior (L_{20}) y el nivel en la zona de umbral (L_{th}) depende de:

- Sistema de Alumbrado adoptado: Simétrico o A Contraflujo
- Distancia de Seguridad. DS
- Clase de Alumbrado

De acuerdo con las Recomendaciones de la DGC, la luminancia en el punto medio de la zona umbral (L_{th}), para el alumbrado de clase superior, deberá ser entre el 5% (para velocidad de diseño de 60 km/h) y el 10% (para una velocidad de aproximación de 100 km/h) de la luminancia de adaptación, para alumbrado simétrico.

2.1.7. Luminancia en la zona de transición

Esta es la zona que sigue a la de umbral y termina en la interior.

El problema básico consiste en definir qué niveles de iluminación que se deben de proporcionar al conductor a lo largo de esta zona, de forma tal que se vaya adaptando su visión de una manera segura a niveles cada vez más reducidos.

La recomendación incluye una curva mostrada a continuación que indica el valor mínimo de luminancia que debe haber en relación al nivel de la zona de umbral (100% L según la curva), a una distancia dada desde la boca del túnel. La recomendación establece una serie de pautas para no hacer los saltos entre los distintos niveles muy bruscos.

A partir de los valores antes expuestos para la luminancia del pavimento en el punto medio de la zona umbral, se establece una ley de decrecimiento de las luminancias a lo largo del túnel que se trata de ajustar a las curvas de adaptación visual fisiológica, y que viene dada por:

$$L_{tr} = L_{th} \times (1{,}9 + t)^{-1{,}428}$$

t: tiempo en segundos (2 seg)

Túnel Sur Norte

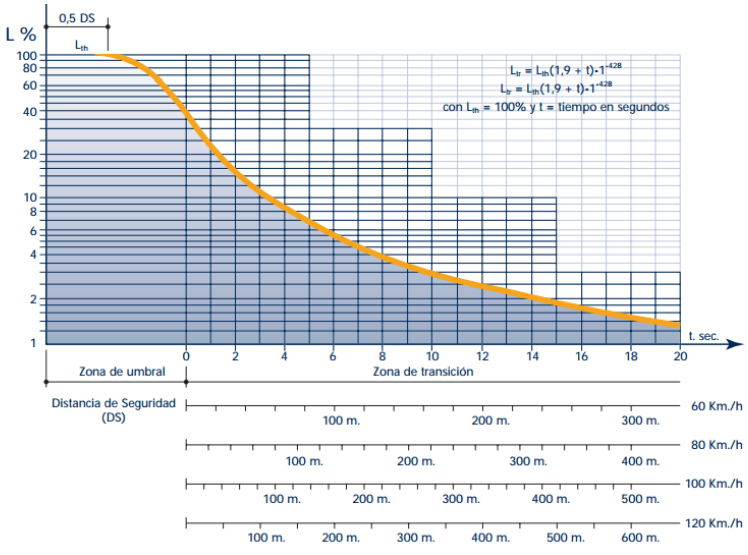
$$L_{tr} = 0{,}918 \text{cd/m}^2$$

Túnel Sur Norte

$$L_{tr} = 1{,}237 \text{ cd/m}^2$$

Normalmente, al final de la zona umbral, la luminancia en el pavimento es del 40% de la que existía al comienzo de ésta, y a partir de aquí, ya en la zona de transición, se va reduciendo el nivel de luminosidad (L_{tr}) en 2 ó 3 escalones hasta llegar al nivel de la zona central o interior. La reducción de luminancia entre cada dos escalones consecutivos no debe ser superior a 3:1. La longitud de cada escalón es aproximadamente la distancia de parada del vehículo. El final de la zona de transición se alcanza cuando la luminancia es 3 veces la de la zona interior.

La luminancia de la superficie de la calzada y paredes (hasta una altura de 2 m) de la zona central o interior tiene el valor mínimo dentro del túnel, y su nivel permanece constante a lo largo de toda la zona, ya que se supone que el conductor ha tenido tiempo de adaptarse a estas bajas luminosidades. Este nivel mínimo debe permitir el guiado de los vehículos sin ambigüedades. Los valores prescritos para la luminancia del pavimento en esta zona (L_{int}), en función de la distancia de frenado, oscilan entre 0,5 cd/m^2 (para el alumbrado de clase inferior y v = 60 km/h) y 10 cd/m^2 (para el de clase superior y v = 100 km/h).



2.1.8. Alumbrado en la zona interior

Cuando el conductor llega a la zona interior, sus ojos se han adaptado desde los altos niveles de la zona exterior inmediata al túnel hasta los bajos niveles interiores de una forma segura.

El nivel recomendado para esta zona depende de:

- Distancia de Seguridad (DS)
- Clase de Alumbrado.

Tabla 20 Luminancias en cd/m2 en la zona interior

Clase de alumbrado	*Distancia de Seguridad*		
	60 m	100 m	160 m
1	0,5	2	3
2	1	2	4
3	2	3	5
4	2	3	6
5	2	4	6
6	3	5	8
7	3	6	10

La luminancia media de las paredes hasta 2 metros de altura debe ser similar a la de la calzada en ese tramo del túnel.

2.1.9. Alumbrado en la zona de salida

El problema que se plantea en la salida del túnel no es un problema de adaptación a los niveles exteriores; el pasar de una luminancia interior baja a una exterior elevada no plantea problemas de adaptación para el ojo.

El problema es la entrada de luz diurna por la boca de salida. Se debe reforzar la iluminación en ciertos casos, para iluminar directamente los vehículos de manera que los más pequeños resulten visibles, no apareciendo ocultos detrás de los vehículos grandes, debido al deslumbramiento de la luz diurna entrante.

2.1.10. Alumbrado nocturno

El valor mínimo para clases de alumbrado 1 y 2 es de 0,5 cd/m2 y para clase 3 a 7 es de 1 cd/m2.

Si el túnel está en una carretera iluminada se recomienda dotar de un nivel al túnel entre 1,5 y 2 veces el exterior.

Si la carretera no está iluminada, se recomienda iluminar la zona exterior inmediata a la salida del túnel en una longitud igual a 2 veces la DS o mínimo 200 m, con un nivel mínimo de 1/3 el que hay en la zona de salida del túnel.

2.1.11. Deslumbramiento

En la instalación de alumbrado se tiene que limitar el deslumbramiento producido por la fuente de luz sobre el ojo del conductor. Este deslumbramiento se materializa como una iluminación

del ojo directa desde la fuente de luz. Además esta iluminación del ojo se hace en una línea divergente respecto a la de visión del conductor. Esta iluminación del ojo, produce un velo en el ojo que perturba la visión.

Existe un concepto denominado Incremento de Umbral, que en porcentaje mide lo que habría que elevar el nivel de luminancia para contrarrestar el efecto de deslumbramiento directo producido por los aparatos de alumbrado.

Se limita a un 15% máximo este valor, excepto en la zona de salida donde no hay limitación.

2.2. Dispositivos de regulación

La programación automática del encendido o de la regulación del sistema de iluminación del túnel será, normalmente, función de la luminancia de los accesos (ligada a la salida y a la puesta del sol), y de la visibilidad en el interior del túnel.

También conviene tener la posibilidad de compaginar este tipo de regulación con una manual para accionamientos en circunstancias especiales.

La regulación del sistema de iluminación se puede controlar mediante células fotoeléctricas o luminancímetros situados en el exterior, en una o ambas zonas de acceso del túnel y orientados hacia las bocas, a una distancia igual a la de frenado (del orden de 50 a 100 m), así como en el interior del túnel, para la supervisión de los sistemas de iluminación y ventilación. Para el caso de túneles cortos con débiles luminancias interiores podría bastar con detectores más simples (relojes astronómicos).

Es recomendable que estos detectores estén temporizados para accionar el cambio de iluminación con varios minutos de retraso respecto de la variación de la iluminación exterior, evitando así cambios demasiado rápidos, frecuentes e innecesarios, debidos a circunstancias fortuitas y ocasionales (ocultamiento de la luz natural sobre el fotómetro de control por el paso de una nube, luz directa sobre éste del faro de un vehículo durante la noche, etc.).

Conviene destacar que resulta más conveniente el empleo de luminancímetros que el de células fotoeléctricas, pues reproducen más fielmente el campo de visión del conductor.

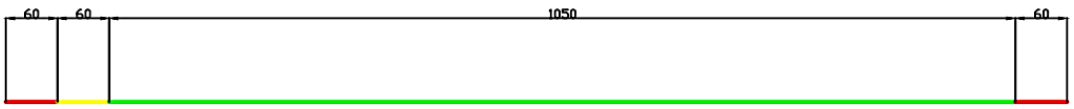
Todos estos aparatos requieren una revisión y calibración, al menos, anual.

2.3. Esquema Lumínico definitivo

Se colocaran luminarias cada 2 metros de forma asimétrica para una mayor aprovechamiento de las características lumínicas, colocados a ambos lados de la calzada anclados a la bóveda, colocándose de mayor intensidad lumínica en las zonas de emboquille, creándose una sensación progresiva de avituallamiento del ojo a la claridad existente.

Túnel Sur Norte

- 120 luminarias de 256,46 cd/m^2 ; Potencia 120 W
- 60 luminarias de 6,41 cd/m^2 ; Potencia 80 W
- 1050 luminarias de 2 cd/m^2 ; Potencia 40 W



256,46 cd/m2

6,41 cd/m2

2 cd/m2

Potencia total

$$P = 61{,}2\ KW$$

Túnel Norte Sur

345,86 cd/m2

8,64 cd/m2

2 cd/m2

- 120 luminarias de 345,86cd/m^2 ; Potencia 120 W
- 60 luminarias de 8,64 cd/m^2 ; Potencia 80 W
- 2080 luminarias de 2 cd/m^2 ; Potencia 40 W

Potencia total

$$P = 102{,}4\ KW$$

3. Alumbrado de emergencia

De forma adicional al sistema de iluminación principal, puede ser necesario prever un sistema de iluminación de emergencia para las dos situaciones siguientes:

- Fallo en el suministro de energía eléctrica, incendio
- Dado que los requisitos que debe cumplir el alumbrado de emergencia son diferentes en cada una de estas situaciones, se tratarán por separado

3.1. Alumbrado de emergencia para fallo en el suministro de energía

El propósito de este alumbrado es asegurar la continuación en el servicio de, al menos, una parte de la iluminación del túnel, con objeto de:

- Minimizar, en el momento del corte del fluid eléctrico, la reacción instintiva de los conductores de los vehículos a frenar rápidamente, pudiendo ocasionar colisiones múltiples
- Proporcionar una iluminación reducida razonablemente adecuada para el tráfico, una vez que se haya restringido provisionalmente la velocidad de los vehículos
- Ayudar a los servicios de emergencia en las labores provocadas por un accidente en el interior del túnel.

Las "Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles" de la DGC prescriben la instalación del alumbrado de emergencia a lo largo de casi todos los túneles (salvo los que no estén iluminados o en los túneles cortos en los que al menos una salida sea visible desde cualquier punto del interior), el cual debe proporcionar un nivel de luminancia, al menos, del valor máximo entre los dos siguientes

- 10% de la luminancia de la zona interior ($0{,}1 \cdot L_{in}$)
- 0,2 cd / m2

Para conseguir los niveles mencionados, en muchos túneles se recurre a asegurar que, al menos, una de cada cinco luminarias funcionen sin interrupción en todas las condiciones de servicio, para lo que se conecta la quinta parte del sistema de iluminación a un grupo electrógeno (diesel) y a un sistema de baterías, con el fin de asegurar el continuo aporte de energía a esta fracción de iluminación. El tiempo de encendido debe ser menor de 1 segundo, al menos en una parte de este alumbrado.

3.2. Alumbrado de emergencia para situaciones de incendio

La previsión de un alumbrado de emergencia para estos casos persigue, ante todo, facilitar la evacuación hacia el exterior de los usuarios lo más rápidamente posible y ayudar a los servicios de urgencia (bomberos, sanitarios, etc.) durante su presencia en el interior del túnel.

Cuando tiene lugar un incendio, en los primeros minutos, los humos producidos están estratificados hasta una distancia de 600-800 m del foco, situándose en la parte superior del túnel, por lo que no dejan pasar la luz emitida por la iluminación. Por ello, debe preverse un alumbrado adicional, formado por pilotos luminosos a muy baja tensión, situado en la pared del túnel, a una altura entre 0,50 m y 1 m del suelo, con una separación entre puntos de luz de unos 50 m, que sirva al menos de guía para la evacuación de las personas.

En las Recomendaciones de la DGC se prescribe este tipo de alumbrado para los túneles de las clases medias y superiores (clases 3, 4, 5, 6 y 7), no siendo necesaria su instalación para los túneles en los que sea visible la salida desde cualquier lugar de su interior. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) aconseja disminuir la separación antes mencionada a 10 m en rectas y de 5 m en curvas para mejorar el guiado visual.

En general, para este tipo de alumbrado es aconsejable utilizar lámparas fluorescentes o de incandescencia, que tienen un encendido instantáneo tras una caída de tensión. Éstas deberían estar situadas tanto en el túnel como en las vías de evacuación, pudiendo complementarse con señalización fotoluminiscente.

4. Comunicaciones

Para un adecuado funcionamiento de los servicios de explotación, vigilancia y control, es necesario establecer un sistema de intercomunicación hablada para el personal especializado a través de cable telefónico, con conexiones entre el centro de control y las subestaciones, puestos de

emergencia, locales técnicos, dependencias de mantenimiento (oficinas, talleres, etc.), zonas de control del gálibo.

Como complemento del anterior, es aconsejable disponer de comunicación por radio con las unidades móviles encargadas de la seguridad y del mantenimiento (pues en caso de fallo del suministro podría no funcionar el servicio de telefonía). El funcionamiento de este sistema requiere la instalación de un cable-antena (que quedaría inutilizado en caso de incendio) o varias estaciones repetidoras en el interior, que permitan el funcionamiento en caso de avería o daños en una de ellas.

En túneles largos se procede a la instalación de telefonía móvil, con estaciones repetidoras en el interior, por parte de las operadoras del mercado. Un aspecto diferente es la comunicación con los usuarios en caso de incidencias, para la que se dispone la red de postes de auxilio (postes S.O.S.).

5. Postes de emergencia

La misión principal de los postes de emergencia es permitir el aviso y comunicación de cualquier incidencia por parte de los usuarios del túnel, aunque también pueden ser usados por el personal de mantenimiento. Normalmente permiten la comunicación verbal bidireccional con el Centro de Control y, además, disponen de pulsadores de alarma, para comunicar averías mecánicas o urgencias médicas.

Los postes de emergencia (postes SOS) se instalan en el interior del túnel dentro de unas celdas o nichos de seguridad excavadas en la pared, normalmente separados entre 100 y 250 m, dependiendo de la situación del túnel y de la cantidad de tráfico que circula por su interior. También se deben ubicar en las zonas exteriores y próximos a los accesos, sobre todo si el túnel está en zonas deshabitadas. No obstante, no se deben instalar próximos a las bocas en el interior del túnel (al menos deben estar a una distancia de 200 m de éstas), debido a los problemas de adaptación de la visión de los conductores al entrar en el túnel.

Los postes de auxilio están básicamente compuestos por teléfonos "manos libres', provistos de micrófono y altavoz, y/o timbres de alarma como complemento o sustituto de los primeros. Puede ser conveniente la instalación conjunta de ambos, para ofrecer una seguridad suplementaria en el caso de avería del teléfono de emergencia correspondiente.

6. Sistemas de control del tráfico, señalización y balizamiento

6.1. Sistemas de gestión y control del tráfico

Los sistemas de gestión y control del tráfico están compuestos básicamente por los equipos de recogida de la información en la carretera (generalmente lazos de inducción y cámaras de TV), el centro de control (donde están integrados los ordenadores de procesamiento de la información y elaboración de las estrategias de regulación de la circulación) y los sistemas de información al conductor (semáforos y señalización variable).

6.1.1. Sistemas de recogida de la información en la carretera

Aforos de tráfico

Es conveniente instalar estaciones de aforo de tráfico en el entorno del túnel para que realicen una doble misión:

- Recoger datos sobre el grado de utilización de éste a lo largo del tiempo (conocimiento de las horas punta, IMD, clasificación de los vehículos, etc) con propósitos de gestión del tráfico (señalización límites aconsejables de velocidad, detección de incidentes, utilización de carriles reversibles, etc).
- Conocer la densidad del tráfico en cada momento, de forma que cuando se sobrepasen los niveles admisibles, se ponga en funcionamiento la ventilación.

Las estaciones de aforo se sitúan normalmente en ambas bocas y, dependiendo de la longitud y emplazamiento del túnel, también en el interior. Suelen estar equipadas con lazos de inducción bajo el pavimento para detectar el paso de los vehículos, aunque modernamente también existen sistemas basados en el tratamiento de imágenes por ordenador, que son captadas por cámaras de circuito cerrado de televisión.

La distancia entre los detectores depende del tráfico a controlar. En un túnel largos conviene instalarlos cada 1.000 - 1.500 m.

En caso de congestión del tráfico en cualquiera de los puntos equipados, se deberá producir una alarma, poniéndose en funcionamiento los sistemas de iluminación, ventilación y seguridad necesarios, impidiéndose incluso la entrada en el túnel mediante el accionamiento del grupo semafórico o de la señalización de mensaje variable existente en las bocas afectadas.

Circuito cerrado de televisión

El circuito cerrado de televisión (CCTV) permite a los operadores del centro de control disponer de una información fiable, ininterrumpida y precisa no sólo de las condiciones de la circulación, sino de cualquier otra incidencia (p.ej. un incendio), lo que facilita la rápida detección de cualquier incidente. Además, las cámaras son útiles para comprobar inmediatamente la eficacia de las medidas de seguridad de la circulación tomadas desde el centro de control.

En las proximidades de las entradas, se suelen disponer cámaras fijas orientadas hacia el interior del túnel completado con una cámara móvil con objetivo variable, para acercar o alejar la imagen, que permita la cobertura exterior. En el interior del túnel, la distancia entre las cámaras dependerá de si se pretende establecer una cobertura total del túnel o bien sólo la visión y vigilancia de los puntos críticos del trazado (bifurcaciones, curvas, etc.). Una interdistancia aproximada de 150 a 200 m es suficiente.

Las cámaras se sitúan en la zona alta de la sección, apartadas del campo de visión de los conductores. El tipo cámaras que se deben instalar depende de las condiciones de iluminación de cada zona del túnel y del objetivo de regulación. Las cámaras de color permiten detectar la presencia de fuego antes.

La implantación de un CCTV exige la existencia de un centro de control para su gestión. En el citado centro de mando es necesario disponer de los monitores precisos (mando con selección de cámara) y sistemas de grabación de video y reproducción. Este sistema debería poder ser manejado tanto manual como automáticamente según el programa de incidencias.

6.1.2. Sistemas de detección automática de incidentes

En los sistemas más modernos, las cámaras fijas del CCTV del sistema de control de tráfico pueden ser utilizadas para la detección automática de incidentes mediante el procesamiento por ordenador de sus imágenes.

Este procesamiento se basa en el análisis de la variación de los niveles de gris en las imágenes de las cámaras, realizando el seguimiento de los objetos móviles que se mueven sobre una línea de pixels predefinida a lo largo de la calzada.

Interpretando los cambios en los niveles de gris a lo largo de la misma, mediante algoritmos, se puede detectar la existencia de colas de vehículos, la velocidad del flujo del tráfico, la presencia de vehículos parados o circulando en sentido contrario al establecido.

Una vez detectada una alarma por el sistema, ésta es recogida por el control del CCTV, lo que permite enclavar la imagen de la incidencia sobre uno o varios de los monitores. Así, una vez visualizado el incidente por el operador, éste puede tomar las decisiones correspondientes de control de tráfico (control semiautomático) o éstas pueden ejecutarse directamente según un plan preestablecido (control automático).

Estos sistemas permiten detectar la presencia de vehículos parados en unos 10 segundos y colas en 2 segundos. Normalmente se requieren unas 15 cámaras fijas por km de túnel para llevar a cabo una detección adecuada, dependiendo ésta en gran medida de la calidad de las cámaras.

6.1.3. El centro de control

Generalmente las funciones del centro de control en un túnel exceden a las de la regulación del tráfico, ya que en él se recibe la información y se gestionan todas las instalaciones del túnel (iluminación, ventilación, seguridad, comunicación, sensores, etc.), por lo que comparte sus funciones con las de mantenimiento y gestión general. En él queda centralizada toda la información procedente de los equipos instalados y desde este centro de control se envían las órdenes oportunas a los equipos.

Las instalaciones que exigen necesariamente la existencia de un centro de control para su regulación son: la semaforización, la señalización variable, el circuito cerrado de televisión y los postes de auxilio al usuario.

Con el fin de hacer posible la supervisión del túnel es preciso manejar gran cantidad de información suministrada por los elementos y sensores de los sistemas, por lo que se suele estructurar el sistema de control en dos niveles:

- *Nivel secundario*: el mando es realizado de forma local (en las subestaciones o centros de distribución) y está constituido por un ordenador y los equipos periféricos
- *Nivel primario (centro de control):* recibe únicamente la información imprescindible y necesaria del nivel anterior para procesarla y almacenaría, pudiendo en cualquier momento gestionar el funcionamiento de cualquier elemento de las instalaciones por comunicación desde y hacia el nivel secundario. El mando se realiza de forma remota, pudiéndose efectuar tanto de forma programada (sistema informática) como de forma manual (operador) por si ocurre un fallo del anterior.

6.1.4. Sistemas de información al conductor (semáforos y señalización variable)

Las semaforización y la señalización variable se suelen utilizar en tramos de carretera donde convenga regular el tráfico en función de las condiciones de circulación, así como para transmitir a los usuarios informaciones que varían según las circunstancias. Los usos más frecuentes suelen ser los siguientes:

- Señalización de un carril reversible, indicando el sentido de circulación por éste en función de las demandas de tráfico por sentido

- Para indicar un límite de velocidad inferior al habitual durante un período de tiempo limitado
- Informar de determinadas incidencias (niebla, hielo, accidentes, averías, etc.) u otros datos de interés para los usuarios de la vía
- Prohibir la circulación por un determinado carril e incluso el cierre del túnel por accidente, congestión o con propósitos de mantenimiento (pues en estos casos siempre es preferible detener los vehículos fuera del túnel que en su interior)

Entre los tramos de carretera donde es conveniente instalar semáforos y/o señalización variable se incluyen los túneles largos, así como aquellos donde se prevean altas intensidades de paso y los que formen parte de un itinerario importante.

Este tipo de dotaciones exigen necesariamente la existencia de un centro de control desde donde se efectúe su regulación tanto automática (en circunstancias normales) como manualmente (para circunstancias accidentales no programadas).

Las señales de mensaje variable pueden ser del tipo reflectante o luminoso, de configuración libre, que pueden transmitir cualquier información, o sólo con varios mensajes predeterminados, y pueden tener partes alfanuméricas y gráficas para representar el pictograma de una señal de circulación.

Estas señales se deben instalar unos cientos de metros antes de las bocas o en el interior del túnel, pero no en las inmediaciones de la entrada, pues en esta zona la señalización ha de ser la mínima imprescindible para no desviar la atención del conductor.

6.2. Señalización fija

Otra de las dotaciones que influyen en la seguridad y capacidad de un túnel es la correcta señalización, tanto vertical como horizontal, que debe informar al usuario de todos los aspectos necesarios para una circulación segura, pero sin que la señalización sea repetitiva, sino clara, sencilla y precisa, recalcando sólo las actuaciones que interesen al conductor.

6.2.1. Señalización de los accesos

La señalización de los accesos posee funciones, características y condicionantes distintos de los que existen en la señalización del interior del túnel. Así, es aconsejable que las condiciones de la circulación en el túnel sean indicadas con suficiente anticipación a las entradas, para facilitar la transición entre el exterior y el interior del túnel. Ello requiere una señalización adicional en estas zonas. En la Norma 8.1-IC sobre 'Señalización Vertical", en su apartado 9.20 “Túneles”, se presentan distintos casos de la señalización que se debe implantar en la entrada de un túnel, en función de su longitud y de si éste es unidireccional o bidireccional.

6.2.2. Señalización interior

En el interior del túnel la señalización debe ser lo más reducida posible, aunque puede ser necesaria por motivos como los siguientes: existencia de curvas de radio reducido, rampas pronunciadas, carriles específicos para la circulación de vehículos lentos, ciclistas, etc., señales de orientación en el interior del túnel por existir intersecciones o ramales en las inmediaciones de las

salidas. La limitación de espacio disponible ocasionalmente puede impedir la colocación del tamaño habitual de señales. Por este motivo suelen estar situadas en la bóveda o fijadas a los hastiales. Por otro lado, debe señalizarse de forma clara y visible la ubicación de los diferentes equipos de seguridad en emergencias (postes S.O.S., galerías de escape, apartaderos, extintores, etc). En caso de incendio es esencial que la señalización indique apropiadamente la ubicación de las salidas de evacuación y de las galerías de escape, por lo que es conveniente que estas señales sean de tipo fotoluminiscente.

figura 71

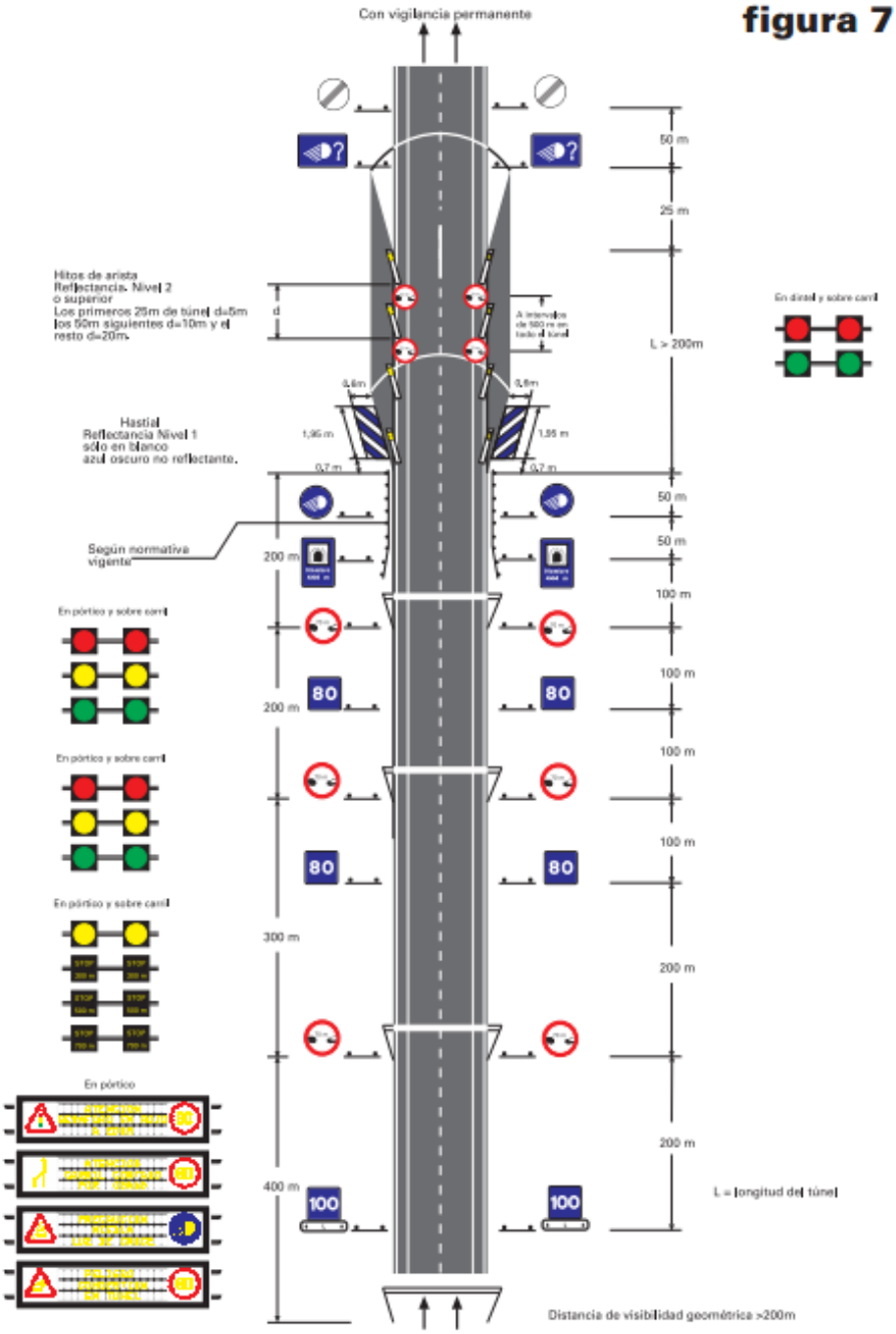


Ilustración 14 Esquema señalizacion túnel

6.2.3. Salidas de emergencia

La separación entre salidas de emergencia depende fundamentalmente:

- Del tipo de vehículos que circulan por el túnel, que determina la naturaleza de los incidentes que puedan ocurrir
- De la intensidad de tráfico y del número de usuarios susceptibles de utilizar las salidas
- De la capacidad del sistema de ventilación para mantener las condiciones adecuadas para la evacuación del túnel
- De los sistemas de detección de incidentes y alertas
- De la característica de las vías de evacuación situadas tras las puertas de la salida de emergencia (incluyendo sus dimensiones y la presencia de pendientes importantes o tramos de escaleras)
- Del factor humano

La distancia óptima entre dos salidas de emergencia es el resultado de un Análisis de Riesgo. Generalmente está comprendida entre 100 y 500 metros en este caso cada **400 metros** siendo necesarias **4 salidas de emergencia por cada túnel**. En el proyecto deben de considerarse las siguientes disposiciones:

- Las salidas de emergencia deben de estar claramente señalizadas para distinguirlas de los accesos a los locales técnicos. El color de las puertas debe de ser analizado en relación con el tipo de iluminación del túnel. Lo más frecuente es que las "salidas de emergencia" sean de color verde
- Las puertas y aberturas deben dimensionarse de forma que puedan permitir el paso de un gran número de personas en un corto periodo de tiempo. Deben igualmente permitir el paso del personal de rescate con sus equipos y camillas
- Las salidas de emergencia deben de ser visibles desde cualquier posición en el túnel y deben disponer de una señalización específica
- La iluminación de los accesos, de las puertas y de la sala inmediatamente posterior a la salida de emergencia debe ser "atractiva" y estar diseñada para evitar que las personas caigan o tropiecen
- Los elementos de balizamiento de los bordes de la acera no deben ser un obstáculo para los peatones
- Las puertas de las salidas de emergencia no deben de estar bloqueadas o cerradas con llave

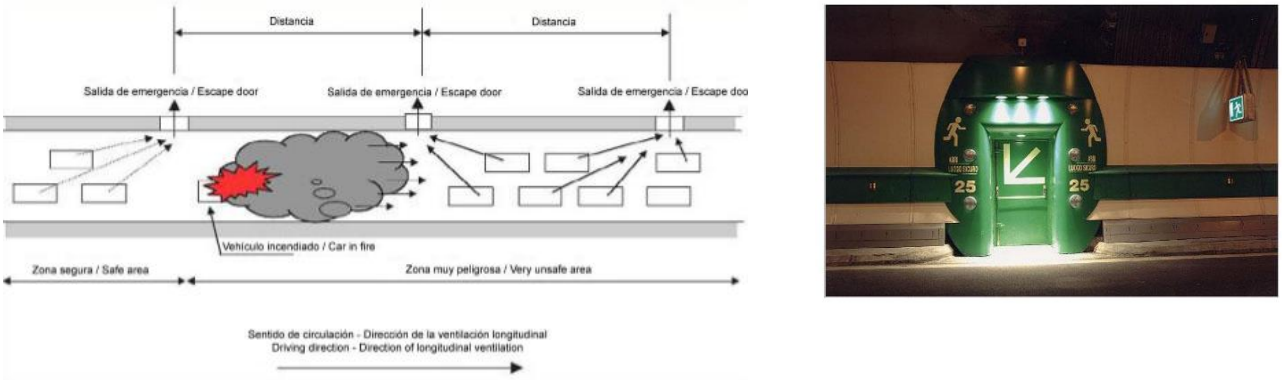


Ilustración 8 Sistema de evacuación de túneles en caso de incendios

6.3. Balizamiento

El balizamiento en el interior y en las bocas del túnel facilita al conductor a identificar la posición transversal del vehículo. De este modo el conductor puede corregir su situación, de forma que equidiste del eje y la pared del túnel, facilitando la seguridad de la circulación.

Una primera forma de realizar el balizamiento del interior del túnel y de sus entradas es mediante la disposición de hitos reflectantes en ambos laterales del túnel, que permiten guiar a los conductores en el caso de un fallo en la iluminación interior. Así, la norma 8.1-IC de "Señalización vertical" prescribe la instalación de hitos de arista, de reflectancia nivel 2 ó superior, con una separación de 5 m en los primeros 25 m de túnel, de 10 m en los 50 m siguientes y de 20 m en el resto.

Otra medida es resaltar la distinción entre la calzada y sus bordes, hastiales o aceras, lo que se puede conseguir pintando los hastiales o previendo su resalte mediante grandes balizas amarillas. La existencia de diferentes colores entre las paredes, el techo y el pavimento contribuye eficazmente a este guiado óptico, y además puede transmitir (con colores claros) un efecto de ampliación del horizonte, reduciendo la posible sensación de claustrofobia.

Otra posibilidad de balizamiento es situar y orientar las luminarias del sistema de iluminación de forma que los bordes o bordillos de la acera proyecten sobre la calzada sombras nítidas. Un método más eficaz para asegurar una perfecta visibilidad de éstos consiste en instalar aparatos de alumbrado exclaustrados a lo largo de estos bordes.

6.4. Control de Galibo

Es conveniente disponer en las proximidades de las bocas un sistema que detecte con anticipación los vehículos cuya altura sea superior al gálibo del túnel, de forma que puedan ser desviados por una vía a cielo abierto alternativa. Un método sencillo para controlar el gálibo es la instalación de vigas pórtico con cadenas colgadas, que al chocar con el techo del vehículo avisan al conductor de la altura excesiva de éste. Para túneles con elevada circulación es más apropiado un sistema constituido por un emisor-receptor de radiación infrarrojo u ondas de radar, completado con un lazo inductivo instalado en el pavimento que permite la transmisión de la incidencia al centro de control.

Con posterioridad al control, a unos 50 m en dirección al túnel, se debe disponer un cartel luminoso (con luz roja) indicando la obligación de detenerse y de aparcar en un espacio lateral dispuesto al efecto, en espera de instrucciones. En la zona de parada, se dispondrá un poste de emergencia, o algún sistema equivalente, para comunicación con el centro de control y transmisión de las citadas instrucciones.

7. Drenaje

Para el dimensionamiento del sistema de drenaje durante la ejecución de la obra, se llega a la conclusión de que la principal aportación de agua se debe a las lluvias, las cuales crean una acumulación de agua en las zonas de trabajo con pendiente descendente, para la obtención de los datos pluviales se toman datos de la página web http://www.meteotorrelavega.com, obteniéndose los datos medios históricos de las lluvias en la zona a proyectar.

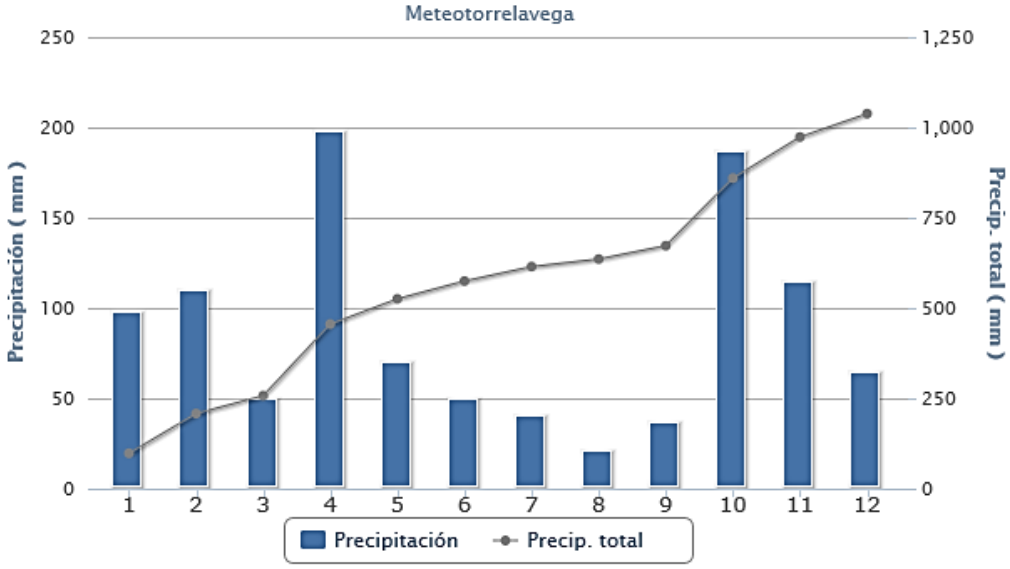


Ilustración 9 Precipitación anual media

Observándose que los meses de Abril y Octubre presentan una mayor cantidad de agua fluvial.

Para determinarse el tipo de drenaje en obra se utiliza la situación más desfavorable siendo 200 mm de agua acumulada por metro cuadrado.

De esta forma se determina que la cantidad a evacuar de la zona de trabajo no presenta grandes problemas de evacuación por lo que se utiliza una bomba de achique de aguas sucias en cada frente de actuación, el cual presente pendiente decreciente.

Para mayor seguridad se emplearán los datos obtenidos en el anejo nº8 Pluviometría, Hidrografía e Hidrogeología en el cual se calcula el caudal máximo con un periodo de 500 años que es de 0,41 m^3/ seg. Utilizando el ábaco sacado de la I.C. 5.1 de drenaje se obtiene que el diámetro de tubería necesario en la obra será de 900 mm siendo este suficiente para evacuar el caudal máximo calculado. Además se colocaran arquetas cada 80 metros a ambos lados de la calzada para recoger el agua acumulada.

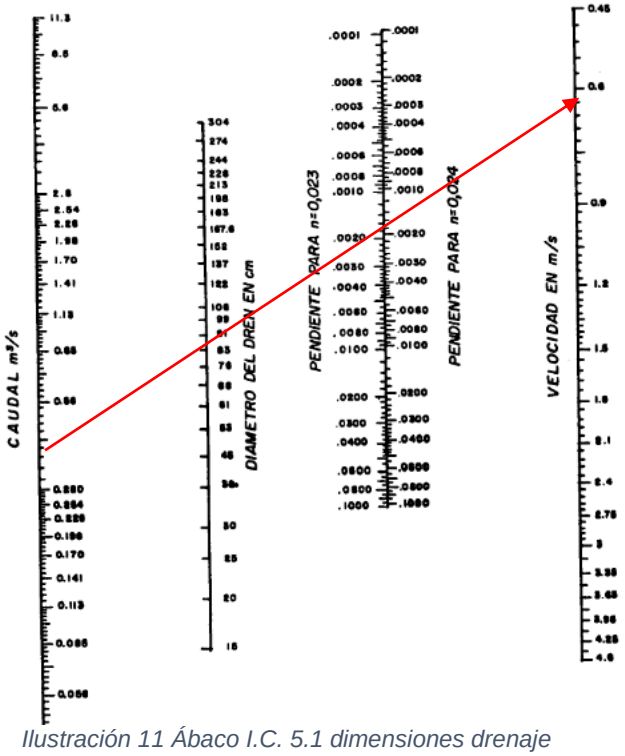


Ilustración 11 Ábaco I.C. 5.1 dimensiones drenaje

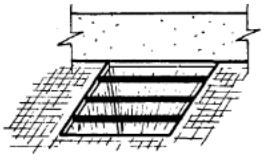


Ilustración 10 Arqueta tipo

8. Suministro, regulación y distribución de energía

La instalación eléctrica para el suministro de energía a los aparatos que forman parte de alguna de las instalaciones del túnel (alumbrado, señalización, ventilación, seguridad protección contra incendios) debe ser concebida de tal forma que un fallo en la alimentación no produzca ninguno de los siguientes inconvenientes:

- disminución en la seguridad para los usuarios
- restricciones inadmisibles al tráfico
- graves problemas de explotación

Para asegurar casi totalmente el continuo aporte de electricidad, evitando situaciones peligrosas en el túnel en caso de un eventual apagón, la instalación de suministro eléctrico se debería encontrar duplicada, es decir, debería haber suministro a la instalación por parte de dos compañías eléctricas independientes entre sí y por dos acometidas distintas (una por cada boca), estando interconectadas ambas, aunque esto puede suponer un incremento considerable de los costes. Según la importancia del túnel, esta doble alimentación será la necesaria para la totalidad o parte de las instalaciones.

Para caso de fallo de los anteriores, también es conveniente prever el suministro mediante generadores o grupos electrógenos de socorro. Estos sistemas deberán disponer de baterías (con una autonomía de al menos media hora) de forma que aseguren la alimentación eléctrica durante el tiempo que necesite el generador para arrancar y vencer la carga. Además, los tiempos de reacción y puesta en funcionamiento de estos dispositivos habrán de ser muy rápidos, ya que deberían poder encender al menos una parte del alumbrado de emergencia en un tiempo inferior a 1 segundo desde el fallo de suministro.

Disponer de este tipo de suministros autónomos para la totalidad de las instalaciones puede llegar a suponer altos costes de implantación frente a su escasa utilización durante la vida del túnel, por lo que normalmente sólo se deberían asegurar para las instalaciones imprescindibles según un determinado orden de prioridad (que podría ser el siguiente: sistemas de seguridad y vigilancia, alumbrado de emergencia, ventilación, etc).

Los centros de suministro y de distribución de potencia deberán poder controlarse desde el centro de control y dispondrán de los correspondientes detectores de medición y fallo de funcionamiento o suministro.

El tendido de los cables de alimentación general puede hacerse a través de la canalización de aire fresco en el caso de existir un sistema de ventilación transversal, de no ser así pueden extenderse hasta los centros de transformación bajo la acera. El cableado de baja tensión (cables de distribución) debe estar protegido contra las descargas y contra el fuego. Además, los circuitos de seguridad (para el alumbrado de emergencia, sistemas de vigilancia, etc.) deberían estar separados del resto de los que alimentan a las diversas instalaciones del túnel.

9. Conclusiones

- Se dispondrá de una ventilación longitudinal colocando ventiladores cada 80 metros disponiéndose 20 y 26 en los túneles Sur-Norte y Norte-Sur respectivamente, desarrollando sus correspondientes potencias unitarias de 205,75 KW y 223,63 KW.

- Para crear un ambiente lumínico apto para el ojo humano sin necesidad de tener que forzar la visión en la entrada y salida del túnel, se colocarán luminarias cada 2 metros de forma asimétrica, colocados a ambos lados de la calzada y anclados a la bóveda. Se colocarán de mayor intensidad lumínica en las zonas de emboquille. Consumiéndose una potencia total de 61,2 KW y 102,4 KW en los túneles Sur-Norte y Norte-Sur respectivamente.
- El drenaje se realizará mediante una tubería de 900 mm y arquetas cada 80 m a ambos lados de la calzada.
- La señalización definitiva está sujeta a normativa tanto en la parte exterior señalizando la aproximación a un túnel como en el interior de dicho túnel.

ANEJO Nº13

"Estudio de Impacto Ambiental"

INDICE

1. **Introducción.**
   - 1.1. **Marco legal.**
   - 1.2. **Alcance del estudio.**
   - 1.3. **Descripción del medio.**
2. **Identificación de impactos.**
   - 2.1. **Síntesis**
   - 2.2. **Acciones durante la fase de proyecto**
   - 2.3. **Acciones durante la fase de construcción**
   - 2.4. **Acciones durante la fase de explotación**
3. **Valoración de impactos.**
   - 3.1. **Recopilación de factores ambientales susceptibles de impacto.**
   - 3.2. **Impactos en fase de proyecto.**
   - 3.3. **Impactos en fase de construcción.**
   - 3.4. **Impactos en fase de explotación.**
4. **Propuesta de medidas correctoras.**
   - 4.1. **Propuesta de medidas correctoras para protección antirruido**
   - 4.2. **Propuesta de medidas para protección de yacimientos**
   - 4.3. **Propuesta de medidas para protección de vegetación, fauna y paisaje**
5. **Impacto residual.**
6. **Programa de vigilancia ambiental**
   - 6.1. **Objetivos**
   - 6.2. **Metodología de seguimiento**
   - 6.3. **Selección de aspectos objeto de vigilancia.**
   - 6.4. **Instrumentación del p.v.a. en la fase de construcción**
   - 6.5. **Manual de buenas prácticas ambientales.**
7. **Conclusiones.**

1. Introducción

El objetivo del presente anejo no es otro que el de realizar un análisis ambiental en el Proyecto contructivo en el ramal de la Autovia A-67 mediante dos túneles. La finalidad que se persigue es la incorporación a este proyecto de viabilidad de los efectos negativos y positivos sobre los medios físico, ambiental y socioeconómico de las diferentes alternativas con la correspondiente comparación y posterior proyección de diferentes medidas correctoras que eviten o disminuyan los efectos que se estimen perjudiciales.

Con este planteamiento, el estudio propone:

- Definir y valorar, desde el punto de vista ambiental, el entorno de las alternativas propuesta y establecer conclusiones de utilidad para la realización del proyecto.
- Prever la naturaleza y la importancia de los efectos originados por la construcción y explotación de las alternativas.
- Establecer las medidas preventivas y correctoras, técnicamente factibles y económicamente viables, que permitan minimizar los efectos ambientales perjudiciales que se produzcan.

En el caso de vías de comunicación lineales, el túnel se plantea como una obra alternativa a la obra equivalente superficial, siendo la utilización de una y otra función de diversos factores tales como los económicos, tiempos de transporte, y en muchos casos, de tipo ambiental. Estas últimas consideraciones juegan un papel importante a favor de los túneles, generalmente por las siguientes razones:

- Con la opción túnel se minimiza el impacto paisajístico en comparación con la obra superficial, quedando este tipo de problema reducido a la fase de obras en las bocas del túnel.
- Se evita el efecto barrera.
- No se afecta a los usos del terreno en la zona situada sobre la traza de la obra.
- Se evita la pérdida de suelo.
- Se reduce considerablemente el impacto sobre la flora y la fauna.

Se reduce la formación de taludes, ya que las obras de comunicación lineales, cuando se realizan en zonas de orografía complicada, producen grandes superficies de taludes de pronunciadas pendientes.

La contaminación acústica se reduce considerablemente.

Sin embargo, es preciso prevenir los problemas medioambientales que acarrean los túneles, para lo cual debe diferenciarse entre las fases de construcción y operación.

En la fase de construcción los aspectos ambientales a los que debe prestarse atención son los a continuación numerados:

- Aspectos sociológicos que implica la realización del túnel.
- Afección de los usos del suelo.
- Degradación de las condiciones paisajísticas del entorno.
- Producción de ruidos molestos o dañinos.
- Vibraciones por causa de voladura y circulación de maquinaria pesada.
- Generación de humos y polvo.

- Producción de residuos.
- Formación de taludes.

En la fase de explotación de los túneles los problemas ambientales más comunes son:

- Impacto paisajístico de las bocas.
- Alteración de los usos del suelo en los emboquilles.
- Generación del ruido en las bocas.
- Producción de residuos.

Una estimación de la importancia relativa de los distintos impactos provocados por los túneles es la mostrada en la siguiente tabla:

Impacto	*Importancia relativa*
Hidrología subterránea, superficial afectada	Importante
Vegetación, impacto visual, ruido	Importante
Afección a construcciones e instalaciones, residuos	Poco importante
Vibraciones y humos	Poco importante

1.1. Marco legal

La Ley de Control Ambiental Integrado 17/2006, de 11 de Diciembre, de la Comunidad Autónoma de Cantabria, establece en su Título III, Capítulo II, Artículo 27, la obligación de someter a Evaluación de Impacto Ambiental a aquellos proyectos, actividades o instalaciones comprendidos en el Anexo B2 de la mencionada ley.

El presente Proyecto tiene por objeto la construcción de una infraestructura, como es un túnel, por lo que se realiza el siguiente estudio de impacto ambiental.

1.2. Alcance del estudio

En primer lugar, se define el entorno del proyecto, estudiando e inventariando los elementos ambientales susceptibles de ser afectados.

En una segunda fase del estudio se describen y analizan los condicionantes ambientales existentes para la construcción y explotación del túnel, se identifican además las principales acciones susceptibles de producir efectos, tanto en la fase de proyecto y construcción como en la fase de explotación.

Para la caracterización del ámbito del proyecto se han agrupado los diferentes elementos ambientales en tres categorías:

a) medio físico
b) medio biótico
c) medio socioeconómico.

Para evitar o minimizar aquellos impactos más notables, se proyectan las medidas correctoras, técnica y económicamente viables.

Por último se elabora el programa de vigilancia ambiental (P.V.A) con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

1.3. Descripción del medio

Flora

Basándose en la afirmación de Salvador Rivas Martínez en 1987 se entiende como vegetación Potencial "la comunidad estable que existiría en un área dada cono consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre dejase de influir y alterar los ecosistemas vegetales", de esta suposición se puede destacar como vegetación potencial:

- Roble cagiga
- Avellanos
- Abedules

Conviviendo con una especie foránea de gran importancia en la comarca como es el Eucalipto.

Descripción de las especies

Roble cagiga (Quercus robur L. y Quercus petraea (Matt.) Liebl.):
Familia: Fagáceas

Descripción:

Son árboles robustos, que puede superar los 40 metros de altura, con tronco corto y muy grueso. Su hoja es simple, grande y lobulada.

Su distribución geográfica se centra en la zona atlántica, en climas húmedos sobre todo en verano, por lo que encuentra su óptimo en esta región, es la más común en Cantabria.

El nombre genérico, Quercus, deriva del céltico quercuez: "árbol bello", también se le conoce con el nombre de cagiga.

Su madera al ser dura y resistente es una de las más apreciadas con aplicaciones destacables en la ebanistería y construcción.

Son varios los ejemplares notables que se conservan desde hace mucho tiempo. El de mayor tamaño registrado fue un roble de 15 metros de perímetro en la cepa probablemente milenario. Hasta finales de los años 80 permaneció en pie, con su tronco totalmente hueco.

Abedul (Betula pendula Roth.):
Familia: Betuláceas

Descripción:

Se trata de un árbol de hoja caduca capaz de alcanzar los 30 metros. Su característica principal es su corteza blanca. En muy pocas ocasiones llega a ser de una gran envergadura sin embargo sus ramas con tendencia a ser colgantes le dan un gran valor estético. Es común en gran parte de Europa y mitad norte de España, aunque en Cantabria sólo encontramos de forma silvestre otra especie muy similar (B. alba) sobre todo en zonas altas de montaña.

Su nombre procede de la denominación céltica de la especie: betu.

La savia y las hojas tradicionalmente se han utilizado para afecciones renales por sus propiedades diuréticas.

Avellano (Corylus Avellana L. Corylus memorabilis):
Familia: Betulaceae

Descripción:

Se trata de un arbusto o pequeño árbol caducifolio de hasta 8m de altura, en el que predominan los numerosos hijuelos a modo de varas rectas desde la raíz a los tallos. La corteza es lisa, parda rojiza, y con el tiempo se agrieta y vuelve color ceniza.

Posee unas hojas de 5 a 10 cm, con forma entre suborbiculares y anchamente ovaladas.

Los frutos, las avellanas, son aquenios, agrupados y rodeados por una envuelta con bordes laciniados.

Su hábitat son zonas de sombra en los que halla gran cantidad de agua. Su origen es Europa y el Oeste de Asia. En la península ibérica es frecuente en la parte norte.

Eucalipto (Eucalyptus globulusLabill.):
Familia: Mirtáceas

Descripción:

Se trata de un árbol de gran tamaño que puede superar los 50 metros de altura manteniendo las hojas todo el año, siendo el más alto del que se tiene constancia de 130 m. El tronco puede llegar a ser muy grueso y se caracteriza por la tendencia a la torsión espiral y por las tiras de corteza que desprende. Procede de Tasmania y Australia, de crecimiento rápido y capacidad de adaptación a distintos suelos.

En Cantabria fue introducida por D. Marcelino Sáenz de Sautuola a finales del siglo XIX. En el siglo XX las plantaciones de esta especie experimentaron una tremenda expansión por toda la Cornisa Cantábrica hasta altitudes de 300 a 500 metros. En nuestra región son ya más de 30.000 hectáreas.

Sus hojas son muy diferentes según se trate de individuos jóvenes (hasta los tres años) o adultos. En los jóvenes se disponen de forma opuesta y son anchas, aovadas y de color glauco, mientras que en las adultas son estrechas, largas, en forma de hoz, más coriáceas y de color verde oscuro.

En cuanto a la vegetación repoblada, La Viesca cuenta con unas 17 especies arbóreas, siendo la más abundante la robinia o falsa acacia. Además de ésta, figuran robles, olmos, fresnos, avellanos, hayas, sauces, mimosas...; arbustos como sauco, laurel y zarza; al menos diez tipos de helechos y diversas herbáceas, entre ellas, juncos, espadañas, gallos y aros; y especies asilvestradas como la reinutria y la verbena argentina.

Fauna

Es destacable la localización de buitres leonados en la parte alta de la sierra, donde también se puede contemplar en la época estival otra gran rapaz: el águila culebrera.

El parque de La Viesca es una zona especialmente rica en fauna. En él se puede encontrar la garza real o el ánade real. También es frecuente la existencia de pájaros como petirrojos, mirlos, carboneros, herrerillos comunes y el mirlo acuático, que se alimenta de invertebrados que viven en el agua.

Entre los anfibios se pueden encontrar las ranas verdes, más frecuentes en la época primaveral.

Descripción de las especies

Buitre leonado (Gyps fulvus)
Familia: Accipitridae

Descripción:

El buitre leonado es una especie de ave accipitriforme. Es una de las mayores rapaces que puede encontrarse en la península ibérica, superando en envergadura (hasta 260 cm) incluso al águila real, con un peso de hasta 10 kg. Las plumas son de color ocre o canelo en la mayor parte del cuerpo (dorso, zona ventral y mitad anterior de las alas), siendo este el motivo de su apelativo "leonado". Estas plumas leonadas, se tornan marrón oscuro o negro en las rectrices de la cola y extremo de las rémiges. La base del cuello está rodeada por filoplumas blancas a modo de gorguera.

Su pico en forma de gancho, es pardo grisáceo en la base y amarillento pálido en los lados. Los tarsos y dedos son grises y grandes, aunque mucho más débiles que los de otras grandes rapaces, siendo las uñas cortas y romas. Esta circunstancia, a la que hay que añadir especialmente el gran peso y lentitud de estas aves, hace que sea prácticamente imposible que los buitres den caza o maten a otros animales, como sí hace el resto de las rapaces.

El águila culebrera (Circaetus gallicus)
Familia: Accipitridae

Descripción:

También se conoce como la culebrera europea es una especie de ave accipitriforme. Es una rapaz especializada en la caza de serpientes y otros reptiles. Es una rapaz grande, de entre 62 y 70 cm de longitud, y 166-188 cm de envergadura, siendo los machos más pequeños que las hembras. Posee un color pardo en el dorso y blanco con barras oscuras de las partes inferiores. Las alas son largas y anchas. Presenta cabeza ancha con capuchón oscuro hasta el pecho. Los ojos tienen iris amarillo, y su disposición es más frontal que en otras rapaces diurnas.

2. Identificación de impactos

2.1. Síntesis.

Las acciones de esta actuación que afectaran en mayor o menor medida al medio natural y social, diferenciadas de acuerdo con el periodo en que se produce o aparece la afección son:

Fase de proyecto

- Recopilación y análisis de datos de la zona
- Realización material del proyecto

Fase de construcción

- Despeje y desbroce
- Desmonte y terraplén
- Acopios y vertederos
- Movimientos de maquinaria
- Drenaje
- Túnel
- Pistas de acceso

Fase de explotación

- Tráfico
- Presencia de la infraestructura

A continuación se analizan detalladamente estas acciones

2.2. Acciones durante la fase de proyecto.

Recopilación y análisis de datos

Es la labor previa a toda elaboración rigurosa de un proyecto, se investiga en las fuentes bibliográficas, se consulta a personas que conocen la zona porque viven en ella o la estudian, se recopila la cartografía existente, se realizan estudios de campo y, a través de todo ello, se elabora un inventario ambiental fundamental para el correcto desarrollo de las siguientes fases del proyecto. Supone prospecciones continuas a lo largo de la traza que conllevan la ampliación del conocimiento que se tiene del área afectada.

Este inventario es, además, un precedente para cualquier otro proyecto de obra que se desee desarrollar en la zona, aportando una información específica y elaborada muy difícil de encontrar de cualquier otra forma. Este mayor conocimiento implica su consideración como impacto positivo para la hidrología, geología, edafología, botánica, zoología, socioeconomía y patrimonio histórico y arqueológico existentes.

Realización material del proyecto

La realización material del proyecto afecta al desarrollo económico de forma positiva y directa, ya que se generan una serie de expectativas en la zona que fomentaran el desarrollo de la economía en el ámbito de estudio.

2.3. Acciones durante la fase de construcción

Despeje y desbroce

Operaciones previas al replanteo de la obra, que se extienden también a las zonas donde se proyecten la apertura de caminos de acceso, etc. El efecto más directo se produce sobre la vegetación y fauna existentes en esas zonas. Ha de tenerse en cuenta la escasez de cobertera vegetal.

Obras de excavación y relleno

Necesarias para conseguir la superficie de explanación y de ocupación del futuro vial, en los tramos en los que la cota de rasante se encuentre a diferente altura que el terreno natural, con incidencia negativa sobre la vegetación, fauna, usos del suelo y paisaje.

Desmontes y terraplenes

Se realizan en los tramos del trazado donde éste discurre debajo o encima del nivel del terreno natural, respectivamente. Las excavaciones generan cambios en la geomorfología del entorno, afecta además directa e indirectamente a la vegetación, fauna y paisaje, fundamentalmente. La incidencia visual de los taludes disminuye a medida que las superficies presentan colonización vegetal, posible en función de la pendiente del talud y las características edáficas del suelo.

En cuanto a los terraplenes, la superficie de los taludes presentará un contraste de color y textura con el medio circundante en el momento de finalización de las obras de construcción, contraste que irá disminuyendo a medida que se produzca la colonización por la vegetación.

Las características de los terrenos que forman los taludes de terraplén, con escasa fertilidad, dada la procedencia y acopio de materiales, la forma de construcción y la pendiente, condicionan severamente la adopción de medidas de integración con vistas al éxito de la implantación de cubierta vegetal.

Acopios y vertederos

Todo el material extraído se transportará a vertedero. El vertedero es El Mazo situado en las inmediaciones de la zona de obra.

Movimiento de maquinaria

Como consecuencia del movimiento de maquinaria, se pueden producir vertidos accidentales de aceites y gasolinas. Los efectos producidos por esta acción se consideran de carácter temporal, las repercusiones más significativas sobre el medio recaen sobre los cauces presentes en el ámbito de la obra, causando la contaminación de las aguas y, en general, suponen una degradación visual del entorno.

Por otra parte, el transporte de los materiales producirá un aumento del ruido y de la contaminación atmosférica por emisión de polvo y otras partículas, que incidirá indirectamente sobre los usos del suelo, la vegetación presente en las zonas aledañas a las pistas, así como sobre las poblaciones cercanas a las obras.

Voladuras

Las voladuras realizadas en el interior del túnel serán controladas evitando las vibraciones lo más posible debido a que no es necesario una granulometría fina, sino únicamente la extracción del material.

Construcción de drenajes

La alteración de los drenajes naturales del terreno por efecto de la creación de desmontes y terraplenes origina impactos negativos en cuanto a la escorrentía natural de la zona. La reposición de los drenajes permite la circulación de las aguas superficiales de escorrentía, minimizando dichos efectos.

Construcción de túnel

El túnel minimiza el impacto en el medio natural, dado que se evitan importantes volúmenes de desmonte y anula el efecto barrera para la fauna y la escorrentía. Sin embargo, tiene incidencia su construcción en cuanto a la seguridad, puesto que entraña un riesgo elevado, así como por la concentración de maquinaria y materiales en la boca del túnel.

Creación de pistas de acceso

Las obras conllevan la apertura de caminos y pistas de acceso a la zona de obras, para el transporte de los materiales, el acceso de la maquinaria y del personal de obra. Las alteraciones más graves se producen sobre la fauna y vegetación del territorio afectado, además de suponer una alteración paisajística cuya magnitud dependerá de la calidad visual y fragilidad del entorno donde se desarrollen.

2.4. Acciones durante la fase de explotación.

Tráfico

El transito diario de vehículos de transporte de material procedente de la obra implicará efectos negativos directos sobre la fauna, debido a las emisiones de ruido que pueden generar y, minimizará los efectos sobre los núcleos de población por los que se realizaba anteriormente el itinerario. En la fauna, además del efecto barrera en la boca inferior del túnel puede darse patologías de estrés en comunidades con residencia fija cercana a la infraestructura.

Presencia de la infraestructura

La presencia de la infraestructura provocara alteraciones mínimas sobre el paisaje; la posibilidad de integración o de restauración de los taludes de desmonte y terraplenes determinará la magnitud de los impactos en cada caso.

El efecto de la ocupación del trazado presenta un carácter lineal permanente e irreversible, que supone una alteración del paisaje y que requiere adoptar medidas de corrección que integren la vía en el entorno afectado.

La creación de esta nueva infraestructura supondrá una mejora en las comunicaciones de la zona. Así pues, el impacto se considera positivo y permanente.

3. Valoración de impactos

3.1. Recopilación de factores ambientales susceptibles de sufrir impactos.

Los factores ambientales susceptibles de recibir impacto y que han sido objeto de análisis y caracterización en la fase de definición del entorno del proyecto se han agrupado según su correspondencia con el medio físico, biológico, humano y socioeconómico.

Lo elementos considerados son los siguientes:

- Clima
  - Atmósfera
  - Ruidos
- Medio hídrico
  - Recursos hidrológicos superficiales
  - Recursos hidrológicos subterráneos
- Medio terrestre
  - Geomorfología
- Medio perceptual
  - Paisaje
- Medio biótico
  - Vegetación
  - Fauna
- Medio socioeconómico
  - Capacidad productiva
  - Desarrollo económico
  - Comunicación y servicios
  - Sociedad y cultura.

3.2. Impactos en fase de proyecto

Sobre el medio físico

La capacidad productiva del medio terrestre en los terrenos por los que se supone que se va a construir el túnel no se va a reducir como consecuencia de que se trata de una obra subterránea. Este impacto se ha considerado de una intensidad baja.

En cualquier caso, queda claro que es menos la alteración de los usos del terreno cuando se construye un túnel que cuando se construye una carretera.

Sobre el medio socio-económico y cultural

En esta fase, la realización del proyecto afecta al crecimiento económico de forma positiva y directa, ya que se generan una serie de expectativas en la zona que fomentarán el desarrollo de la economía en el ámbito de estudio.

Además este efecto será sinérgico porque se puede prever que genere una serie de actividades que a su vez sean el motor de otras actividades secundarias.

Por último, la reversibilidad del efecto se entiende que será nula, o a muy largo plazo, porque esta infraestructura se proyecta con una vida útil de cien años.

Sobre la estructura demográfica

El efecto de los túneles sobre este aspecto está provocado, más que por estos mismos, por la obra de comunicaciones de la que forman parte.

En la fase de construcción se da la presencia en las poblaciones cercanas de los operarios del túnel, que serán por lo general jóvenes.

Alteraciones sobre la salud

La influencia que tiene la construcción del túnel sobre la salud de las personas que habitan en la zona será escasa o nula. Únicamente deberá prestarse atención a que no se excedan los límites de emisión de polvo, humos y ruido.

3.3. Impactos en fase de construcción

Sobre la calidad del aire

En la fase de obras la disminución de la calidad del aire se debe principalmente a la emisión de partículas en suspensión y sedimentables.

Los efectos que las diferentes actuaciones estudiadas van a provocar sobre este factor se caracterizan por ser negativos, directos, acumulativos, temporales y reversibles a corto plazo. También son inmediatos, y tienen gran influencia sobre otros efectos secundarios, como la disminución de la capacidad productiva, si bien estos efectos son más a medio plazo.

La superficie sobre la que este efecto es más significativo va a estar limitada en el entorno próximo a la zona de obras y al de ubicación de canteras, la mayoría de las cuales están, o han estado anteriormente, en explotación. En los tajos se tomarán medidas preventivas y correctoras para minimizarlo.

En los parques de maquinaria, caminos de servicio, y viales por los que se realiza el transporte de materiales, además de la emisión de partículas de polvo hay emisiones de gases contaminantes, originados en los motores de la maquinaria de las obras y de los camiones utilizados. Es un efecto intenso, aunque localizado, reversible a muy corto plazo y periódico, y se prolonga durante todo el tiempo que dura la obra.

Además la zona de intervención goza en general, de una buena capacidad de dispersión. Todo esto devalúa la importancia que en otros casos tiene este impacto, por lo que una vez estimados los niveles de emisión puede concluirse que este efecto es moderado. A pesar de esto, durante las obras se tomarán medidas preventivas (revisión de motores, señalización, etc), que reduzcan las emisiones hasta nivel de admisible.

Sobre la calidad acústica

El ruido supone un impacto negativo, con carácter severo o moderado según las acciones consideradas.

El impacto durante esta fase, se produce por el uso de maquinaria durante las distintas acciones, en las cercanías de zonas habitadas. La elevada probabilidad de que ocurra se debe a que el

funcionamiento de las máquinas es necesario para que se realicen dichas acciones, por este hecho es ineludible la existencia de ruido, ya que la maquinaria es una fuente emisora de niveles sonoros que resultan molestos al oído humano.

Las acciones mencionadas producen ruido de forma directa, siendo éste generado por la fuente emisora (maquinaria de construcción, camiones de transporte de materiales, etc.), y percibido por el receptor, el cual sufre las consecuencias del impacto.

El ruido que producen las acciones en esta fase, tiene un marcado carácter puntual en el espacio, pues la ejecución de dichas acciones se realiza en unas zonas determinadas, cuya extensión está limitada por las características propias de las obras. Del mismo modo, el ruido es un efecto claramente discontinuo en el tiempo, produciéndose en períodos intermitentes que se corresponden con el tiempo de funcionamiento de la maquinaria o con el paso de los camiones de transporte de materiales. Cabe destacar en esta fase que la duración del ruido es temporal, ya que una vez terminadas las obras, las fuentes emisoras causantes del ruido (maquinaria de obra, camiones de transporte de materiales, etc.) desaparecen. Por otra parte los núcleos de población se encuentran alejados.

Sobre el medio hídrico superficial

Los sistemas acuáticos constituyen un vector de transmisión de impactos, por lo tanto, cualquier alteración directa que se produzca inducirá efectos en puntos cercanos y/o alejados, teniendo incidencia sobre otros subsistemas (medio social, fauna y flora, etc.).

Los efectos que las obras pueden provocar en pequeños cauces existentes en el ámbito de la actuación son debidos principalmente a procesos de contaminación en los cauces o cuencas vertientes.

Puede hablarse de efectos directos en el caso de aquellos provocados por vertidos accidentales a los cauces o a zonas próximas; estos efectos son además irregulares, acumulativos, de extensión variable, inmediata y reversible a corto plazo para los casos más comunes y a medio plazo para los casos más desfavorables. En el caso de vertidos producidos en los parques de maquinaria el efecto sería sobre todo secundario por producirse primero una contaminación al cauce más cercano.

Los cauces afectados directamente por la actuación corresponden a arroyos de pequeña entidad. Sin embargo, debido al escaso o nulo caudal, especialmente en época de estiaje, deben limitarse al máximo estos vertidos.

Sobre el medio hídrico subterráneo

Los efectos que pueden alterar los recursos hídricos subterráneos son prácticamente los mismos que los que afectan a los superficiales, con la particularidad que salvo que la acción afecte un área de recarga de gran extensión, la intensidad del efecto siempre será menor.

Sobre la geomorfología

Los efectos más intensos sobre estos elementos los provocan los movimientos de tierras necesarios para la creación de terraplenes, desmontes, y acopios. Estos efectos son de naturaleza claramente negativa, permanente, reversible a medio plazo en el mejor de los casos e irreversible en el resto; son además inmediatos y continuos; admiten la aplicación de medidas correctoras.

Sobre el paisaje

El paisaje es uno de los factores afectados en esta fase. Los efectos que producen las acciones relacionadas con el movimiento de tierras, desmontes, terraplenes y creación de área de acopios. Son además secundarios porque derivan del efecto producido sobre la geomorfología. No se han considerado como permanentes ya que algunos de ellos desaparecerán al finalizar las obras, y el resto se evalúan en la fase de explotación, y dependen, en última instancia, del número de posibles observadores que haya.

Sobre la flora y la fauna

La construcción de un túnel, en comparación con la obra alternativa superficial, minimiza el impacto negativo sobre la flora y la fauna de su entorno. Las incidencias sobre estos aspectos son de tipo indirecto, relativas a las actividades relacionadas con la construcción del túnel, pero realizadas en su parte exterior.

Durante la fase de construcción de la obra, la formación de polvo incidirá negativamente sobre la vegetación en la forma en que ya ha sido indicada anteriormente. La ocupación de terreno en las cercanías de los emboquilles destruirá la flora preexistente en la misma pudiendo también degradar las condiciones edáficas del área, por arrastre del horizonte húmico, erosión, contaminación y compactación, con lo que se reducirá la productividad vegetal en las fases posteriores, lo cual a su vez supone un efecto negativo sobre la fauna.

La formación de taludes genera una superficie de terreno desprovista de suelo sobre la que es difícil la implantación natural o artificial de vegetación, viéndose además multiplicada esta dificultad por el efecto de la mayor insolación, oscilación térmica y erosión que las fuerte pendientes provocan.

Este efecto será de intensidad media, dado que la vegetación natural existente en el ámbito del proyecto no es muy abundante.

Las acciones de despeje y desbroce, y las relacionadas con el movimiento de tierras propiamente dicho, suponen un efecto adverso intenso para la fauna, por destruir los hábitats en los que se desenvuelve la misma. Se producirá de forma permanente y localizada en las boquillas del túnel, así como con el acopio. Este efecto no es muy amplio porque en principio sólo afecta a las poblaciones que habitan en el área afectada, que por tratarse de una zona intensamente modificada por el hombre no cobija especies de gran valor natural, y en su mayoría son de paso, como jabalíes...; será también directo, inmediato y sinérgico, ya que se agravará al actuar en conjunto con otras acciones como el ruido, la presencia humana, la contaminación, etc.

En este punto es importante tener en cuenta que el número de los hábitats afectados por la construcción del túnel es pequeño, por lo que la afección sobre este aspecto será baja. No se ha detectado tampoco ningún corredor natural de fauna.

Los efectos negativos que afectan a la fauna son en general reversibles a medio o largo plazo, dada la capacidad de adaptación de las especies a las nuevas condiciones, su facilidad para desplazarse a otros hábitats no alterados, o en general por la posibilidad de regeneración de las zonas afectadas por las obras.

Sobre el desarrollo económico

Además, la generación de empleos indirectos también será apreciable tanto en la fase constructiva como la posterior de explotación. La única característica negativa la temporalidad para los empleos generados durante las obras, aunque en un sector como el de la construcción esto es lo natural.

3.4. Impactos en fase de explotación

Sobre la calidad acústica

Los incrementos sonoros estarán producidos por el incremento del tráfico sonoro y tendrán un carácter discontinuo. Influirán las características de los focos emisores (tipo de vehículos, velocidad del tráfico) y las del medio receptor (topografía del lugar, características de la vegetación, vientos, distancia al receptor, etc.).

Sobre el medio hídrico superficial y subterráneo

Durante la fase de servicio del túnel, los efectos que la presencia de la infraestructura va a producir en los cauces superficiales son debidos al efecto que puede afectar a los recursos hídricos por la contaminación causada por vertidos accidentales de productos tóxicos, y en menor cantidad por el lavado con la lluvia de sustancias contaminantes acumuladas en el vial.

Sobre el paisaje

En esta fase se produce un efecto de carácter moderado provocado por la intrusión de la infraestructura en el medio y por la existencia del tráfico de vehículos.

El efecto producido por la infraestructura se ha considerado reversible a medio plazo, porque pasado un tiempo la infraestructura misma pasa a formar parte del paisaje. Es además un efecto directo, continuo y de acción inmediata. Las medidas correctoras pueden contribuir en gran medida a la minimización de este impacto.

Sobre la flora

En el caso que nos ocupa, este impacto es secundario, derivado del que afecta a la calidad atmosférica, y debido a que éste se ha considerado de baja intensidad, el producido sobre la vegetación será también de pequeña intensidad. Es además acumulativo, ya que se agravan sus efectos al prolongarse en el tiempo y es reversible a corto o medio plazo, según el tipo de plantas afectadas.

La adopción de medidas correctoras podrá minimizar en ocasiones estos efectos.

Sobre la fauna

Tras analizar el tipo de fauna existente en el ámbito del proyecto se ha considerado que el efecto barrera producido por la presencia de la vía será mínimo una vez tomadas las oportunas medidas correctoras, por lo que las afecciones no se estiman considerables.

El tráfico también provocaría un efecto negativo ya que produce ruido, luminosidad en horas nocturnas, etc.

La restauración de la cubierta vegetal en las zonas afectadas también contribuirá a minimizar el efecto sobre la fauna.

4. Propuesta de medidas correctoras.

4.1. Propuesta de medidas correctoras para protección antirruido.

Durante la fase de obras se contemplaran medidas preventivas que han quedado recogidas en el plan de vigilancia ambiental y que se basan en la limitación de la velocidad de los vehículos, la adecuada señalización de la zona de obras, revisiones de maquinaria, etc.

Para contrarrestar el ruido de las circulaciones de vehículos durante la fase de explotación en aquellas zonas en que pudieran superarse puntualmente los límites legales de contaminación acústica, se realizarán las medidas precisas de estos niveles. Es muy poco probable la superación de los mismos.

4.2. Propuesta de medidas correctoras para la protección del sistema hidrológico.

Los objetivos globales del programa de protección del sistema hidrológico son:

En fase de construcción

Vigilar los movimientos de tierra y todas aquellas operaciones que puedan disminuir la calidad de las aguas o alterar el flujo natural del agua. Se prestará especial atención en las proximidades de la boca inferior del túnel donde se sitúa un regato por la incidencia que pudieran tener en caso de vertidos.

En fase de explotación

- Vigilar que la tasa de descarga máxima de las aguas de lluvia, así como su carga contaminante se mantengan dentro de límites razonables.
- Tratamiento y/o recogida de los vertidos accidentales de sustancias contaminantes antes de su llegada a los cauces.

Durante las obras, deberán seguirse determinadas normas que quedan englobadas en la denominada gestión ambiental de la obra, su cumplimiento se verificará durante la vigilancia ambiental de la misma:

- Control de posibles vertidos accidentales de aceites e hidrocarburos, eligiendo para ello un lugar adecuado para la instalación de los parques de maquinaria y servicios de apoyo. Todos los residuos tóxicos y peligrosos deberán ser recogidos por un Gestor Autorizado.
- Formulación de planes y medidas de emergencia para los vertidos accidentales durante las obras. Eliminación de los huecos y depresiones que se puedan quedar en el terreno después de la construcción y que puedan retener y encharcar el agua de escorrentía.
- Depuración de las aguas residuales de la zona de oficinas y vestuarios. Para la depuración se instalará una fosa séptica o tanque de Imhoff prefabricado.

4.3. Propuesta de medidas correctoras para la protección de la vegetación, la fauna y el paisaje.

Vegetación y paisaje

Según se detalló en el apartado de caracterización ambiental, la vegetación natural existente en el entorno del proyecto es escasa, bosques de frondosas (Eucaliptus globulus), con zonas de baja densidad de vegetación.

Los objetivos buscados con las medidas correctoras son los siguientes:

- Evitar los procesos erosivos tanto en terrenos llanos como en taludes.
- Recuperar la vegetación natural en el entorno de las zonas no cultivadas.
- Integrar paisajísticamente la infraestructura, restaurando las áreas afectadas por las obras, y ocultando elementos discordantes, zanjas filtrantes, estribos de estructuras, etc.
- Adoptar tipologías compuestas por especies autóctonas.
- Utilizar especies que permitan un bajo mantenimiento y que presenten tasas de regeneración elevadas, características que confluyen en las especies autóctonas.

Un primer requisito es el empleo de especies autóctonas, tanto por su comportamiento funcional en la conservación del suelo como por su capacidad de regeneración natural y paisajística.

Las actuaciones serán las siguientes:

- Siembra de especies herbáceas: se empleará una mezcla de especies de gran poder enraizante a base de gramíneas y leguminosas que se aplicará a todos los taludes de la traza. Se utilizará la técnica de la hidrosiembra, ya que posibilita la utilización en terraplenes y desmontes de fuerte pendiente.
- Colocación de manta orgánica: en taludes de más de 10 metros de altura. De esta forma se mejoran las condiciones de implantación de la cubierta vegetal y se disminuye el riesgo de erosión en las primeras etapas.

Fauna

Las obras lineales generan sobre la fauna efectos negativos en cuanto a la movilidad de los individuos y a la destrucción de hábitats. En este caso el impacto se ha valorado como bajo. El efecto barrera que va a suponer la futura infraestructura será pequeña dada la naturaleza de las poblaciones existentes en la zona. Se considera que la mayoría de los escasos movimientos faunísticos se podrán efectuar sin verse afectados, ya que sólo se vería interceptado en las zonas de la boca del túnel.

5. Impacto residual

Todos los trabajos anteriores tenían como objetivo caracterizar el ámbito de la actuación, e identificar y valorar los efectos ambientales que la actuación puede producir sobre dicho entorno; todo ello, con el fin de poder definir las medidas correctoras necesarias para minimizar los efectos negativos detectados.

Por ello, una vez conocidos los impactos que originaría cada una de ellas se han propuesto una serie de medidas correctoras que los eliminan, o en la mayoría de los casos los reducen de una forma significativa. Los impactos que no han podido ser eliminados, son los denominados impactos residuales.

La reducción de los impactos que suponen las medidas correctoras se ha estimado en función de la experiencia obtenida de la documentación existente sobre el tema, extrapolando en ocasiones resultados de otras zonas similares en cuanto a climatología y tipos de suelo.

Las reducciones son significativas, dado que los impactos son en la mayoría moderados, intervalo en el que la eficacia suele ser máxima; ya que si son críticos no hay medidas correctoras capaces de corregirlos, y si son muy bajos en ocasiones tampoco pueden disminuirse más.

Analizando de forma global la actuación, una vez aplicadas las medidas preventivas y correctoras incluidas en el proyecto, puede decirse que el impacto residual de la misma será compatible con el medio, siempre que durante las obras se realice una adecuada vigilancia ambiental según el PVA detallado a continuación.

6. Programa de vigilancia ambiental

6.1. Objetivos

En un nivel mayor de concreción los objetivos del PVA son los siguientes:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas para el logro de una mejor integración ambiental.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales (tierra, plantas, agua, etc.) y medios empleados en el proyecto de integración ambiental.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en el Estudio de Impacto Ambiental y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.

6.2. Metodología de seguimiento

La realización de un seguimiento se basa en la formulación de indicadores que proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple, en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados. Pueden existir por tanto, dos tipos de indicadores, si bien no siempre los dos tienen sentido para todas las medidas:

- Indicadores de realizaciones, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente.

Para la aplicación de los indicadores se definen las necesidades de información que el contratista debe poner a disposición de la Dirección Facultativa; de los valores tomados por estos indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario. Para esto, los indicadores van acompañados de umbrales de alerta que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el programa.

6.3. Selección de aspectos objeto de vigilancia.

En función de la fase de proyecto en que se esté, se realizará un seguimiento de los siguientes aspectos:

Fase de proyecto y fase de construcción

- Medición del polvo existente en el ambiente.
- Medición de los niveles sonoros en las zonas habitadas cercanas a las obras.
- Medición de la erosión en los taludes, explanadas y cauces.
- Análisis de las aguas vertidas por las obras.
- Análisis de las aguas de los cauces, tanto aguas arriba como aguas abajo de la obra.
- Seguimiento de las reacciones sufridas por la flora y la fauna en el entorno.

Fase de explotación

- Análisis de la calidad de las aguas en los cauces afectados con determinación de parámetros físico- químicos y biológicos.
- Control de las zonas revegetadas, observando síntomas de desecación de la vegetación o cualquier posible enfermedad.
- Riesgos erosivos en la nueva vía.
- Estudio de la calidad acústica.

6.4. Instrumentación del P.V.A. en la fase de construcción

En este apartado se definen para cada aspecto objeto de vigilancia durante las obras, los indicadores establecidos y los criterios para su aplicación.

Seguimiento y vigilancia del impacto de las emisiones de polvo

Objetivo 1:

Mantener el aire libre de polvo.

Para ello se realizará un seguimiento con el fin de controlar la cantidad de polvo que llega a la atmósfera (expresada en masa por unidad de tiempo) y la fuente de emisión del mismo. Posteriormente debe realizarse un seguimiento de la dirección de los contaminantes, valorando su concentración y permanencia en la atmósfera.

Indicador: Presencia de polvo.

Identificación de fuentes:

- Puntuales: Emisiones de polvo procedentes de pistas, viales, maquinaria que no esté en perfectas condiciones de funcionamiento, movimiento de tierra y carga y descarga de materiales.

- Difusas: Superficies como acopios, vertederos, y todas aquellas explanadas desprovistas de vegetación susceptibles de emitir polvo.

Verificación del cumplimiento de las medidas correctoras: Se llevará a cabo realizando visitas periódicas a todas las zonas de obra donde se localicen las fuentes emisoras, observando el cumplimiento de las siguientes medidas:

- Mantenimiento mediante riego de todas las superficies potencialmente productoras de polvo.
- Velocidad reducida de los camiones por las pistas.
- Precauciones durante la carga-descarga y transporte de material.

Toma de datos: Se determinará de forma visual la ausencia o presencia de polvo.

Frecuencia: Diaria durante los períodos secos y en todo período estival.

Valor Umbral: Presencia ostensible de polvo por simple observación visual según criterio del Director Ambiental de Obra.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: En períodos de sequía prolongada.

Análisis de los resultados: Se llevará a cabo un análisis de los resultados obtenidos en los diferentes puntos de observación, en estos se tendrán en cuenta las posibles variaciones climáticas o las posibles interferencias recibidas desde otros focos no relacionados con la obra.

Actuación y medidas complementarias: En el caso de que se observe una concentración elevada de polvo en el ambiente se procederá a la aplicación de medidas de ajuste necesarias: incremento de la humectación en superficies polvorientas, limitación de la velocidad de la maquinaria y de los camiones por las pistas, control de operaciones de carga-descarga y transporte de materiales e incluso la paralización de la fuente emisora si las circunstancias así lo requieren hasta que se realicen los ajustes. El Director Ambiental de Obra puede requerir el lavado de elementos sensibles afectados.

Información a proporcionar por parte del contratista: El diario ambiental de la obra informará sobre la situación en las zonas en las que se producen movimientos de tierra, así como de las fechas y momentos en que se ha humectado la superficie.

Observaciones: El control y seguimiento se realizará de modo exhaustivo en aquellas zonas de obra próximas a la población anexa.

Objetivo 2:

Minimizar la presencia de polvo en la vegetación

Indicador: Presencia ostensible de polvo en la vegetación próxima a las obras.

Identificación de fuentes: Las mismas que en el apartado anterior.

Verificación del cumplimiento de las medidas correctoras: Igual que en el apartado anterior.

Toma de datos: Se determinará de forma visual la ausencia o presencia de polvo.

Frecuencia: Control periódico simultáneo con los controles de polvo en el aire.

Valor Umbral: Apreciación visual.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: De 7 a 15 días después del comienzo del periodo seco (ausencia de lluvias).

Actuación y medidas complementarias: Excepcionalmente y a juicio del Director Ambiental puede ser necesario lavar la vegetación afectada.

Seguimiento y vigilancia del impacto acústico

Objetivo 1:

Protección de las condiciones de sosiego público durante las obras.

Indicador: Niveles sonoros expresados en decibelios dB(A) en la proximidad de zonas habitadas.

Identificación de fuentes: Conjunto de operaciones como son el tránsito de vehículos, operaciones de carga/descarga, túnel y movimientos de tierra en general.

Verificación del cumplimiento de las medidas correctoras: Se llevará a cabo realizando visitas periódicas a todas las zonas de obra donde se localicen las fuentes emisoras.

Toma de datos: Se determinará el nivel de ruido mediante la toma de datos con sonómetros integradores de alta precisión. La primera toma se realizará antes del comienzo de las actividades para tener una referencia actual de la contaminación acústica para poder realizar comparaciones posteriores.

Frecuencia: Una vez por semana, con intervalos de una hora.

Valor Umbral: Valores recomendados, que son 65 dB(A) día y 55 dB(A) noche.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: Durante todo el periodo de obras.

Análisis de los resultados: Se llevará a cabo un análisis de los resultados obtenidos en los diferentes puntos de observación, en estos se tendrán en cuenta las posibles variaciones climáticas o las posibles interferencias recibidas desde otros focos sonoros no relacionados con la obra.

Actuación y medidas complementarias: En el caso de que el análisis de los resultados revele niveles sonoros por encima de los recomendados, se deberán decidir las medidas de ajuste necesarias para reducirlos (colocación de pantallas acústicas, interposición de obstáculos, etc.) e incluso parar la

actividad, si las circunstancias lo requieren, hasta que se realicen los ajustes. Una vez realizadas las mismas se deberá efectuar una nueva toma de datos para comprobar el nivel reducido.

Información a proporcionar por parte del contratista: El diario ambiental de la obra informará sobre la situación en las zonas en las que se han obtenido niveles sonoros por encima de los recomendados, así como de las fechas y momentos en que se han realizado las medidas de ajuste necesarias para reducirlos.

Observaciones: El control y seguimiento se realizará de modo exhaustivo en aquellas zonas de obra próximas a población.

Seguimiento y vigilancia del impacto sobre la geología y los suelos

Con la vigilancia y seguimiento de estos impactos se persiguen diferentes objetivos. No obstante, se describe primeramente los aspectos generales de las fuentes productoras de impactos.

Identificación de fuentes: Serán todas aquellas que puedan ocasionar una erosión o pérdida de suelo, por tanto, éstas se pueden localizar en aquellas labores que impliquen movimiento de tierras, como son el despeje y desbroce de todas las superficies necesarias para la ejecución de la obra.

Verificación del cumplimiento de las medidas correctoras: Para realizar un perfecto control de este aspecto desde el punto de vista del medio ambiente es necesario una vigilancia detallada de todas las labores de movimiento de tierras, por lo que será necesario la realización de visitas periódicas para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto. Las visitas deberán ser más frecuentes al comienzo de las obras y/o en la apertura de tajos nuevos, así como a la finalización de éstos y de la obra.

Las características fundamentales que se deben observar son las siguientes:

- Vigilancia en el desbroce inicial, desmontes y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar posibles inestabilidades, tanto para aquellos desmontes y terraplenes ejecutados como apoyo a la realización de las obras, como para aquellos que se mantengan una vez concluidas las mismas.
- Acopio de la tierra vegetal, así como su posterior utilización en la regeneración de movimientos de tierras o cualquier superficie que sea necesario acondicionar al entorno. Los acopios se deberán realizar en lugares que se correspondan con las zonas menos sensibles del territorio.
- Realizar observaciones en las zonas limítrofes de las diferentes obras, con el fin de detectar cambios o alteraciones no consideradas en el presente estudio.

A continuación se describen los diferentes objetivos que se persiguen con la vigilancia ambiental sobre este factor.

Objetivo 1:

Retirada de suelos vegetales para su conservación

Indicador: Espesor de tierra vegetal retirada con relación a la profundidad que puede considerarse con características de tierra vegetal a juicio de la Dirección Ambiental de la Obra y según los criterios fijados en el P.P.T.

Frecuencia: Control diario durante el periodo de retirada de la tierra vegetal.

Valor Umbral: Espesor mínimo retirado 20 cm en las zonas consideradas aptas.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: En cada control.

Medida/s complementarias: Aprovisionamiento externo de tierra vegetal en caso de déficit. Definición de prioridades de utilización del material extraído.

Información a proporcionar por parte del contratista: El responsable técnico de medio ambiente indicará en el diario ambiental de la obra informará la fecha de comienzo y terminación de la retirada de tierras vegetales, el espesor y volumen retirado, así como el lugar y las condiciones de almacenamiento.

Objetivo 2:

Conservación de la tierra vegetal acopiada para su posterior extendido sobre las superficies a revegetar.

Indicador: Mantenimiento de las características de la tierra vegetal acopiada. Verificación de las características del acopio según las condiciones adecuadas y comprobación de la realización de siembras en los acopios en caso de que la tierra no vaya a ser utilizada antes de 2 meses desde la formación de los acopios.

Frecuencia: Control semanal desde la formación de los acopios hasta el extendido de la tierra vegetal.

Valor Umbral: Alteración de las características en un 20 % de los acopios

Momento/s de análisis del Valor Umbral: En cada control durante toda la fase de obras.

Medida/s complementarias: Restauración de caballones, y drenajes alterados o inexistentes. Eliminación de materiales contaminantes. Aireación y siembra de la tierra vegetal.

Observaciones: En el momento del control se comprobará el cumplimiento de lo previsto en el proyecto sobre balance de tierras.

Información a proporcionar por parte del contratista: El responsable técnico de medio ambiente indicará en el diario ambiental de la obra la fecha de comienzo y terminación de la retirada de tierras vegetales, el espesor y volumen retirado, así como el lugar y las condiciones de almacenamiento. Además, se informará en el diario ambiental de la obra de todas las acciones realizadas para el mantenimiento de las condiciones de la tierra vegetal acopiada, así como la fecha en la que se ha realizado.

Objetivo 3:

Evitar presencia de rechazos en la tierra vegetal

Indicador: Presencia de materiales rechazables en el almacenamiento de tierra vegetal.

Frecuencia: Control diario durante el periodo de retirada de la tierra vegetal y simultáneo con el control de la medida anterior.

Valor Umbral: Presencia de un 20 % en volumen de materiales susceptibles de ser rechazados de acuerdo con los criterios del Director de Obra.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: En cada control.

Medida/s complementarias: Revisión de los materiales. Retirada de los volúmenes rechazables y reubicación.

Observaciones: En el caso de que no se disponga de un volumen de tierra vegetal suficiente para cubrir las necesidades reales se decidirá por parte de la Dirección de Obra el reparto de los recursos disponibles, considerando prioritarios los taludes más visibles y, zonas próximas a cauces fluviales.

Información a proporcionar por parte del contratista: Se informará en el diario ambiental de la obra de todos los vertidos de materiales que no cumplan los requisitos, indicando, aparte del contenido anterior, la procedencia y las causas del vertido.

Seguimiento y vigilancia del impacto sobre los sistemas fluviales y la calidad de las aguas.

Para el seguimiento del impacto sobre este factor se consideran los siguientes aspectos:

Identificación de fuentes y receptores: Dentro de las fuentes emisoras de contaminación hacia las aguas se pueden diferenciar varias:

- Maquinaria pesada, este amplio grupo incide por el mantenimiento que requiere para evitar roturas y contaminaciones indeseadas por el mal funcionamiento de éstas. Este mantenimiento ocasiona una serie de residuos, como son los aceites y las grasas, que pueden llegar al suelo o al agua superficial, y por lo tanto provocar la contaminación de las aguas.
- Aguas residuales, ocasionadas por la instalación de oficinas, comedores, duchas, etc., que por sus vertidos al cauce ocasionan la contaminación consecuente de las aguas.
- Movimiento de tierra, en las proximidades del regato que inciden tanto en el incremento de sólidos disueltos y de la turbidez en el agua como en el taponamiento y/o desvío del cauce.

Verificación del cumplimiento de las medidas correctoras:

En esta fase se realizará la certificación de que se han aplicado las medidas correctoras necesarias para evitar la contaminación de cauces. Así, será necesario observar el buen funcionamiento del filtrado y decantación de las aguas residuales generadas por las instalaciones en

la fosa séptica que se dispone al efecto. Otro factor importante es el control de los desechos originados por estas afecciones y su depósito en vertederos controlados o depuradoras específicas. También se deberán vigilar los movimientos de tierras para evitar que se produzcan modificaciones sustanciales en las redes y sistemas de drenaje natural.

Se realizará, así mismo, un estudio de los lodos producidos en la obra, en base a éste se identificará el vertedero y/o el destino más adecuado de estos desechos, para evitar la contaminación o alteración de la zona.

De esta forma más pormenorizada, la vigilancia debe ir enfocada a la consecución de los siguientes objetivos:

Objetivo 1:

Evitar vertidos a cauces procedentes de las operaciones de obra (maquinaria y zonas auxiliares) a realizar en sus proximidades

Indicador: Presencia de materiales en las proximidades o en los propios cauces con riesgo de ser arrastrados.

Frecuencia: Control al menos semanal en las obras de cruce de las ramblas presentes en el trazado.

Valor Umbral: Presencia de materiales susceptibles de ser arrastrados al cauce.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: Durante las obras.

Medida/s complementarias: Revisión de las medidas tomadas. Emisión de informe y en su caso paralización de las obras y realización de las actuaciones complementarias.

Observaciones: El control se realizará de visu por técnico competente. Se deberán extremar las precauciones en todas las operaciones que afecten directamente a los cauces.

Información a proporcionar por parte del contratista: El responsable técnico de medio ambiente por parte de la contrata informará con carácter de urgencia al Director Ambiental de la Obra de cualquier vertido accidental a cauce público.

Objetivo 2:

Seguimiento de la calidad de las aguas en el cauce de las ramblas atravesadas y, en su caso, del río Saja.

Indicador: Alteración de la calidad actual de las aguas en los cauces afectados.

Toma de datos: Para el control de la calidad se considera necesario la medición de los siguientes parámetros:

- Físico-químicos:
  - Materiales en suspensión

- Turbidez
- Temperatura
- pH

- Químicos:
  - Oxígeno disuelto
  - DBO5
  - Carbonato orgánico
  - Principales iones (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio y sodio)

(Estos parámetros deberán analizarse previamente al inicio de las obras para poder realizar comparaciones posteriores).

Frecuencia: Control dos o tres veces al mes durante la ejecución de las obras, si existe caudal en esos meses. En caso de estiaje, el valor umbral corresponderán al valor nulo (sería el caso en que el caudal viene de la obra, lo que es una situación más grave, por la nula capacidad de autorregeneración).

Valor Umbral: Valores de calidad previos a las obras en los arroyos afectados.

Momento/s de análisis del Valor Umbral: Durante las obras.

Actuación y medidas complementarias: Revisión de las medidas tomadas. Emisión de informe y en su caso adopción de las medidas complementarias correspondientes, en función del tipo de contaminación.

Objetivo 3:

Instalación del sistema de depuración de las aguas residuales generadas en las zonas auxiliares de obra, según lo establecido en las medidas correctoras.

Indicador de realización: Presencia de un sistema de depuración en los lugares ocupados por instalaciones generadoras de aguas residuales.

Frecuencia: Al inicio de las obras.

Medida/s complementarias: Ejecución de la medida.

Objetivo 4:

Tratamiento y gestión de residuos.

Indicador: Presencia de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos en suspensión en el ámbito de las obras.

Frecuencia: Control mensual en fase de construcción.

Valor Umbral: Incumplimiento de la normativa legal en el tratamiento y gestión de residuos.

Medida/s: Adopción urgente del adecuado tratamiento y gestión de residuos.

Observaciones: Se analizarán especialmente las áreas de almacenamiento de materiales y maquinaria.

Seguimiento y vigilancia de las medidas de defensa contra la erosión e integración paisajística.

Objetivo 1:

Disminución del riesgo de erosión y mejora de la implantación de la cubierta vegetal.

Indicador: % de superficie de manta orgánica respecto al total proyectado.

Frecuencia: Controles periódicos en fase de construcción.

Valor umbral: 5% de superficie no cubierta o defectuosamente colocada.

Momento/s de análisis del valor umbral: Previo a las plantaciones.

Medida/s complementarias: Recolocación adecuada.

Observaciones: En caso de detectar la aparición de regueros, se adoptarán las medidas oportunas a juicio del director de obra.

Objetivo 2:

Preparación de la superficie del terreno para plantaciones y siembras.

Indicador de realización: Espesor y acondicionamiento de la capa de tierra vegetal incorporada a la superficie.

Frecuencia: Control diario durante el extendido de la tierra.

Valor umbral: No se admitirá un espesor inferior en un 10% al previsto en el proyecto. El suelo ha de estar lo suficientemente mullido como para permitir el desarrollo de las plantas.

Momento/s de análisis del valor umbral: Durante la realización de siembras, hidrosiembras y plantaciones.

Medidas: Realización de labores contra compactación, eliminación de elementos gruesos, etc.

Observaciones: La vigilancia ambiental se refiere, no sólo a las zonas afectadas por la traza de la infraestructura, sino al área en la cual se localizan los elementos auxiliares de obra, tanto temporales como permanentes, incluyendo los vertederos.

Objetivo 3:

Hidrosiembras.

Indicador de realización: Composición de la mezcla utilizada en las hidrosiembras y superficie tratada en relación con la prevista.

Frecuencia: Controles semanales en fase de ejecución.
Valor umbral: Alteración de la mezcla y 5% de superficie no ejecutada frente a la prevista sin que exista justificación aceptada por el director ambiental de obra.

Momento/s de análisis del valor umbral: Previo al acta de recepción de la obra.

Medidas: Realización de la hidrosiembra en las condiciones fijadas en el proyecto y en la superficie no ejecutada a partir del valor umbral.

Observaciones: La vigilancia ambiental se refiere no sólo a la traza de la infraestructura, sino también a la hidrosiembra a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares, temporales y permanentes.

Información a proporcionar por parte del contratista: se realizará una ficha en el diario ambiental de la obra en el que se anotarán, como mínimo, la fecha de realización de la hidrosiembra, la composición de la mezcla, la técnica utilizada, las condiciones ambientales durante la ejecución y la dosis de abono empleada.

En caso de repetición se anotarán en el diario ambiental de la obra las fechas de repetición de las hidrosiembras, las especies y la técnica empleada.

Objetivo 4:

Seguimiento de las siembras y de su resultado en términos de estabilización superficial de los taludes.

Indicador de seguimiento: Grado de cobertura de las especies sembradas.
Frecuencia: Estacional.

Valor umbral: Coberturas inferiores al 90% requieren resiembra.

Momento/s de análisis del valor umbral: Final de las dos primaveras siguientes a la siembra.

Información a proporcionar por parte del contratista: Se anotarán en el diario ambiental de las fechas de resiembra, las especies y la técnica utilizada.

Observaciones: La medición de la cobertura se realizará por un método sistemático. Se delimitarán, de acuerdo con el director ambiental de obra las áreas de cobertura inferior al 90%. La vigilancia ambiental se refiere no sólo a la traza de la infraestructura, sino también a las plantaciones a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares, temporales y permanentes, incluyendo los vertederos.

Objetivo 5:

Seguimiento de la estabilidad superficial de los taludes proporcionada por las siembras.

Indicador de seguimiento: Presencia de surcos o cárcavas de erosión en los taludes y de sedimentos en la base.

Frecuencia: Estacional.

Valor umbral: Presencia de surcos de profundidad igual o superior a 15 cm.
Momento/s de análisis del valor umbral: Después de cada lluvia torrencial.

Medidas: Incorporación de sedimentos a los surcos de erosión y tratamiento protector.

Información proporcionada por parte del contratista: Se anotarán en el diario ambiental de la obra la aparición de fenómenos de lluvias que hayan producido cárcavas y los tratamientos realizados.

Observaciones: La vigilancia incluye la toma de las correspondientes medidas en caso de aparición de inestabilidades superficiales en los taludes y se refiere no sólo a la traza de la infraestructura, sino también a las siembras a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares, temporales y permanentes, incluyendo los vertederos.

Objetivo 6:

Restauración de las zonas utilizadas para localizar elementos auxiliares temporales de las obras.

Indicador: % superficie de zonas restringidas con restauración inadecuada o insuficiente de acuerdo con los criterios señalados más abajo.

Frecuencia: Control periódico después de la restauración, como mínimo una vez al año durante el periodo de garantía.

Valor umbral: 10% de zonas afectadas por la localización de obras auxiliares inadecuada o insuficiente.

Momento/s de análisis del valor umbral: fin de la temporada siguiente a la restauración.

Medida/s complementarias: reponer las acciones de restauración no realizada o defectuosa.

Observaciones: se considera restauración inadecuada o insuficiente en los siguientes casos:

- Ausencia de vegetación (exceptuando aquellas zonas sin vegetación en la situación previa al proyecto)
- Incremento de la presencia de materiales gruesos en la superficie del suelo

- Incremento de la pendiente con respecto a la situación previa al proyecto en aquellas zonas destinadas a usos agrícolas
- Presencia de escombros
- Presencia de basuras
- Presencia de manchas de aceite o cualquier otra huellas de contaminación
- Relieve sustancialmente más irregular que en la situación previa al proyecto.

Información a proporcionar por parte del contratista: el diario ambiental de la obra contendrá una ficha que adjunte material gráfico sobre:

a) la situación previa al proyecto
b) la situación mientras la instalación este a en usa
c) la situación tras la finalización de las obras de restauración.

Un mes después del acta de replanteo, el contratista presentará un proyecto de recuperación ambiental de las zonas afectadas por la localización de obras auxiliares.
Instrumentación del P.V.A. en la fase de explotación

Seguimiento de siembras y plantaciones

Objetivo 1:

Comprobar la favorable evolución de las siembras y del cumplimiento de las funciones antierosivas asignadas a las mismas.

Indicador: Presencia de superficies significativas sin vegetación.

Frecuencia: Controles trimestrales en los dos primeros años de funcionamiento.

Valor umbral: Superficies mayores de 50 m2 desprovistas de vegetación.

Momento/s de análisis del valor umbral: En cada control.
Actuaciones Medidas complementarias: En caso de detectar irregularidades en el estado sanitario de las plantaciones, se realizarán las actuaciones de reposición que sean precisas en cada caso.

Observaciones: Se analizarán todas las zonas donde se hayan realizado actuaciones.

Seguimiento de la protección de los niveles sonoros

Objetivo 1:

Seguimiento de los niveles de contaminación acústica en la proximidad de zonas habitadas.

Indicador: Niveles sonoros expresados en dB(A).

Frecuencia: Control semanal durante los dos primeros años de funcionamiento. En cada muestreo se realizarán las mediciones con intervalos de una hora.

Valor umbral: Niveles sonoros superiores a los recomendados: 65 dB(A) día y 55 dB(A) noche.

Momento/s de análisis del valor umbral: Durante las horas de máxima intensidad circulatoria.

Actuaciones y Medidas complementarias: En caso de detectar niveles superiores a los admitidos, se actuará puntualmente mediante insonorización de los focos receptores.

Seguimiento y vigilancia del impacto sobre los sistemas fluviales y la calidad de las aguas

Objetivo 1:

Seguimiento de la calidad de las aguas (invierno) o presencia de vertidos (estiaje) en los cauces.

Indicador: Disminución de la calidad de las aguas en los cauces interceptados.

Toma de datos: Para el control de la calidad se considera necesario la medición de los siguientes parámetros:

- Físico-químicos: -
  - Materiales en suspensión
  - Turbidez
  - Temperatura
  - pH
- Químicos:
  - Oxígeno disuelto
  - DBO5
  - Carbonato orgánico
  - Principales iones (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio y sodio)

Frecuencia: Control trimestral en los dos primeros años de funcionamiento y tras periodos de lluvias intensos, entendiendo éstos como aquéllos que superen la media pluviométrica del mes más lluvioso.

Valor Umbral: Valores de calidad previos a la obra (en absoluto estiaje, presencia de vertido líquido).

Momento/s de análisis del Valor Umbral: En cada uno de los muestreos.

Actuación y medidas complementarias: Revisión de las medidas tomadas. Emisión de informe y en su caso adopción de las medidas complementarias correspondientes, en función del tipo de contaminación.

6.5. Manual de buenas prácticas ambientales.

Con carácter previo al comienzo de las obras, la contrata de las mismas entregará a la Dirección Facultativa un manual de buenas prácticas ambientales. Éste incluirá todas las medidas tomadas por la dirección de obra y el responsable técnico de medioambiente para evitar impactos derivados de la gestión de la obra.

Este manual deberá ser aprobado por el director ambiental de la obra y ampliamente difundido entre todo el personal.

7. Conclusiones

Una vez pasado revista a los aspectos relacionados con el impacto ambiental, cabe sacar una serie de conclusiones al respecto:

- Optando por la opción túnel, se conseguirá una minimización del impacto paisajístico, quedando este aspecto ligado prácticamente a la fase de ejecución del túnel y a las boquillas
- No se afecta a los usos del terreno en la zona situada sobre la traza de la obra.
- Se evita una considerable pérdida del suelo
- Reducción al mínimo el ataque a flora y fauna locales
- Reducción de la formación de taludes, pues éstos tan solo serán necesarios en las zonas de emboquilles
- Reducción máxima de la contaminación acústica.

Se tiene, finalmente, que la alternativa propuesta es compatible con la debida protección del medio ambiente, en sus vertientes física, biótica, perceptual y socioeconómica.

Las medidas correctoras propuestas se orientan, principalmente, hacia la calidad de las aguas (evitando la contaminación de cauces de muy escaso o casi nulo caudal), hacia la protección de la fauna, evitando accidentes, destrucción de hábitats o aliento al furtivismo y, hacia la repoblación vegetal de los taludes.

Posteriormente se establece un Plan de Vigilancia Ambiental, con su metodología de medición, seguimiento y corrección de desviaciones. Este Plan se encamina hacia la efectiva realización de las medidas correctoras, así como a salvar posibles dificultades que pudieran presentarse.

Con todos los factores hasta ahora argumentados, parece claro que existe un balance positivo en lo que respecta al impacto ambiental, en cualquier caso, de ser necesarias, se aplicarán las pertinentes medidas correctoras que se han comentado anteriormente.

ANEJO Nº 14

"Estudio de Seguridad y Salud"

INDICE

Documento Nº1 – Memoria
Documento Nº2 – Planos
Documento Nº 3 – Pliego de Condiciones
Documento Nº4 – Presupuesto

Documento Nº1

"Memoria"

INDICE

1. MEMORIA
   1.1. OBJETO DEL ESTUDIO
   1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA
      1.2.1. SITUACIÓN ACTUAL Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA
         1.2.1.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO
         1.2.1.2. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA
         1.2.1.3. MAQUINARIA
         1.2.1.4. MEDIOS AUXILIARES
         1.2.1.5. ACCESOS A LOS PRINCIPALES EMPLAZAMIENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN
         1.2.1.6. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y DEL CLIMA EN EL QUE SE DESARROLLAN LAS OBRAS
         1.2.1.7. SITUACIÓN DE CENTROS SANITARIOS, BOMBEROS, Y PROTECCIÓN CIVIL PRÓXIMOS A LAS OBRAS E ITINERARIOS PARA ACCEDER A ELLOS
      1.2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y NÚMERO DE PERSONAL PREVISTO EN OBRA
         1.2.2.1. PLAZO DE EJECUCIÓN
         1.2.2.2. MANO DE OBRA PREVISTA
      1.2.3. INTERFERENCIAS CON INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
         1.2.3.1. INTERFERENCIAS CON SERVICIOS
   1.3. RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN
      1.3.1. ZONAS DE TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES
      1.3.2. RIESGOS GENERALES
         1.3.2.1. ACTUACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA
         1.3.2.2. ZONAS DE TRABAJO, CIRCULACIÓN Y ACOPIOS.
         1.3.2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL
         1.3.2.4. ILUMINACIÓN
      1.3.3. PREVENCIÓN DE RIESGOS GENERALES
         1.3.3.1. PROTECCIONES COLECTIVAS
         1.3.3.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES
      1.3.4. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS
      1.3.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS
      1.3.6. PLAN DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS
         1.3.6.1. EN OBRAS E INSTALACIONES
         1.3.6.2. EN EL ENTORNO NATURAL
      1.3.7. ENFERMEDADES PROFESIONALES DE ESTA OBRA Y SU PREVENCIÓN. PRIMEROS AUXILIOS
         1.3.7.1. ENFERMEDADES CAUSADAS POR LAS VIBRACIONES
         1.3.7.2. LA SORDERA PROFESIONAL
         1.3.7.3. LA DERMATOSIS PROFESIONAL
         1.3.7.4. NEUMOCONIOSIS
         1.3.7.5. ENFERMEDADES Y MOLESTIAS CAUSADAS POR LÍQUIDOS
         1.3.7.6. ENFERMEDADES Y MOLESTIAS CAUSADAS POR GASES
         1.3.7.7. Primeros auxilios
      1.3.8. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD Y SALUD A LOS TRABAJADORES. PLAN DE FORMACIÓN.

1.3.9. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR
1.3.10. DESIGNACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA
1.3.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS.
1.3.12. INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES ENTRE EMPRESARIOS
1.3.13. DEBER DE VIGILANCIA DEL CONTRATISTA PRINCIPAL
1.3.14. VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS
1.3.15. OTROS COMPROMISOS QUE DEBE ASUMIR FORMALMENTE EL CONTRATISTA
1.3.16. DERECHO DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES
1.3.17. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES
1.4. RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE DE LOS LAS MÁQUINAS, MEDIOS AUXILIARES Y DE LAS PROVISIONALES. INSTALACIONES MÁQUINAS
1.4.1. BULLDOZER
1.4.2. RETROEXCAVADORA / ZANJADORA
1.4.3. ROZADORA
1.4.4. PALA CARGADORA
1.4.5. CAMIÓN BASCULANTE
1.4.6. MOTONIVELADORA
1.4.7. COMPACTADOR / RODILLO VIBRATORIO / PISÓN
1.4.8. APISONADORA MANUAL
1.4.9. MARTILLO NEUMÁTICO
1.4.10. COMPRESOR
1.4.11. CAMIÓN GRÚA
1.4.12. GRÚA AUTOMÓVIL
1.4.13. CAMIÓN CON PLATAFORMA
1.4.14. MESA DE SIERRA CIRCULAR
1.4.15. EQUIPO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO
1.4.16. EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA-OXICORTE
1.4.17. DOBLADORA MECÁNICA DE FERRALLA
1.4.18. HORMIGONERA
1.4.19. CAMIÓN HORMIGONERA
1.4.20. BOMBA DE HORMIGONADO
1.4.21. VIBRADOR
1.4.22. PROYECTOR DE MORTERO Y HORMIGONES
1.4.23. PILOTADORA/ MICROPILOTADORA
1.4.24. BITUMINADORA /EXTENDEDORA
1.4.25. EXCAVADORA
1.4.26. EQUIPO COMPLETO DE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN EN DESMONTE
1.4.27. EQUIPO PARA TESADO DE CABLES CON CRIC HIDRÁULICO
1.4.28. EQUIPO PARA LA INYECCIÓN DE LECHADA
1.4.29. JUMBO HIDRÁULICO
1.4.30. MÁQUINA PARA CLAVAR MONTANTES METÁLICOS
1.4.31. CAMIÓN CISTERNA
1.4.32. VEHÍCULO TODOTERRENO
1.4.33. MOTOBOMBA
1.4.34. GRUPO ELECTRÓGENO
1.4.35. EQUIPO DE MAQUINARIA AUXILIAR PARA TÚNELES

1.4.36. PLATAFORMA MÓVIL ELEVADORA (TIJERA)
1.4.37. PLATAFORMA MÓVIL ELEVADORA (BRAZO TELESCÓPICO)
1.4.38. MONTAJE Y DESMONTAJE DE MAQUINARIA
1.4.39. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA
1.5. 1.4.2 MEDIOS AUXILIARES
1.5.1. CASTILLETES DE HORMIGONADO
1.5.1.1. CUBOS DE HORMIGONADO
1.5.1.2. GANCHOS, CABLES Y ESLINGAS
1.5.1.3. PANELES PARA ENCOFRADO: METÁLICOS Y DE MADERA
1.5.1.4. PLATAFORMAS DE TRABAJO
1.5.1.5. HERRAMIENTAS MANUALES
1.5.2. INSTALACIONES PROVISIONALES.
1.5.2.1. MONTAJE Y DESMONTAJE DE INSTALACIONES PROVISIONALES
1.5.2.2. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES PROVISIONALES
1.5.2.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS
1.5.2.4. INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO
1.5.2.5. PLANTAS DE HORMIGÓN
1.5.2.6. PLANTAS ASFÁLTICAS
1.6. RIESGOS, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIONES CADA UNIDAD CONSTRUCTIVA
1.6.1. TRABAJOS DE REPLANTEO Y TOPOGRAFÍA
1.6.2. TRABAJOS DE ACCESO A OBRA
1.6.3. TRABAJOS DE INSTALACIONES DE OBRA
1.6.4. TRABAJOS DE ACONDICIONAMIENTO DE ACOPIOS Y ZONA OBRA DESCOMPACTACIÓN Y DESBROCE
1.6.5. DEMOLICIONES Y LEVANTES
1.6.6. EXCAVACIONES
1.6.6.1. EXCAVACIONES EN GENERAL
1.6.6.2. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y CIMENTACIONES
1.6.6.3. EXCAVACIÓN EMPLEANDO EXPLOSIVOS
1.6.7. EXCAVACIÓN SUBTERRANEA.
1.6.8. RELLENOS Y TERRAPLENES.
1.6.9. 1FERRALLA
1.6.10. ENCOFRADOS
1.6.11. HORMIGÓN PROYECTADO
1.6.12. MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN
1.6.13. DRENAJE Y SANEAMIENTO
1.6.14. MALLAS DE ALAMBRE REFORZADO
1.6.15. MUROS ANCLADOS
1.6.16. TRABAJOS EN ALTURA
1.6.17. MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS MEDIOS AUXILIARES EMPLEADOS EN LO TRABAJOS EN ALTURA
1.6.18. SERVICIOS AFECTADOS
1.6.19. FIRMES Y PAVIMENTOS
1.6.20. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
1.6.21. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.
1.6.22. ILUMINACIÓN DE LOS TAJOS
1.6.23. RELLENOS FUERA DE LA TRAZA

1.6.24. INTEGRACIÓN AMBIENTAL
1.6.25. TABLA RESUMEN DE RIESGOS CON SUS MEDIDAS Y PROTECCIONES ASOCIADAS
1.7. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
2. PLANOS
2.1. EMPLAZAMIENTO GENERAL DE OBRA SUPERFICIAL
2.2. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES
2.3. SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL EN ZONA DE OBRA
2.4. ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZADO
2.5. ESLINGAS Y MATERIALES DE CARGA
2.6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
2.7. LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR
3. PLIEGO DE CONDICIONES
3.1. DISPOSICIONES GENERALES Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA
3.2. NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS AGRUPADAS
3.2.1. PERSONAL DEL CONTRATISTA. TECNICO DE SEGURIDAD Y SALUD.SERVICIOS MÉDICOS
3.2.2. PERSONAL DEL CONTRATISTA
3.2.3. TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD
3.2.3.1. SERVICIOS MÉDICOS
3.2.4. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD
3.2.5. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. LIBRO DE INCIDENCIAS.
3.2.6. PARTES DE DEFICIENCIA Y ACCIDENTE. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.
3.2.7. INDICES ESTADISTICOS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES.
3.2.8. ATE-G.1. ACCIDENTES EN JORNADA DE TRABAJO CON BAJA SEGÚN GRAVEDAD
3.2.9. ATE-G.2. ACCIDENTES EN JORNADA DE TRABAJO CON BAJA SEGÚN GRAVEDAD POR SECTOR DE ACTIVIDAD
3.2.10. ATE -G.3. INDICES DE INCIDENCIA, FRECUENCIA, GRAVEDAD Y DURACIÓN MEDIA DE LOS ACCIDENTES EN JORNADA DE TRABAJO CON BAJA
3.2.11. FORMACIÓN E INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD Y SALUD A LOS TRABAJADORES.
3.2.12. SEGUROS
3.3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN
3.3.1. COMIENZO DE LAS OBRAS
3.3.2. PROTECCIONES PERSONALES
3.3.2.1. PRESCRIPCIONES DEL CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO
3.3.2.2. PRESCRIPCIONES DEL CALZADO DE SEGURIDAD
3.3.2.3. PRESCRIPCIONES DEL PROTECTOR AUDITIVO
3.3.2.4. PRESCRIPCIONES DE GUANTES DE SEGURIDAD
3.3.2.5. PRESCRIPCIONES DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD
3.3.2.6. PRESCRIPCIONES DE GAFAS DE SEGURIDAD
3.3.2.7. PRESCRIPCIONES DE MASCARILLA ANTIPOLVO
3.3.2.8. PRESCRIPCIONES DE BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD
3.3.2.9. PRESCRIPCIONES DE EQUIPO PARA SOLDADOR
3.3.2.10. PRESCRIPCIONES DE GUANTES AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD
3.3.2.11. PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD PARA LA CORRIENTE ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
3.3.2.12. PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD PARA LA CORRIENTE ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

3.3.2.13. PRESCRIPCIONES DE EXTINTORES
3.3.2.14. PRESCRIPCIONES PARA INCENDIOS FORESTALES
3.3.2.15. EMPLEO DE PROTECCIONES PERSONALES.
3.3.3. PROTECCIONES COLECTIVAS
3.3.3.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA
3.3.3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS EN ZONAS O PUNTOS PELIGROSOS
3.3.3.3. PROTECCIONES COLECTIVAS EN TRABAJOS CON MAQUINARIA
3.3.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS EN TRABAJOS EN CARRETERA
3.3.3.5. PROTECCIONES COLECTIVAS EN TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO
3.3.3.6. PROTECCIONES COLECTIVAS EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS
3.4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA Y DE LOS MEDIOS AUXILIARES
3.4.1. MAQUINARIA
3.4.2. GRÚAS AUTOPROPULSADAS
3.4.3. MEDIOS AUXILIARES
3.5. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES PROVISIONALES
3.5.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS
3.5.2. INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO
3.5.3. PLANTAS DE HORMIGONADO
3.5.4. PLANTAS ASFÁLTICAS
3.6. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES
3.6.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS SERVICIOS SANITARIOS
3.6.2. INSTALACIONES MÉDICAS
3.6.3. INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR
3.7. PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD REFERENTES A LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DE GASES EN EL INTERIOR DE LOS TÚNELES
3.8. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN
4. PRESUPUESTOS
4.1. MEDICIONES
4.2. CUADROS DE PRECIOS
4.2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1
4.2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2
4.3. PRESUPUESTOS
4.3.1. PRESUPUESTOS PARCIALES
4.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

La finalidad de este Estudio de Seguridad y Salud es establecer, durante la duración de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de salud y bienestar de los trabajadores.

Sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio.

Dicho Plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

Todo ello se realizará con estricto cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, en el que se ordena incluir un Estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos de Obras cuyo presupuesto base de licitación incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €; en los que su duración sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente; en los que el volumen de la mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 y en las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Como aplicación del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en el presente Real Decreto y, expresamente, el Real Decreto
555/1986, de 21 de febrero, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusion de un estudio de Seguridad e Higiene en los proyectos de edificación y obras públicas, modificado por el Real Decreto 84/1990, de 19 de enero.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud se entrega al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras (cuando no sea necesaria la designación de coordinador, sus funciones serán asumidas por la dirección facultativa). Otra copia se entrega al Comité de Seguridad y Salud y, en su defecto, a los representantes de los trabajadores. Será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los Técnicos de los Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad y Salud para la realización de sus funciones.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajos y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.

- Definir las instalaciones para la salud y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- Los Comités de Seguridad y Salud.
- El Libro de incidencias.

Igualmente se implanta la obligatoriedad de un libro de incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el Coordinador en materia de seguridad y salud el responsable del envío de las reproducciones de las notas, que en él se escriban, a los diferentes destinatarios.

Es responsabilidad del contratista la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la inobservancia de las medidas previstas con los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren a los segundos imputables.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución. Responde de las siguientes obligaciones:

1. Responde directamente de la ejecución de la obra por sus trabajadores con sujeción a la normativa y al plan, siendo responsable solitario con el contratista por los incumplimientos que afecten a su personal desplazado a la obra (Art. 24.3 y 42.2 LPRL y Art. 11.2 ROC).
2. Ha de realizar la evaluación de riesgos de sus puestos de trabajo que debe entregar al Contratista para la elaboración del plan de seguridad y salud de la obra (Art. 16 LPRL).
3. Ha de dar las instrucciones e información a los autónomos que contrite (Art. 11.1d) ROC).
4. Responde, solidariamente con el principal, de los incumplimientos de los autónomos que subcontrate (Art. 11.2 ROC):

Como se explica en un apartado anterior, la elaboración material de los Planos de Seguridad corresponde a los contratistas, esto significa que, desde el punto de vista de la confección material del Plan, los subcontratistas están eximidos y carecen de responsabilidad alguna.

Con independencia de lo anterior, el subcontratista, de forma similar al contratista está obligado, en la obra, a cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos y las obligaciones que se deduzcan de lo establecido en el Plan de Seguridad, y así lo establece el Art. 11 del RD. 1627/97.

Por ello, el subcontratista en el ámbito de su empresa está obligado a realizar la correspondiente Evaluación de Riesgos general, con independencia, por tanto, de los puestos de trabajo que sean ocupados por su personal en las obras.

El subcontratista deberá estar controlado en todo momento por un capataz o encargado perteneciente al Contratista principal, con conocimientos de Seguridad y Salud, responsable de los temas de seguridad en el tajo correspondiente.

Quede claro que la Inspección de Trabajo podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

1.2.1. SITUACIÓN ACTUAL Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

1.2.1.1. Descripción y características del Proyecto.

Características de la zona de Proyecto

El tramo tiene una longitud de 382 m, y se desarrolla en su totalidad en el término municipal de Santander, en la Comunidad Autónoma de Cantabria. El diseño corresponde al de un túnel con una carretera de calzada única
El trazado en planta es una alineación recta en su totalidad, con una inclinación máxima del 4,4 %. Los materiales donde se excavan los túneles corresponden a materiales rocosos, constituidos por Calizas, Arenas, limos, arcillas y con predominio de las Calizas en la zona de proyecto. Las capas superficiales del terreno corresponden a roca alterada y a recubrimientos cuaternarios de suelo coluviales y eluviales. Hidrogeológicamente, se trata de materiales que en estado masivo presentan un grado de impermeabilidad elevado, por lo que no son de esperar problemas asociados con la presencia masiva de agua en los procesos de excavación.

El orden que se adopte para la ejecución de los trabajos de acuerdo con los recursos y los medios de que disponga el adjudicatario de las obras, deberá contemplar la necesidad de optimizar el traslado de materiales de excavación a lo largo de la traza.

Características Técnicas

- OBRAS DE TIERRA Y MATERIALES UTILIZABLES:

Se ha previsto la utilización de voladura en los materiales rocosos, mientras que los suelos son excavables mediante medios mecánicos

-TÚNEL:

En cuanto al túnel, se plantea la excavación con explosivos. Se utilizan 3 secciones tipo de sostenimiento, diseñándose la ejecución del túnel mediante el nuevo método austriaco, en el que se utiliza un sostenimiento flexible compuesto por bulones de acero, hormigón proyectado y cerchas metálicas. La sección útil del túnel es de 130 m^2.

-INTEGRACIÓN AMBIENTAL:

Se proyecta la revegetación de los taludes, (incluso de los más verticales, mediante la disposición de mallas de triple torsión) así como el tratamiento y reutilización de los más de 30.000 m3 de

suelo vegetal que se excavan en la traza. Así mismo, se prevén medidas correctoras encaminadas a garantizar la calidad de las aguas de escorrentía tanto en el periodo de explotación como en la fase de construcción de las obras.

-TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO:
El material alterado presenta espesores superficiales considerables, circunstancia que afecta de forma notable a la ubicación de túneles y emboquilles de túneles, así como a la intensidad y profusión de los métodos de sostenimiento a emplear previstos, consistentes en bulonados, mallas de alambre reforzadas, hormigón proyectado, pantallas de pilotes y muros anclados.

1.2.1.2. Unidades constructivas que componen la obra

2. TRABAJOS DE REPLANTEO Y TOPOGRAFÍA
3. TRABAJOS DE ACCESOS A OBRA
4. TRABAJOS DE INSTALACIONES DE OBRA
5. TRABAJOS DE ACONDICIONAMIENTO DE ACOPIOS Y ZONA DE OBRA
6. DESCOMPACTACIÓN Y DESBROCE
7. DEMOLICIONES Y LEVANTES
8. EXCAVACIONES
9. EXCAVACIONES EN GENERAL
10. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y CIMENTACIONES
11. EXCAVACIÓN EMPLEANDO EXPLOSIVOS
12. EXCAVACIÓN SUBTERRANEAS
13. RELLENOS Y TERRAPLENES
14. TABLESTACAS
15. PILOTES Y MICROPILOTES
16. FERRALLA
17. ENCOFRADOS
18. HORMIGÓN PROYECTADO
19. MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN
20. DRENAJE Y SANEAMIENTO
21. MALLAS DE ALAMBRE REFORZADO
22. MUROS ANCLADOS
23. ESTRUCTURAS
24. EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS MEDIANTE LA UTILIZACÓN DE AUTOCIMBRAS
25. EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS DE TABLEROS EMPUJADOS
26. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS E INSTALACIONES NECESARIAS PARA LA EJECUCIÓN DE TABLEROS MEDIANTE EL EMPUJE DE LOS MISMOS
27. EJECUCIÓN DE PILAS
28. ENVAINADO Y TESADO DE LAS ESTRUCTURAS
29. TRABAJOS EN ALTURAS
30. MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS MEDIOS EN AUXILIARES
31. FIRMES Y PAVIMENTOS
32. ILUMINACIÓN DE TAJOS
33. RELLENOS FUERA DE LA TRAZA
34. INTEGRACIÓN AMBIENTAL
35. ALBAÑILERIA
36. TRABAJOS NOCTURNOS

37. TÚNELES

1.2.1.3. Maquinaria

A continuación se incluye una relación no exhaustiva de la maquinaria a emplear en la obra, sin especificar el número de ellas, que estará en función del desarrollo de los trabajos:

1. Bulldozer
2. Retroexcavadora
3. Pala cargadora
4. Camión basculante
5. Motoniveladora
6. Compactador / Rodillo vibratorio / Pisón vibrante.
7. Máquinas herramientas
8. Apisonadora manual
9. Martillo neumático
10. Compresor
11. Camión grúa
12. Grúa automóvil
13. camión plataforma
14. Mesa de sierra circular
15. Equipo de soldadura por arco eléctrico
16. Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
17. Dobladora mecánica de ferralla
18. Hormigonera
19. Camión hormigonera
20. Bomba de hormigonado
21. Vibrador
22. Proyector de mortero y hormigones
23. Pilotadora / Micropilotadora
24. Barredora autopropulsada
25. Bituminadora / Extendedora.
26. Excavadora
27. Equipo completo de maquinaria de perforación en desmonte
28. Equipo para tesado de cables con cric hidráulico
29. Equipo para inyección de lechada
30. Robot con gunitado
31. Pavimentadora de Encofrado deslizante sobre cadenas
32. Equipo para anclaje de pernos con compresor
33. Lanzadora para manipulación y formación de tendones de pretensado
34. Jumbo hidráulico
35. Máquina para clavar montantes metálicosMarcadora autopropulsado
36. Equipo de excavación , encamisado, broca y hormigonado de pilón completo
37. Cizalla eléctrica
38. Tractor con equipo para tratamiento de subsuelo
39. Camión cisterna
40. Vehículo todoterreno
41. Motobomba

42. Equipo de maquinaria especial para fijación de membrana bituminosa
43. Grupo electrógeno
44. Equipo de máquina de disco para corte de juntas
45. Equipo para inyecciones profundas con bomba y carro para barrenas
46. Equipo de maquinaria auxiliar para túneles
47. Equipo sonda
48. Plataforma móvil elevadora (tijera)
49. Plataforma móvil elevadora (brazo telescópico)

1.2.1.4. Medios auxiliares

A continuación se relacionan los medios auxiliares a emplear en la obra, sin especificar el número de ellos, que estará en función del desarrollo de los trabajos:

1. Cimbras
2. Autocimbras
3. Andamios tubulares
4. Andamios sobre borriquetas
5. Andamios sobre ruedas
6. Escaleras de mano
7. Castilletes de hormigonado
8. Cubos de hormigonado
9. Ganchos, cables y eslingas
10. Paneles para encofrado: metálicos y de madera
11. Plataformas de trabajo
12. Herramientas manuales

En el apartado 1.4.2. de esta memoria se enumeran los riesgos, medidas preventivas, protecciones individuales y colectivas de cada medio auxiliar.

1.2.1.5. Accesos a los principales emplazamientos de la construcción

Las principales vías de acceso y las zonas a las que se accede son:

- Acceso sur, desde la carretera A-67 a su paso por Sierrapando,
- Acceso norte, desde la carretera A-67 a su paso por Barreda

1.2.1.6. Características del terreno y del clima en el que se desarrollan las obras

Los materiales donde se excavan los túneles y se cimientan los viaductos corresponden a materiales rocosos, constituidos por Calizas, Arenas, limos, arcillas Las capas superficiales del terreno corresponden a roca alterada y a recubrimientos cuaternarios de suelo coluviales y eluviales. Hidrogeológicamente, se trata de materiales que en estado masivo presentan un grado de impermeabilidad elevado, por lo que no son de esperar problemas asociados con la presencia masiva de agua en los procesos de excavación.

La zona se caracteriza por poseer un clima marítimo templado en la zona inicial y Continental templado cálido en la final, siendo los valores medios de sus variables climáticas los que se indican a continuación:

- Temperatura media anual 10-14 ºC
- Duración media del periodo de heladas 4-6 meses
- Duración media del periodo seco 0-2.5 meses
- Precipitación de invierno 32%
- Precipitación de primavera 25%

Por lo que respecta al régimen de humedad, los índices de humedades mensuales y anuales, la lluvia de lavado, la distribución estacional de la pluviometría, etc., lo definen como *Húmedo*.
Por la situación de la zona de proyecto no existe ninguna variable de tipo climático específica a tener en cuenta, no obstante se prohibirán o suspenderán los trabajos en caso de tormenta, lluvia o fuertes vientos, nevadas o nieblas que dificulten la visibilidad. En caso de tormenta, también se suspenderán los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas. Para prever el vuelco por acción del viento de encofrados y paramentos verticales, éstos deberán estar apuntalados y arriostrados con los elementos o sistemas pertinentes.

1.2.1.7. Situación de centros sanitarios, bomberos, y protección civil próximos a las obras e itinerarios para acceder a ellos.

EMERGENCIA GENERAL TLF.: 112

HOSPITAL UNIVERSITARIO MARQUES DE VALDECILLA

Avda. Valdecilla nº 25 39008 Santander (Cantabria)
Teléfono: 942 20 25 20

PROTECCIÓN CIVIL

Avda. de la Familia Real s/n. (Península de la Magdalena).Santander (Cantabria)
Teléfono: 942 20 30 85.

BOMBEROS

Barrio Cajo s/n Santander (Cantabria)
Teléfono: 080

POLICIA NACIONAL

Avda. del Deporte, 4 39012 - Santander (Cantabria)
Teléfono: 942 35 90 00

Durante la ejecución de las obras se mantendrá un servicio de ambulancia para la evacuación de accidentados, durante las 24 horas del día, si el volumen y situación de la obra así lo requieren.

1.2.2. NÚMERO DE PERSONAL PREVISTO EN OBRA.

1.2.2.1. Plazo de ejecución

El plazo previsto para la ejecución de las obras es de 24 meses. A partir Del plan de obra previsto, se confecciona el siguiente Plan de Seguridad en la Obra.

1.2.2.2. Mano de obra prevista

Se hace una estimación de la mano de obra por categorías para cada unidad constructiva y un histograma de mano de obra, siendo 160 el nº de operarios en el mes punta y 103 el nº medio de los mismos. En cualquier caso, es el Contratista adjudicatario de las obras, el que especifique y justifique con exactitud el número de operarios en su Plan de Seguridad y Salud.
Todas estas personas recibirán información de los trabajos a realizar y los riesgos que conllevan, así como formación para la correcta adopción de medidas de seguridad para anularlos y/o neutralizarlos mediante la implantación de medios de protección colectiva, en primer lugar, y utilización de equipos de protección individual, en segundo lugar.

1.2.3. INTERFERENCIAS CON INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS

1.2.3.1. Interferencias con Servicios

La identificación de los distintos servicios que pudieran verse afectados se ha realizado en el campo, haciendo un reconocimiento exhaustivo y tomando datos de todos los servicios, e identificando propietarios de los servicios que se afectan. Además de la identificación en el campo de estos servicios, se ha contactado con los Organismos, Entidades o Compañías a las que pertenecen estos servicios. Las compañías u organismos con los que se ha tenido contactos son las siguientes:

- Iberdrola
- Red Eléctrica de España
- Inalta
- Telefónica
- Telefónica Móviles
- Vodafone España
- Entidad Pública Empresarial Correos y Telégrafos
- Enagas
- Aqualia

1.3. RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN

1.3.1. ZONAS DE TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES

Los riegos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores, según el Anexo II del R.D. 1627/97, aplicables a esta obra son:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos de excavación en túneles.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.

Las medidas de prevención de cada zona de riesgo serán las indicadas para cada unidad constructiva en el apartado 1.5. de este Estudio.

1.3.2. RIESGOS GENERALES

1.3.2.1. Actuaciones previas a la ejecución de la obra

Accesos y cerramientos

Accesos

Antes de vallar la obra, se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Si es posible, se separarán los accesos de personal de los de vehículos y maquinaria.
Si no es posible lo anterior, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.
Todos los caminos y accesos a los tajos abiertos se mantendrán siempre en condiciones suficientes para que puedan llegar hasta ellos los vehículos de emergencia.

Cerramien
to

Se procederá al cerramiento perimetral de toda la obra e instalaciones, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma.
La altura de dicha protección perimetral será de 2 metros como mínimo.

- A la entrada, señales de "limitación de velocidad a 40 Km/h" y "entrada prohibida a peatones"

Señalización

De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en la obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.

- En la oficina de obra se instalará un cartel con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible y junto al teléfono, para poder hacer uso del mismo, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.
- En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Uso obligatorio del casco de seguridad.
- Peligro indeterminado.
- Superada la puerta de entrada, se colocará un panel informativo con las señales de seguridad de Prohibición, Obligación y Advertencia más usuales.

- En los cuadros eléctricos, general y auxiliar de obra, se instalarán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de peligro caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del cinturón de seguridad en su caso.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados sin desencofrar, etc.) y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel, hasta la instalación de la protección perimetral con elementos rígidos y resistentes.
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se colocará señal de prohibido fumar.
- En las sierras de disco para madera se colocarán pegatinas de uso obligatorio de gafas y guantes.
- En las hormigoneras y sierras circulares para corte cerámico se colocarán pegatinas de uso de gafas y máscara antipolvo.
- En los trabajos con martillos neumáticos y compresores se colocará la señal de uso obligatorio de protectores auditivos.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.
- En los trabajos superpuestos y operaciones de desencofrado se colocará la señal de caída de objetos.
- En las zonas de acopio de materiales se colocará la señal de caída al mismo nivel.

1.3.2.2. Zonas de trabajo, circulación y acopios.

Circulación peatonal y de vehículos ajenos a la obra.

- El recinto de la obra o de los tajos de trabajo correspondientes a la misma estarán perfectamente delimitados mediante vallado perimetral o balizado de toda su área de influencia, susceptible de ser franqueada por personal o vehículos ajenos a la obra.
- En aquellos tajos que puedan generar caídas de objetos desde alturas superiores, se dispondrá una marquesina rígida o, en su defecto, se acordonará la zona de riesgo de posible interferencia entre los materiales desprendidos y la circulación ajena a la obra.
- Se dispondrán protecciones colectivas, en previsión de caídas de objetos desde los tajos situados en altura (redes, plataformas de recogida, barandillas, conductos de evacuación de escombros, etc.).
- Las señales de tráfico deberán ajustarse, en cuanto a su distribución y características, a lo establecido para obras en la Instrucción 8.3-IC de la ORDEN MINISTERIAL de 31.08.87 del MOPU.
- Todos los accesos a la obra dispondrán de las señales de seguridad normalizadas según lo establecido en el R.D. 1403/1986, sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo
- Los obstáculos situados en las inmediaciones de la obra deberán estar adecuadamente balizados y señalizados.
- Se contratará un Seguro de Responsabilidad Civil de la obra.

Circulación del personal de obra.

- Las conducciones y otros elementos situados a una altura inferior a 1,80 m., situados sobre los lugares de trabajo, habrán de estar adecuadamente señalizados, para evitar choques contra ellos
- No se habilitarán como zonas de paso, zonas cuya anchura entre paramentos verticales sea inferior a 0,60 m.
- Los pasos bajo zonas de trabajo deberán disponer de marquesina rígida.
- Las zonas de paso que deban superar zanjas y desniveles deben disponer de pasarelas con barandillas sólidas y completas.
- Los accesos fijos a distintos niveles de la obra deben disponer de escaleras con peldañeado amplio, sólido y estable, dotadas de barandillas o redes, cerrando los laterales.
- Las zonas de paso deben estar permanentemente libres de acopios y obstáculos.
- Los puntos de previsible caída de objetos desde tajos superiores, así como las zonas de peligro por evolución de máquinas en movimiento, deben permanecer perfectamente acotadas mediante balizas y señalización de riesgo.
- Los huecos horizontales o verticales con riesgos de caídas de altura de personas u objetos, deben estar condenados, protegidos o, como mínimo y en momentos puntuales, señalizados.
- Todas las zonas de paso del personal estarán dotadas de iluminación suficiente.

Circulación de vehículos de obra.

- Previo al establecimiento definitivo de zonas de paso para vehículos de obra, se habrá comprobado previamente el buen estado del firme, especialmente en lo relativo a terraplenes, rellenos y terrenos afectados por la climatología.

- Los cables eléctricos y mangueras no deben verse afectados por el paso de vehículos, acudiendo si es preciso a la canalización enterrada o mediante una protección de tablones al mismo nivel o, en su defecto, procediendo a realizar una conducción elevada a más de 5 m. de altura.

- Los circuitos de circulación del personal y de vehículos de obra deben estar perfectamente definidos y separados.

- Las excavaciones al descubierto, próximas a zonas de circulación de vehículos de obra, estarán sólidamente protegidas con rodapiés, tierras de excavación o canaleta, situados a 1 m. del perímetro del hueco.

1.3.2.3. Instalación eléctrica provisional

Previa petición de suministro, indicando el punto de entrega de suministro de energía, se procederá al montaje de la instalación eléctrica provisional de obra.

Deben considerarse como riesgos más frecuentes los siguientes:

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación).
- Quemaduras.

- Incendios.

Se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

a) <u>para la conexión de la instalación eléctrica</u>.

- Las herramientas utilizadas por los electricistas, serán de material aislante y certificadas con el fin de asegurar un correcto aislamiento.
- El personal encargado será electricista y, preferentemente, en posesión del carné profesional correspondiente.
- Las pruebas de puesta en tensión de la instalación eléctrica serán anunciadas previamente, siendo conveniente que mediante carteles en lugares visibles se comunique el día y la hora de dicha prueba.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

b) <u>para los cables</u>.

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista, según el Reglamento electrotécnico para baja tensión. R.D. 842/2002, de 2 de agosto (BOE 224 de 18 de septiembre de 2002).
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones y repelones).
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios y de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, aunque es preferible enterrar los cables eléctricos en los pasos de vehículos.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- Las mangueras de suministro a los cuadros de planta transcurrirán por el hueco de las escaleras.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a las plantas, será colgado a una altura sobre el pavimento o arrimada a los paramentos verticales, para evitar accidentes por agresión a las mangueras a ras de suelo.
- Las mangueras de "alargadera", por ser provisionales y de corta estancia, pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Las mangueras de "alargadera" provisionales, se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.

c) <u>para los interruptores.</u>

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento
- Electrotécnico de Baja Tensión.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, riesgo eléctrico".

d) <u>para los cuadros eléctricos</u>.

- Serán metálicos de tipo intemperie, con puerta y cerradura (con llave), según norma UNE-20324.
- Pese a ser para intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adheridas sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, riesgo eléctrico".
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien, a "pies derechos" firmes.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie en número determinado, según el cálculo realizado.

e) <u>para las tomas de energía</u>.

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos). Esta norma es extensiva a las tomas del "cuadro general" y "cuadro de distribución".
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

f) <u>para la protección de los circuitos.</u>

- La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán siempre aminorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad, es decir, antes de que el conductor al que protegen, llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- La instalación de alumbrado general, para las "instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios" y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial.
- Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
- 300 mA - (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria.

- 30 mA - (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA - Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

g) <u>para las tomas de tierra.</u>

- El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- Se instalarán tomas de tierra independientes en los siguientes casos:
- Carriles para estancia o desplazamiento de máquinas.
- Carriles para desplazamiento de montacargas o de ascensores.
- La toma de tierra de las máquinas-herramienta que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo agua de forma periódica en el lugar el hincado de la pica (placa o conductor).
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.

h) <u>para el mantenimiento y reparación de la instalación eléctrica provisional de obra.</u>

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.

1.3.2.4. Iluminación.

La iluminación de los tajos será siempre la adecuada, de acuerdo con los niveles mínimos marcados por el Real Decreto sobre Prevención de Riesgos Laborales de 14 de abril de 1.997, para realizar los trabajos con seguridad. Esta se hará mediante proyectores ubicados sobre “pies derechos” firmes, o colgados debidamente de las paredes.

La iluminación mediante portátiles se realizará mediante luminarias de tipo estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentado a 24 voltios.

La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de mejorar la distribución (uniformidad) y disminuir sombras.

Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

En lugares especialmente peligrosos la iluminación se realizará mediante luminarias espaciales estancas y / o antideflagrantes.

Al realizar el diseño de la iluminación se incluirá un sistema de alumbrado de emergencia. De acuerdo con el Real Decreto sobre Prevención de Riesgos Laborales de 14 de abril de 1.997, los niveles mínimos medios que consideramos aptos para realizar los trabajos con seguridad serán los siguientes:

TIPO	RENDIMIENTO LUMINOSO	VIDA MEDIA	DISCRIMINACIÓN DE COLORES
INCANDESCENTE	Bajo	Baja	Muy Buena
FLUORESCENTE	Elevado	Elevada	Buena
VAPOR MERCURIO	Elevado	Elevada	Buena
VAPOR DE SODIO	Elevado	Elevada	Mala

En zonas de mayores dimensiones y en el exterior, pueden emplearse proyectores de Vapor de Sodio 400 y 1.000 W.

Para la iluminación de Emergencia, deben emplearse luminarias fluorescentes con equipos provistos de Kits de Emergencia con autonomía de una hora, así como proyectores de "cuarzo-yodo" de 250 W, alimentados desde la Red y / o desde un Grupo Diesel y mezclados con la iluminación normal (un 20% aproximadamente). Ha de tenerse en cuenta que ante un fallo en la Red, estos proyectores de cuarzo- yodo encenderán inmediatamente, lo que no ocurrirá con los de Vapor de Mercurio y Sodio, que tardarán unos minutos. Además, consideramos que los Grupos Diesel de Emergencia deben dimensionarse para aproximadamente para el 30% de la Potencia total necesaria en la obra.

Otro punto a tener en cuenta es la "iluminación especial", en caso de tener que trabajar en áreas en las que pueda haber desprendimiento de gases en el ambiente. En este caso deberá estudiarse en cada caso el tipo de gas y en función del mismo realizar el estudio de clasificación de Áreas Peligrosas. De acuerdo con dicho estudio se podrá elegir el tipo material de alumbrado antideflagrante que es necesario emplear, así como su instalación.

En cuanto a su disposición, consideramos correcto cuanto se indica en la Memoria y Pliego, teniendo siempre en cuenta los Niveles Mínimos que han de cumplirse y que el alumbrado de Emergencia vaya intercalado, de forma que al menos una de cada cinco luminarias sea o esté equipada para Emergencia.

Todos los conductores eléctricos empleados en las instalaciones de obra deben de ser de cobre con aislamiento XLPE tipo RZ1 0.06/1 kV, debiendo ser No propagadores de la llama (UNE-EN 50265 , UE-EN 50266), No propagadores de incendio (IEC
60331), de baja emisión de humos (UNE-EN

50268), con total ausencia de halógenos (UNE-EN 50267) e índice de toxicidad muy bajo.

Además, deberán ser tipo manguera (multiconductores), sin empalmes y se instalarán sobre soportes, colgados de perchas o soportes (nunca en el suelo) y de forma que el color exterior de su aislamiento permitan la correcta identificación de las fases, neutro y conductor de protección en toda la instalación.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS DE ACHIQUE

Los grupos electrobombas deberán ser estancos, preparados para trabajar en condiciones duras, debiendo comprobarse que sus cajas de conexión están provistas de los correspondientes prensaestopas debidamente calibrados para los conductores de alimentación que le correspondan.
Los cuadros eléctricos de alimentación, protección y control de dichos grupos deberán reunir las características que le correspondan, según el lugar en que se sitúen (seco o húmedo) y su potencia, debiendo ponerse especial atención en los elementos de accionamiento, empleándose pulsadores de seguridad y candados que eviten falsas maniobras, y en su correcta puesta a tierra.

Los conductores eléctricos empleados deberán ser de cobre con aislamiento EPR tipo DN-F 0.6/1 kV, según UNE 21150, manguera utilizada para servicios móviles duros, sin empalmes, que se instalarán sobre soportes, colgados de perchas o soportes (nunca en el suelo) y de forma que el color exterior de su aislamiento permitan la correcta identificación de las fases, neutro y conductor de protección en toda la instalación.

1.3.3. PREVENCIÓN DE RIESGOS GENERALES

1.3.3.1. Protecciones colectivas.

Las protecciones colectivas a adoptar serán como mínimo las siguientes:

Actuaciones previas a la ejecución

- Vallas de limitación y protección
- Balizamiento luminoso
- Vallas de contención en borde de vaciados
- Señalización adecuada

Zonas de trabajo, circulación y acopios

- Vallas de limitación y protección
- Balizamiento luminoso
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Señalización adecuada

Instalación eléctrica provisional

- Interruptores diferenciales
- Transformadores de seguridad
- Grupos electrógenos
- Tomas de tierra
- Vallas de limitación y protección

Iluminación

- Interruptores diferenciales
- Transformadores de seguridad
- Grupos electrógenos
- Tomas de tierra
- Vallas de limitación y protección

1.3.3.2. Protecciones individuales.

Las protecciones individuales a adoptar serán como mínimo las siguientes:

Actuaciones previas a la ejecución

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos.
- Chalecos reflectante

Zonas de trabajo, circulación y acopios

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos.
- Chalecos reflectantes

Instalación eléctrica provisional

- Casco de seguridad no metálico, aislante para baja tensión.
- Guantes dieléctricos
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes

Iluminación

- Casco de seguridad no metálico, aislante para baja tensión.
- Guantes dieléctricos
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes

1.3.4. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de instalación de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma una vez iniciados los trabajos.
Por ello, se considerará zona de trabajo la zona donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando, y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera zona.
Se impedirá el acceso de terceros ajenos. Si existiesen antiguos caminos se protegerán por medio de vallas autónomas metálicas. En el resto del límite de la zona de peligro por medio de cinta de balizamiento reflectante.

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser los que siguen:

- Caída al mismo nivel
- Caída de objetos y materiales
- Atropello
- Motivados por los desvíos de carreteras y caminos
- Derivados de los transportes de máquinas o productos
- Máquinas y vehículos
- Producidos por circulación de gente ajena a la obra

1.3.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

- Se señalizarán los accesos naturales a la obra. Se colocarán carteles que prohíban la entrada a personas y vehículos ajenos.
- Las excavaciones cercanas a carreteras y caminos se vallarán, en evitación de accidentes de curiosos.
- En los cruces con carreteras y caminos donde se deban efectuar desvíos, se señalarán según la Instrucción 8.3.-IC. Los croquis de señalización serán aprobados por la Dirección Facultativa.
- Si algún camino o zona pudiera ser afectado por proyecciones de piedras en caso de que existan voladuras, se establecerá el oportuno servicio de interrupción del tránsito, así como las señales de aviso y advertencia que sean precisas.
-En las salidas de camiones a vías públicas se colocarán en ambas direcciones señales de "Peligro indefinido-Salida camiones". En el caso de producir estrechamiento en carretera durante los trabajos complementarios, se colocarán las señales de "Obras", "Límites de velocidad" y "Estrechamiento".

1.3.6. PLAN DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

1.3.6.1. En obras e instalaciones

<u>En los almacenamientos de obra.</u>

Normalmente y por motivos de funcionalidad y organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que han de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.

<u>Almacenamiento de combustible</u>

Los depósitos de combustible que se encuentren en obra para suministro de maquinaria (palas cargadoras, grúas motovolquetes, etc.) cumplirán con la normativa de Reglamentación de Instalaciones Petrolíferas (R:D.
2085/94 de 20 de Octubre y R.D. 2487/94 de 23 de Diciembre), y con la
ITC e IP03 sobre consumos propios.

<u>En la maquinaria.</u>

La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, han de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

En el trasvase de combustible.

Los operarios de trasvase de combustible han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición.
Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra ó arena para empapar el suelo. La prohibición de fumar ó encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.
Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

Protección de los trabajos de soldadura.

En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, a ser posible mojadas.
Periódicamente se deben comprobar si bajo las lonas ha podido introducirse alguna chispa o ha habido un recalentamiento excesivo.
No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables, o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.

Medios de extinción para todos los casos.

En las situaciones descritas anteriormente (almacenes, maquinaria fija o móvil, trasvase de combustible, trabajos de soldadura) y en aquellas otras en que se manipule una fuente de ignición, han de colocarse extintores cuya carga y capacidad estén en consonancia con la naturaleza del material combustible y con el volumen de éste, así como de arena y tierra donde se manejen líquidos inflamables, con la herramienta propia para extenderla.
En el caso de grandes cantidades de acopio, almacenamiento o concentración de embalajes o desechos, han de completarse los medios de protección con mangueras de riego que proporcionen agua abundante.

Información a los vigilantes de obra.

Los vigilantes de obra serán informados de los puntos y zonas que pueden revestir peligro de incendio en la obra, y de las medidas de protección existentes en la misma, para que puedan eventualmente hacer uso de ellas, así como la posibilidad de dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

1.3.6.2. En el entorno natural

El Contratista deberá incorporar y desarrollar en su Plan de Aseguramiento de la Calidad un Plan de prevención y extinción de incendios forestales

Se considera adecuado incorporar una serie de recomendaciones y dispositivos para la fase de construcción de la plataforma, que deberán tenerse en obra para tratar de hacer frente a cualquier conato provocado en los tajos hasta la llegada de los correspondientes equipos de protección civil competentes en la materia.

Es habitual en los planes aseguramiento de la calidad incluir un plan de emergencia contra incendios, concebidos únicamente para fuegos en el interior de instalaciones, sin embargo, en es necesario que el Contratista contemple en dicho plan un protocolo de actuación apropiado para la posibilidad de que en cualquier parte de la obra se inicie un fuego que pueda propagarse al entorno de éste.

A continuación se indican los principales puntos que deberá desarrollar el plan de prevención y extinción de incendios del Contratista, así como algunas medidas preventivas y medios materiales mínimos que se estiman convenientes en obra.

Plan de emergencia contra incendios

En el plan de emergencia contra incendios del Contratista deberán quedar establecidos, como mínimo, los siguientes puntos:

- Clasificación de las Emergencias
- Clasificación de las Acciones
- Composición de la Brigada de Emergencia

- Esquemas operacionales

Medidas preventivas

Las principales recomendaciones desde un punto de vista preventivo se centran en la necesidad de mantener lo más limpio posible, de objetos molestos y de restos combustibles, todas las zonas afectadas por la obra, en especial la red de caminos de acceso a cualquier parte de ésta.

Para ello se requiere una correcta gestión de los residuos producidos y, en especial, hacer desaparecer lo más rápido posible todos los restos vegetales que se generen durante las labores de desbroce.

Por otro lado se considera imprescindible hacer llegar a todo el personal implicado lo que en el plan de emergencia contra incendios se desarrolle, y comprobar que ha sido comprendido por todos los interesados.

Herramientas y medios materiales

- *Red de puntos de agua*

Dentro de las infraestructuras de prevención de incendios forestales se considera necesario disponer en la zona de instalaciones de un depósito transportable en vehículo todo-terreno con una capacidad de 3.000 litros y dotado de equipo de bombeo y mangueras, para iniciar las tareas de extinción.

- *Equipos de comunicaciones*

En cualquier tajo activo de la obra debe haber al menos un equipo que permita la comunicación inmediata con los responsables de la brigada de emergencia que se establezca en el plan de emergencia contra incendios del citado Plan de aseguramiento de la Calidad del Contratista.

- *Dotación de vehículos*

Se considera necesario que se disponga permanentemente de, al menos, un vehículo todoterreno, equipado con elementos móviles de comunicación y de extinción de incendios (batefuegos, extintores, equipos de protección individual adecuados, etc.).

1.3.7. ENFERMEDADES PROFESIONALES DE ESTA OBRA Y SU PREVENCIÓN.

PRIMEROS AUXILIOS

Sin menoscabo de la autoridad que corresponde al Médico en esta materia, seguidamente se tratan las enfermedades profesionales que inciden en el colectivo de la Construcción en los que se encuadran los trabajadores afectos a realizar los trabajos necesarios para la construcción de la obra: Proyecto de ejecución de vial de conexión entre las carreteras n-623 y n-611 mediante un túnel. Provincia: Cantabria
Se relaciona su nombre, mecanismos de causa o penetración y prevención de dichas enfermedades profesionales.
Las enfermedades más frecuentes son causadas: por el plomo y sus derivados, por el benceno y homólogos, por vibraciones de los útiles de trabajo, sordera profesional, silicosis y dermatosis profesional.

1.3.7.3. Enfermedades causadas por las vibraciones

Las diferentes actividades constructivas necesitan maquinaria diversa para su realización. Esta maquinaria provoca vibraciones molestas que pueden originar dolencias en los trabajadores.
La prevención médica se consigue mediante el reconocimiento previo y los periódicos. La protección profesional se obtiene montando dispositivos antivibratorios en las máquinas y útiles que aminoren y absorban las vibraciones.

1.3.7.4. La sordera profesional

Al principio, la sordera puede afectar al laberinto del oído, siendo generalmente una sordera de tonos agudos y peligrosa porque no se entera el trabajador. Esta sordera se establece cuando comienza el trabajo, recuperándose el oído cuando deja de trabajar, durante el reposo.
Las causas pueden ser individuales, susceptibilidad individual y otro factor, a partir de los cuarenta años, es menor la capacidad de audición, lo que indica que por lo tanto, ya hay causa fisiológica en el operario.

Las etapas de la sordera profesional son tres:

- El primer período dura un mes, período de adaptación. El obrero, a los quince o veinte días de incorporarse al trabajo, comienza a notar los síntomas. Hay cambios en su capacidad intelectual, de compresión, siente fatiga, está nervioso, no rinde. Al cabo de un mes, se siente bien. Trabaja sin molestias, se ha adaptado por completo. La sordera de este período es transitoria.
- Segundo período, de latencia total. Esta sordera puede ser reversible aun si se separa del medio ruidoso. Este estado hay que descubrirlo por exploración.
- Tercer período, de latencia sub-total. El operario no oye la voz cuchicheada y es variable de unos individuos a otros. Después de este período aparece la sordera completa. No se oye la voz cuchicheada y aparecen sensaciones extrañas y zumbidos, no se perciben los agudos y los sobreagudos. Está instalada la sordera profesional.

El ambiente influye. Si el sonido sobrepasa los 90 decibelios es nocivo. Todo sonido agudo es capaz de lesionar con más facilidad que los sonidos graves, y uno que actúa continuamente es menos nocivo que otro que lo hace intermitentemente.
No hay medicación para curar ni retrotraer la sordera profesional.
Hay tres formas de lucha contra el ruido: Procurando disminuirlo en lo posible mediante diseño de las máquinas y seleccionando individuos que puedan soportarlo mejor y la protección individual mediante protectores auditivos que disminuyan su intensidad.

1.3.7.6. La dermatosis profesional

Los agentes causantes de la dermatosis profesional se elevan a más de trescientos. Son de naturaleza química, física, vegetal o microbiana. También se produce por la acción directa de agentes irritantes sobre la piel como materias cáusticas, ácidos y bases fuertes y otros productos alcalinos.
Constituye la dermatosis profesional la enfermedad profesional más extendida.
Su prevención consiste en primer lugar en identificar el producto causante de la enfermedad. Hay que cuidar la limpieza de máquinas y útiles, así como de las manos y cuerpo por medio del aseo.
Se debe buscar la supresión del contacto mediante guantes y usando, para el trabajo, monos o buzos adecuadamente cerrados y ajustados. La curación se realiza mediante pomadas o medicación adecuada.

1.3.7.7. Neumoconiosis

Enfermedad que ataca principalmente al aparato respiratorio, provocado por el polvo, resultante de procesos de manipulación del cemento antes de amasado, en trabajo sobre terreno libre o subterráneo y por circulación de vehículos en obra; todo ello debido a la disgregación del gres o del granito.
La prevención consistiría por medio de filtrantes bien por retenciones mecánicas o de transformación física o química.

1.3.7.9. Enfermedades y molestias causadas por Líquidos

Estos líquidos son originados por condensación de un gas, por procedimientos físicos, procedentes de la aplicación de productos para el desencofrado, por pulverización, por la pérdida de aceite de engrase de martillos perforadores, por pinturas aplicadas por pulverización, etc.
La prevención consistiría en determinar los procedimientos necesarios para retener el escape de esos líquidos y cuidar la transformación física de los productos orgánicos.

1.3.7.10. Enfermedades y molestias causadas por Gases

Pueden ser causas por dos tipos de gases. Gases irritantes, son olorosos y actúan en las mucosas como el flúor, cloro, etc., lo que permite al trabajador adoptar medidas de protección o salir de la zona afectada. El otro tipo de gas es el asfixiante, que son inodoros, se podrían calificar de traicioneros, siendo esta circunstancia negativa para el individuo, al no tener el organismo humano defensa ante la presencia del gas, apareciendo los primeros malestares, es indicio de que la intoxicación ha comenzado. Este estado de cosas provoca accidentes irreversibles. El más significado es monóxido de carbono.
Los agentes gaseosos provienen de colectores en servicio o en desuso, que contenga metano, amoníaco, productos sulfurosos, petrolíferos, etc. En trabajos de soldadura donde se desprende valores nitrosos de plomo o cinc. En empleo de recintos cerrados o mal ventilados de productos volátiles peligrosos como gasolina, tricloreotileno, esencia de trementina, imprimidores de la madera. Por emanaciones naturales del terreno en pozo o zanja, como metano o amoníaco. Por depósitos de productos petrolíferos que conservan durante mucho tiempo emanaciones peligrosas.
En presencia de gases inertes como el nitrógeno puede modificar la composición de la atmósfera respirable, disminuyendo el contenido de oxígeno y transformándola en peligrosa e incluso mortal.
La proporción de oxígeno en la atmósfera es normalmente del 21% en volumen; en espacios vacíos como pozos, depósitos, etc., el contenido del oxígeno puede disminuir a consecuencia de su desplazamiento por otros gases, porque el oxígeno reacciona con otras sustancias, o porque es absorbido por ella. En el caso de que el contenido de oxígeno descienda al
17% existe peligro de muerte.
La prevención, estaría formada por equipos dependientes del medio ambiente, por la retención mecánica y por la rentación y transformación y por mixtos. Aunque también se puede por equipos independientes del medio ambiente.
La protección individual sería preciso saber la periodicidad y duración de exposición al riesgo; actividad a desarrollar por el trabajador, situación de la zona contaminada con relación al puesto de entrada del aire puro o limpio y por último la temperatura y el grado de humedad del entorno.

1.3.7.11. Primeros auxilios

No siendo posible alcanzar un coeficiente de seguridad que implique un riesgo nulo, continúa existiendo la posibilidad de accidentes, aunque llevando a cabo todas las prescripciones del Estudio de Seguridad y Salud. Por ello es necesario tener previstas las medidas a aplicar cuando ocurran. Entre tales medidas debe existir: servicio médico, botiquín, servicio de socorrismo y primeros auxilios, camillas, ambulancias, etc. con profusión y magnitud dependiente de las características de la obra. Un punto importante es conseguir que, en cada tajo de trabajo aislado, exista un trabajador capacitado en la técnica de primeros auxilios. Así como los reconocimientos médicos propios de los diferentes puestos de trabajo.

1.3.9. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD Y SALUD A LOS TRABAJADORES. PLAN DE FORMACIÓN.

Servicio Técnico de Seguridad y Salud

La obra contará con el asesoramiento de un Técnico de Seguridad en régimen compartido, cuya misión es analizar las medidas adoptadas y proponer las que considere oportunas según los riesgos no previstos o las modificaciones de los ritmos de obra.

Asimismo, investigará las causas de los accidentes que se puedan producir, con objeto de adoptar las medidas necesarias para evitar su posible repetición, y detectar donde han fallado las medidas de protección que estaban previstas.

Formación

El personal que se asigne a las obras a ejecutar deberá recibir una exposición acerca de los métodos de trabajo y los riesgos que pueda contraer. Asimismo se seleccionarán para cada tajo las personas más adecuadas, y se les impartirán cursos de socorrismo y primeros auxilios.
Al comienzo de la obra se realizará una reunión con representantes de los distintos equipos, a fin de analizar el contenido del Plan de Seguridad con objeto de que sean conocidos por todos, las normas y protecciones previstas contra los riesgos previsibles de la ejecución.
Antes de la iniciación de nuevos trabajos, se instruirá a las personas que van a realizarlos sobre los riesgos previstos y sus protecciones.
Cada trabajador recibirá una formación teórico práctica en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración y cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se produzcan cambios en los equipos de trabajo.
Esta formación estará centrada en la función de cada trabajador y se impartirá por la empresa con medios propios o concertados.
Como parte de la formación se indicarán los riesgos a los que va a estar expuesto el trabajador, la necesidad de aptitudes profesionales determinadas y la exigencia de controles médicos especiales.
La formación será impartida a los trabajadores dentro de la jornada o fuera de ésta pero compensando las horas invertidas, con cargo al empresario contratista.

Información

Los trabajadores de la empresa contratista deben ser informados de todos los riesgos que les puedan afectar, bien por ser propios de su trabajo o función, o bien por ser inherente al medio en que se van a ejecutar o ser producto de las materias primas que se van a utilizar, así como de las medidas y actividades de protección y prevención previstas para combatir unos y otros, y de las medidas de emergencia previstas en el Plan correspondiente. A la vez, debe facilitar a los trabajadores el derecho a formular propuestas que mejoren la seguridad del tajo. Igualmente, debe controlar que las empresas subcontratistas faciliten esta información y participación a sus trabajadores.

Plan de formación

El Contratista incluirá en su Plan de Seguridad y Salud, el programa de formación y su contenido, así como el modo, los medios y el personal a impartirlo, al igual que los mecanismos para informar a los trabajadores, y medidas complementarias para la formación e información de extranjeros
El plan de formación deberá contener como mínimo el siguiente temario:

I.- **Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo.**

a) El trabajo y la salud: los riesgos profesionales. Factores de riesgo.
b) Daños derivados del trabajo. Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales. Otras patologías derivadas del trabajo.

c) Marco normativo básico en materia de prevención de riesgos laborales.

II.- **Riesgos generales y su prevención.**

a) Riesgos ligados a las condiciones de seguridad.
b) Riesgos ligados al medio-ambiente de trabajo.
c) La carga de trabajo, la fatiga y la insatisfacción laboral.
d) Sistemas elementales de control de riesgos. Protección colectiva e individual.
e) Planes de emergencia y evacuación.
f) El control de la salud de los trabajadores.

III.- Riesgos específicos y su prevención en el sector de la construcción. IV.- Elementos básicos de gestión de la prevención de riesgos.

a) Organismos públicos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo. b) Organización del trabajo preventivo: rutinas básicas.

V.- Primeros auxilios

1.3.10. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Las instalaciones consistirán en:

- Caseta de obra compuesta por vestuario, comedor y aseos con inodoros, duchas, lavabos y calentador.
- Caseta de obra para primeros auxilios, (incluyendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios), con mobiliario para primeros auxilios o sala de curas comprendiendo camillas fija y transportable, botiquín portátil, taquillas de cristal para medicamentos e instrumental, mesa, asientos, percha y papelera.
- Acometidas de abastecimiento de agua y energía eléctrica y saneamiento para la caseta de obra comedor, para la caseta de obra de vestuarios, aseos y duchas, y para la caseta de obra de primeros auxilios.

El emplazamiento de dichas instalaciones será el que estime oportuno el Contratista adjudicatario de las obras.
Todas las instalaciones de la obra se mantendrán limpias. En consecuencia con lo anterior, se organizará un servicio de limpieza para que sean barridas y fregadas con los medios necesarios para tal fin.
Los residuos no deben permanecer en los locales utilizados por las personas sino en el exterior de estos y en cubos con tapa.
Se cumplirán las siguientes normas:

<u>Comedor.</u>

- 1 Calienta comidas por cada 50 operarios.
- 1 Grifo en la pileta por cada 10 operarios.

<u>Aseos</u>

- 1 Inodoro por cada 25 operarios.
- 1 Ducha por cada 10 operarios.
- 1 Lavabo por cada 10 operarios.

- 1 Espejo (40x50) por cada 25 operarios.
- 1 Calentador agua.
- Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.

Vestuarios

- Bancos, perchas.
- 1 Taquilla por trabajador.

PRIMEROS AUXILIOS. ITINERARIOS DE EVACUACIÓN PARA ACCIDENTES GRAVES.

La asistencia elemental para las pequeñas lesiones sufridas por el personal de obra, se atenderán en el botiquín instalado a pie de obra y facilitado por la MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO.
Asimismo, se dispondrá de un botiquín para efectuar las curas de urgencia y convenientemente señalizado. Se hará cargo de dicho botiquín la persona más capacitada designada por CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE SERVICIOS.

El botiquín contendrá:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurocromo.
- 1 Frasco conteniendo amoniaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Analgésicos.

1.3.11. DESIGNACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA

La organización preventiva de la obra se definirá en el Plan de Seguridad y Salud del Contratista, de acuerdo al Art. 16 de la Ley 31/1995 (redactado de acuerdo con las modificaciones introducidas por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre)

Estructura de la organización

El número mínimo de recursos humanos a mejorar y particularizar posteriormente por el contratista, en función de la envergadura de la obra, turnos de trabajo, días laborables a la semana previstos de trabajo, etc.; será:

- Un Ingeniero Superior, con formación especializada de Técnico Superior como máximo responsable de la seguridad de la obra
- Un Ingeniero Técnico con formación especializada de Nivel Intermedio como mínimo.
- En cada actividad habrá un encargado con formación básica y experiencia superior a tres años
- Una brigada de operarios con la misión especial de ir facilitando y reponiendo medidas.

El Contratista deberá definir las obligaciones y responsabilidades de cada uno de los miembros de la estructura, entre las que necesariamente se han de incluir, como fundamental, la de vigilar las condiciones de trabajo y el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud, no sólo en relación con los trabajadores propios sino también con los de las empresas subcontratistas.
El Contratista tiene la obligación de exigir y controlar que exista en cada actividad subcontratada una estructura de recursos preventivos adecuada a la entidad de la actividad y perteneciente a cada una de las empresas subcontratistas.
Según lo dispuesto en el R.D. 171/2004, de 30 de enero, el Contratista designará en el Plan de Seguridad y Salud, la persona encargada de las funciones de coordinación empresarial, entre las posibles empresas ajenas a la obra que puedan compartir zona de trabajo. Además, el Contratista deberá establecer un protocolo de actuación para asegurar que se cumplan los requisitos que establece el R.D. 171/2004, a través de reuniones periódicas, intercambio de información, intercambios de planes de seguridad y dejando constancia por escrito.
El Contratista incluirá en su Plan de Seguridad y Salud las prácticas, los procedimientos y los procesos que integren la gestión preventiva de la obra.

1.3.12. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS

La Ley 54/2003 establece la obligación de concentrar en el tajo los recursos preventivos de cada contratista durante la ejecución de actividades o procesos que sean considerados reglamentariamente como peligrosos o con riesgos especiales, con la finalidad de vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud y comprobar la eficacia de estas.

1.3.13. INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES ENTRE EMPRESARIOS

Cuando se recurra a empresas subcontratistas para la realización de determinadas actividades del proyecto deberá vigilarse el cumplimiento por parte del subcontratista con la normativa de riesgos laborales.
Cada empresa subcontratista cuyo trabajo haya de desarrollarse en la obra, recibirá la información e instrucciones en relación con los riesgos existentes en el tajo así como sobre las medidas de protección y prevención sobre las medidas de emergencia.
En concreto, el Contratista cumplirá las siguientes obligaciones:

- La de informar el contratista principal al resto de empresarios y trabajadores autónomos que concurran con él en la obra, antes de que éstos se incorporen a la actividad, sobre los riesgos que existan en el centro de trabajo que puedan afectar a sus trabajadores y sobre las medidas de prevención, protección y emergencia previstas al efecto.

- Igualmente, la de facilitar el contratista al resto de empresarios y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, también antes del inicio de la actividad de éstos, las instrucciones que se estimen suficientes y adecuadas para prevenir los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de éstos y las medidas que deberán aplicarse cuando se produzcan situaciones de emergencia.
- Tanto la información como las instrucciones se deberán facilitar por escrito cuando los riesgos de que se trate pudieran ser considerados como graves o muy graves.
- Vigilar que las empresas concurrentes en el mismo centro de trabajo faciliten la información y las instrucciones recibidas sobre riesgos y medidas de protección, prevención y emergencia a sus trabajadores y controlar el cumplimiento por éstas y por los trabajadores autónomos.

1.3.14. DEBER DE VIGILANCIA DEL CONTRATISTA PRINCIPAL

El contratista principal deberá vigilar el cumplimiento, no sólo por las empresas subcontratistas, sino también por sus trabajadores, y trabajadores autónomos, de la parte del Plan de Seguridad y Salud que afecte al trabajo que van a ejecutar en la obra. Para ello, requerirán de dichas empresas las organización preventiva que van a aportar a su actividad en la obra, con la finalidad de controlar el cumplimiento de dicha obligación, y la incluirá en el propio Plan como un anexo al mismo. Dicha organización actuará de manera conjunta, pero subordinada a la del contratista principal, para vigilar que los trabajadores de la subcontrata cumplan con meticulosidad las obligaciones preventivas incluidas en el Plan que afecten a sus trabajo.
El contratista principal exigirá por escrito a las empresas subcontratistas que han cumplido sus obligaciones de información y de formación con los trabajadores que vayan a realizar actividades en la obra.
Igualmente, controlará que entre las mismas empresas subcontratistas y entre éstas y los trabajadores autónomos se ha establecido la coordinación oportuna que garantice el cumplimiento de los principios de acción preventiva.

1.3.15. VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

El contratista principal deberá vigilar la salud de los trabajadores que tenga en obra, así como de acoplar a los mismos al trabajo en función de sus capacidades psicofísicas; a la vez que debe asumir el compromiso de vigilar igualmente que las empresas subcontratistas, respecto de los trabajadores que aporten a la obra, y trabajadores autónomos, cumplan esta doble obligación mientras dure la participación de éstos en la ejecución de la obra.

Según el Art. 22 de la Ley 31/1995, los reconocimientos médico- laborales "sólo podrán llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento", por lo tanto, son obligatorios para la empresa y voluntarios para los trabajadores. Sin embargo, a esta regla general se prevén en el mismo texto legal tres excepciones que deben ser tenidas en cuenta:

- Cuando sea necesario efectuar un reconocimiento periódico para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores.

- Cuando sea imprescindible para conocer si el estado de salud de un trabajador puede constituir peligro para él mismo o para sus compañeros de trabajo.
- Cuando se exija el reconocimiento médico "en una disposición legal relacionada con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad".

Basándonos en esta última excepción, al menos, y teniendo en cuenta el tipo de obra que se va a realizar, es preciso, "previo informe de los representantes de los trabajadores" configurar los reconocimientos médicos como obligatorios para las empresas contratista y subcontratistas y para sus trabajadores. Por ello, se exigirán los reconocimientos médicos una vez al año a todos los trabajadores de la obra, sin perjuicio de cumplir las obligaciones especiales, en cuanto al tipo de reconocimientos y periodicidad de los mismos, que se deriven de la legislación específica en materia de riesgos concretos de enfermedades profesionales.
Deberán existir servicios médicos, botiquín, servicio de socorrismo y primeros auxilios, con equipo completo de ambulancias camillas y medios auxiliares.
Será obligatorio en cada tajo de trabajo aislado que exista un trabajador capacitado en la técnica de primeros auxilios.

- Botiquines

Se dispondrá de botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. O.M. de 9 de marzo de 1.971. B.O.E. nº 64 de 16 de marzo.
Se tendrán a mano mantas y camillas para evacuación de heridos.

- Asistencia a accidentados

Se deberá informar al personal de obra de todos y cada uno de los centros médicos más próximos, así como de sus respectivas especialidades, al objeto de lograr el más rápido y efectivo tratamiento.

En carteles debidamente señalizados y mejor aún, si fuera posible, por medio de cartones individuales repartidos a cada operario, se recordarán e indicarán las instrucciones a seguir en caso de accidente. Primero, aplicar los primeros auxilios y segundo, avisar a los Servicios Médicos de empresa, propios o mancomunados, y comunicarlo a la línea de mando correspondiente de la empresa y, tercero, acudir o pedir la asistencia sanitaria más próxima.

Para cumplimiento de esta tercera etapa, en los carteles o en los cartones individuales repartidos, debidamente señalizados, se encontrarán los datos que siguen: Junto a su teléfono, dirección del Centro Médico más cercano, Servicio Propio, Mutua Patronal, Hospital o Ambulatorio. También con el teléfono o teléfonos, servicios más cercanos de ambulancias y taxis. Se indicará que, cuando se decida la evacuación o traslado a un Centro Hospitalario, deberá advertirse telefónicamente al Centro de la inminente llegada del accidentado.
En los trabajos alejados de los Centros Médicos se dispondrá de un vehículo, en todo momento, para el traslado urgente de los accidentados.

1.3.16. OTROS COMPROMISOS QUE DEBE ASUMIR FORMALMENTE EL CONTRATISTA.

El contratista deberá asumir los siguientes compromisos en su Plan de Seguridad y Salud:

- Compromiso de adecuar permanentemente el Plan en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos, de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir en la obra o cuando una de las empresas subcontratistas lo soliciten por considerar que algunos o todos los riesgos que entraña su forma de realizar las actividades subcontratadas no están contemplados en el Plan.
- Compromiso de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico. Así mismo, sólo podrán utilizar los equipos de trabajo aquellos trabajadores que cuenten con la debida habilitación para ello.
- Compromiso de garantizar que, antes del inicio de un tajo, tanto sus trabajadores, como los de las empresas subcontratistas, dispongan de los equipos de protección individual y colectiva previstos en el Plan para el desempeño de sus funciones, y de vigilar de manera especial, a través de su organización preventiva en obra, que se hace un uso efectivo de los mismos.
- Compromiso del contratista, caso de utilizar en la obra trabajadores provenientes de empresas de trabajo temporal, siempre en actividades sin riesgos especiales, de no permitir el inicio de su actividad sin tener constancia documental de que han recibido las informaciones correspondientes a los riesgos laborales inherentes a su trabajo y de las medidas preventivas previstas para combatirlos, así como de que poseen la formación específica necesaria y cuentan con un estado de salud compatible con el puesto de trabajo a desempeñar, y de vigilar mediante su organización preventiva estos aspectos caso de que la utilización la vayan a hacer las empresas subcontratistas.

- Información e investigación de accidentes. Compromiso que debe asumir el contratista en el Plan de que sus recursos preventivos en la obra procedan a facilitar al promotor, en el plazo máximo de cinco días un informe sobre los accidentes leves e incidencias graves que se hayan producido en su obra; idéntico compromiso, a cumplimentar en el plazo más inmediato que se pueda desde el momento de su producción, los accidentes graves y muy graves (según criterio de los recursos preventivos) así como los mortales, utilizando vía telefónica y, en el plazo improrrogable de 24 horas, el informe escrito correspondiente de tales accidentes. Además, la organización preventiva del contratista deberá facilitar mensualmente los índices de siniestralidad, se ajunta a modo de ejemplo los modelos utilizados por el Ministerio de Fomento para tal fin.

MINISTERIO DE FOMENTO — DATOS SOBRE SINIESTRALIDAD LABORAL

DATOS ESPECÍFICOS E ÍNDICES MENSUALES DE OBRA

ÓRGANO DIRECTIVO / ENTIDAD: Dirección General de Carreteras
UNIDAD: Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid

Obra:

Clave de la obra: Provincia:

Contratista:

Fecha de inicio de obra: Fecha de finalización:

2.003	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem	octubre	noviem	diciemb
Trabajadores (T)												
Horas trabajadas en el mes (H)												
Accidentes en jornada de trabajo con baja (A)												
Accidentes in itinere												
Accidentes mortales en jornada de trabajo (M)												
Jornadas no trabajadas por accidentes en jornada de trabajo con baja (J)												
Indice de incidencia												
Indice de frecuencia												
Indice de gravedad												
Duración media de las bajas												
Indice de incidencia accidentes mortales												
Indice de frecuencia accidentes mortales												

T= Trabajadores de la empresa y subcontratados.
J= Jornadas no trabajadas, incluso sabados y domingos, durante el tiempo de baja, no considerando las jornadas no trabajadas por los accidentes in itinere y si por las recaidas.

MINISTERIO DE FOMENTO — DATOS SOBRE SINIESTRABILIDAD LABORAL

RELACIÓN MENSUAL DE ACCIDENTES DE TRABAJO LEVES Y GRAVES CON O SIN BAJAS

ÓRGANO DIRECTIVO / ENTIDAD: Dirección General de Carreteras
UNIDAD: Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid

MES-AÑO:

CLAVE: OBRA: Hoja:

Nombre del trabajador	Edad	Ocupación	Empresa (1)	Antigüedad empresa años-meses	Antigüe. obra (meses)	Fecha accidente (2)	Momento (3)	Forma (4)	Lesión (5)	Parte afectada (6)	Gravedad (leve o grave)	Fecha baja (7)	Fecha alta (8)	Jornadas no trabajadas (9)

(1) Escribir: **1** si pertenece a la empresa que figura como contratista, **2** si pertenece a una empresa subcontratista o **3** si se trata de un trabajador autónomo.
(2) Si se tratase de una recaída con baja, escribir, en lugar de una fecha, la inicial **R**.
(3) Escribir: **I** si se trata de un accidente in itinere o **JT** si se trata de un accidente ocurrido durante la jornada de trabajo.
(4) Escribir: **C** (caída), **D** (desplome), **H** (herramientas y equipos), **V** (vehículos), **S** (sobreesfuerzos), **O** (otras) o **P** (patologías no traumáticas), según corresponda.
Caída (Caída de persona al mismo nivel, caída de persona a diferente nivel), desplome (desplome-derrumbamiento, caída de objetos en manipulación, caída de objetos por desprendimiento), herramientas y equipos (pisadas sobre objetos, golpes por objetos o herramientas, proyección de: fragmentos o partículas, choques contra objetos, atrapamiento por o entre objetos, contactos térmicos, contactos eléctricos), vehículos (atropamiento por vuelco de vehículos, atropellos o golpes por vehículos), patologías no traumáticas (infartos, derrames cerebrales, etcétera, siempre: que tengan lugar dentro de la jornada laboral o in itinere).
(5) Escribir: **F** (fractura), **E** (torcedura, esguince o distensión), **L** (lumbalgia), **TI** (conmoción traumatismo interno), **OH** (otras heridas), **C** (contusión o aplastamiento), **CEX** (cuerpos extraños), **ELEC** (efectos de la electricidad), **LM** (lesiones múltiples) u **OT** (otros), según corresponda.
(6) Escribir: **Cabeza, tronco, MS** (si se trata de miembros superiores) o **MI** (si se trata de miembros inferiores), según corresponda. **Cabeza** (cráneo, cara y ojos), **tronco** (cuello, tórax, espalda, abdomen y región lumbar), **miembros superiores** (manos y brazos), **miembros inferiores** (pies y piernas).
(7) Si se tratase de un accidente de trabajo ocurrido sin baja médica se dejará sin rellenar esta columna y las siguientes.
(8) Si el alta no se produce en el mismo mes que la baja, en la hoja correspondiente a los meses siguientes figurará SÓLO el nombre del trabajador, la fecha de la baja y el alta cuando se produzca, contabilizando las jornadas perdidas cada uno de los meses.
(9) Corresponden a accidentes o recaídas durante el mes. Se obtienen por diferencia entre la fecha del alta y la de la baja o por cómputo desde la baja hasta final de mes si el alta no se produce el mismo mes de la baja, incluso festivos.

MINISTERIO DE FOMENTO — DATOS SOBRE SINIESTRALIDAD LABORAL

MODELO PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO GRAVE O MORTAL

ÓRGANO DIRECTIVO / ENTIDAD: Dirección General de Carreteras
UNIDAD Demarcación de Carreteras de Madrid

Obra:

Clave de la obra: Provincia:
Contratista:

DATOS DEL ACCIDENTADO

Nombre: Edad: Ocupación:
Empresa a la que pertenece: Subcontratista: SI ☐ NO ☐
Trabajador Autónomo: SI ☐ NO ☐

Antigüedad en la empresa: Años: Meses: Meses de antigüedad en la obra:

DATOS DEL ACCIDENTE

Fecha del accidente: En jornada de trabajo ☐ In itinere(al ir o volver del trabajo) ☐

Lugar del accidente: Centro de trabajo ☐ Desplazamiento durante la jornada laboral ☐
Otro centro o lugar de trabajo ☐ In itinere ☐

Descripción del accidente:

Forma de ocurrencia (1):
caída ☐ desplome ☐ herramientas y equipos ☐ vehículos ☐ sobreesfuerzos ☐ otras ☐
patologías no traumáticas ☐

Naturaleza de la lesión:
fractura ☐ torcedura, esguince o distensión ☐ lumbalgia ☐ conmoción o tramaumatismo interno ☐
otras heridas ☐ contusión o aplastamiento ☐ cuerpos extraños ☐ efectos de la electricidad ☐
lesiones múltiples ☐ otros ☐

Partes del cuerpo afectadas (2): cabeza ☐ tronco ☐ miembros superiores ☐ miembros inferiores ☐

Grado de lesión: Grave ☐ Mortal ☐

Causas del accidente:

Medidas preventivas para evitar su repetición:

(1) Caída (Caída de persona al mismo nivel, caída de persona a diferente nivel), desplome (desplome-derrumbamiento, caída de objetos en manipulación, caída de objetos por desprendimiento), herramientas y equipos (pisadas sobre objetos, golpes por objetos o herramientas, proyección de: fragmentos o partículas, choques contra objetos, atrapamiento por o entre objetos, contactos térmicos, contactos eléctricos), vehículos (atropamiento por vuelco de vehículos, atropellos o golpes por vehículos), patologías no traumáticas (infartos, derrames cerebrales, etcétera, siempre: que tengan lugar dentro de la jornada laboral o in itinere).
(2) Cabeza (cráneo, cara y ojos), tronco (cuello, tórax, espalda, abdomen y región lumbar), miembros superiores (manos y brazos), miembros inferiores (pies y piernas).

MINISTERIO DE FOMENTO — DATOS SOBRE SINIESTRABILIDAD LABORAL

ESQUEMA DE INFORME DE ACCIDENTE QUE DEBERA ELABORAR EL CONTRATISTA

DATOS OBRA

Órgano directivo / entidad: Dirección General de Carreteras

Unidad: Demarcación de Carreteras de Madrid

Obra:

Clave de la obra:

Provincia:

Contratista:

DATOS DEL ACCIDENTADO

Nombre:

Edad:

Empresa a la que pertenece (si fuese una empresa subcontratista indicarlo expresamente e indicar, si fuese el caso, la cadena de subcontratación a partir del contratista principal):

Antigüedad en la empresa: Años: Meses:

Meses de antigüedad en la obra:

Trabajo que realiza Habitualmente el accidentado:

DATOS DEL ACCIDENTE

Gravedad (grave o mortal):

Fecha del accidente:

Hora del accidente:

Hora de trabajo (1ª, 2ª, etc.):

Momento del accidente (indicando si se ha producido durante la jornada de trabajo o indicar si ha ocurrido en el centro de trabajo habitual, en un desplazamiento durante la jornada laboral o en otro centro o lugar de trabajo):

Presencia de mandos o coordinadores de actividad o tarea:

Descripción del accidente:

Lesiones:

Rescate, evaluación y asistencia:

Causas del accidente (indicar, si fuera el caso, si el accidente ocurriocoincidiendo con una alteración de la rutina de trabajo, especificando porque se decidio tal alteración):

Medidas preventivas para evitar su repetición:

- Compromiso del contratista de vigilar, mediante su organización preventiva en obra, que tanto sus trabajadores, como los de las empresas subcontratistas, cumplen las prescripciones contenidas en el Plan de seguridad y salud de la obra.
- Compromiso de elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida acreditativa del cumplimiento de los compromisos asumidos en el Plan de seguridad y salud.

1.3.17. DERECHO DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El contratista en su Plan de Seguridad y Salud desarrollará los procedimientos a seguir para cumplir con las obligaciones establecidas por la Legislación al respecto.

1.3.18. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES.

El contratista en su Plan de Seguridad y Salud deberá prever los riesgos y las medidas de prevención de aquellas unidades constructivas que surjan con motive de los previsibles trabajos posteriores a la terminación de la obra, como son los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, cuyas unidades constructivas están relacionadas en este Estudio.

1.2 RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LAS MÁQUINAS, DE LOS MEDIOS AUXILIARES Y DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES.

Se respetará obligatoriamente, en todo momento, las instrucciones de uso de los diferentes equipos de trabajo y maquinaria.
El Contratista en su Plan de Seguridad propondrá los procedimientos a seguir para que sólo las personas que cuenten con autorización puedan utilizar la maquinaria específica, existiendo en todo caso autorizaciones para la utilización de la maquinaria y equipos de trabajo.

1.3.19. MÁQUINAS

1.3.19.1. Bulldozer

Riesgos

- Atropellos.
- Deslizamientos incontrolados.
- Vuelcos.
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Colisión contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento y otros).
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Proyección de objetos.

- Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (afecciones respiratorias).
- Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- Los caminos de circulación interna de la obra se mantendrán en buen estado de forma que se evite la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos.
- Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90 grados respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina, gases procedentes de la combustión.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La intención de moverse se indicará con el claxón (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.

Protecciones

Protecciones Individuales

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de polietileno (sólo cuando exista riesgo de golpes en la cabeza y al descender de la máquina).
- Cinturón elástico antivibratorio.

- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas impermeables (terrenos embarrados).
- Calzado de conducción de vehículos.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Mandil de cuero o de P.V.C. (operaciones de mantenimiento).
- Botas de seguridad con puntera reforzada (operaciones de mantenimiento).
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.2. Retroexcavadora / Zanjadora

Riesgos

- Atropello.
- Atrapamiento.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Proyecciones.
- Desplomes de tierras a cotas inferiores.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Desplomes de taludes sobre la máquina.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas).
- Atropellos y colisiones, en maniobra de marcha atrás y giro.
- Caída de material desde la cuchara.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Vuelco de la máquina.
- Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- Los caminos de circulación interna de la obra se mantendrán en buen estado de forma que se evite la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos.
- Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90 grados respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- No se admitirán en esta obra retroexcavadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina, gases procedentes de la combustión.
- Las retroexcavadoras en esta obra estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la retro con la cuchara sin apoyar en el suelo.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la retro con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La intención de moverse se indicará con el claxón (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Durante la excavación del terreno en la zona la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara, estará situado en la parte trasera de la máquina.
- Se prohíbe desplazar la retro, si antes no se ha apoyado sobre la máquina la cuchara, en evitación de balanceos.
- Se prohíbe estacionar la retro, como norma general, a menos de tres metros del borde de barrancos, hoyos, zanjas y similares.
- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de zanjas estando dentro del radio de acción del brazo de la retro.

- En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.
- Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche suficientemente su corte antes de comenzar otro más abajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.
- Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.
- La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.
- Cuando se circula con retroexcavadora de orugas deben de actuar las ruedas cabillas en la parte trasera para que las cadenas, en contacto con el suelo, estén en tensión.
- Por la razón antes mencionada cuando se usa cucharón retroexcavador, las ruedas cabillas deben estar en la parte delantera (extremo de trabajo).
- Se debe cargar el material en los camiones de manera que la cuchara nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
- Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retro a menos de 2 m del borde del corte superior de una zanja o trinchera para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.3. Rozadora

Riesgos

- Atropello.
- Atrapamiento.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Proyecciones.
- Desplomes de tierras a cotas inferiores.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Desplomes de taludes sobre la máquina.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas).
- Atropellos y colisiones, en maniobra de marcha atrás y giro.
- Vuelco de la máquina.
- Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos.
- Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90 grados respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- No se admitirán en esta obra rozadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina, gases procedentes de la combustión.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Las rozadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Las rozadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.4. Pala cargadora

Riesgos

- Atropello.
- Atrapamiento.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Proyecciones.
- Desplomes de tierras a cotas inferiores.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Desplomes de taludes sobre la máquina.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas).
- Atropellos y colisiones, en maniobra de marcha atrás y giro.
- Caída de material desde la cuchara.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Vuelco de la máquina.
- Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- Los caminos de circulación interna de la obra se mantendrán en buen estado de forma que se evite la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- No se admitirán en esta obra palas cargadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina, gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.
- Las palas cargadoras en esta obra estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente.
- Se prohibe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada, sin apoyar en el suelo.
- Las palas cargadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe expresamente dormitar bajo la sombra proyectada por las palas cargadoras en reposo.
- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Si se cargan piedras de tamaño considerable, se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- La batería quedará desconectada la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta cuando la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.
- Los conductores, antes de realizar nuevos recorridos, harán a pie el camino con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones verticales u horizontales de la cuchara.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.

- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.5. Camión basculante

Riesgos

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Contacto con líneas eléctricas, electrocuciones.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras.
- Vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad.

Las normas a tener en cuenta para la utilización de camiones basculantes son:

- Al efectuar reparaciones con el basculante levantado, deberán utilizarse mecanismos que impidan su desblocaje: puntales de madera, perfiles calzados, cadenas de sustentación, etc., que impidan con la caída de la misma el atrapamiento del mecánico o del conductor que realiza esta labor.
- Al bascular en vertederos, deberán siempre colocarse unos topes o cuñas que limiten el recorrido marcha atrás. Así mismo, para esta operación debe estar aplicado el freno de estacionamiento.
- Al efectuarse las operaciones de carga, en todos los vehículos dotados de visera protectora, el conductor del vehículo deberá permanecer dentro de la cabina. En todos los vehículos no dotados de esta protección, el conductor permanecerá fuera a distancia conveniente que impida el riesgo de caída de materiales.
- Después de efectuar la descarga y antes del inicio de la marcha será imprescindible bajar el basculante. Esto evita la avería de las botellas y el choque con elementos de altura reducida, origen de gran número de accidentes.
- A fin de evitar atropellos en las maniobras de marcha atrás todas estas máquinas deberán estar dotadas de luz y bocina para esa marcha.

- Durante los trabajos de carga y descarga no deberán permanecer personas próximas a las máquinas para evitar el riesgo de atropello o aplastamiento.
- Se elegirá el camión adecuado a la carga a transportar y el número de ellos.
- Se dará siempre paso a la unidad cargada y efectuar los trabajos en la posición adecuada: para palas de sistema rígido y palas de cadenas, su eje debe formar 150º con el frente donde trabaja la máquina.
- Medas articuladas deben ser perpendiculares al eje de carga; para palas de ruedas de cha
- Se prestará atención especial al tipo y uso de neumáticos. Si el camión ha de someterse a paradas o limitaciones de velocidad, se debe utilizar neumáticos tipo radial calculando el índice de Tm/Km/h, esto permite disminuir el calentamiento de los mismos.
- Para evitar los riesgos por fatiga o rotura de la suspensión, las cajas se cargarán de manera uniforme repartida evitando descargas bruscas, que desnivelen la horizontalidad de la carga. Queda expresamente prohibido encaramarse en los laterales de la caja del camión durante las operaciones de carga.
- Para evitar riesgos de vuelco del camión o de vertido de la carga sin control se vigilará que no se realicen vaciados de caja con movimientos simultáneos de avance o el retroceso con la caja en movimiento ascendente o descendente.
- Para evitar el riesgo de polvo ambiental la carga se regará superficialmente con agua, al igual que los caminos de circulación interna de la obra.
- Para prevenir los riesgos por sobrecarga, se prohibe expresamente cargar los caminos dumper por encima de la carga máxima marcada por el fabricante.
- En todos los trabajos, el conductor deberá estar cualificado y dotado de medios de protección personal. En particular casco y calzado antideslizante.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

El conductor del vehículo:

- Usará casco cada vez que baje del camión.
- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de la máquina y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga echará el freno de mano.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- No habrá nadie cerca del camión al maniobrar.
- Si descarga material en las proximidades de zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00, garantizada esta mediante topes.
- Es conveniente que, además de la preceptiva luz de marcha atrás, tenga en la obra una sirena de marcha atrás.

1.3.19.6. Motoniveladora

Riesgos

- Atropello.
- Vuelco.
- Caídas por pendientes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Incendio y quemaduras.
- Atrapamientos.
- Ruido, polvo y vibraciones.
- Caídas de personas a distinto nivel.

Medidas preventivas

- Esta máquina, como en general todas las provistas de cuchilla, es muy difícil de manejar, por este motivo se debe disponer de personal especializado y habituado a su uso.
- Las motoniveladoras están diseñadas para mover materiales ligeros y efectuar refinos. No debe nunca utilizarse como bulldozer, esta situación anómala es la causa de gran parte de accidentes y del deterioro de la máquina.
- El refino de taludes debe realizarse no sobrepasando alturas que puedan ser causa de desprendimientos de materiales y accidentes.
- Estas máquinas no deberán sobrepasar en ningún caso pendientes laterales superiores al 40%.
- Dispondrá de un extintor en cabina.
- La máquina deberá estar alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Si se carece de visibilidad, los movimientos de marcha atrás deberán ser realizados con ayuda de un señalista.
- No se realizarán nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La motoniveladora puede volcar.
- No se transportarán personas.
- Antes de realizar una pasada de cuchilla sobre el terreno, se comprobarán las tablas de inclinaciones de la cabina. No se sobrepasarán los límites marcados en ellas, por el riesgo de vuelco.
- Se podrá volcar la caja de marchas o dirección cuando esté parado.
- En todas las operaciones, el maquinista deberá estar cualificado y dotado de medios de protección personal. En particular, casco y botas antideslizantes.
- Dispondrá de cartel adhesivo indicativo de “Prohibido permanecer en el radio de acción de está máquina”.

- Dispondrán de dispositivo de aviso sonoro, y de luz indicadora de marcha atrás.

Normas de seguridad para el operador durante los trabajos.

- Circulará con precaución y a velocidad moderada, sobre todo en las proximidades de taludes o zanjas, con la cuchilla levantada a 10 cm. del suelo.
- No dejará subir a nadie en la máquina cuando esté circulando.
- Cuidará que nadie permanezca en la zona de trabajo de la máquina.
- En caso de trabajar de noche, deberá tener el alumbrado en condiciones, y deberá colocar señales rojas que indiquen que la cuchilla sobresale de la máquina.
- En caso de desplazamientos largos colocará el bulón de seguridad.
- Evitará detener la máquina en pendientes.
- Cuidará especialmente las maniobras de marcha atrás, para evitar atropellos y colisiones.
- Las operaciones de mantenimiento y reparaciones deberán ser siempre efectuadas con la máquina parada, apoyando previamente la cuchilla en el suelo.
- El operario encargado de indicar el lugar de basculado de los camiones y del trabajo de la extendedora se situará de forma que no corra riesgo de ser atropellado por ninguno de los vehículos y máquinas que llegan y trabajan en el vertedero.
- Deberá efectuar todas las revisiones y comprobaciones necesarias para el correcto mantenimiento de la máquina, prestando especial atención a los avisadores acústico y luminoso.
- Al finalizar la jornada o durante los descansos observará las siguientes normas:

  a) Apoyar la cuchilla y ripper en el suelo.
  b) La batería debe quedar desconectada.
  c) Freno de aparcamiento.
  d)

- Cuando la máquina se encuentre averiada se señalizará con un cartel de **"MÁQUINA AVERIADA".**
- Se suspenderán los trabajos de replanteo cuando la máquina esté trabajando.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección

- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.7. Compactador / Rodillo vibratorio / Pisón vibrante.

Riesgos

- Atropellos.
- Quemaduras.
- Vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.
- Incendios.
- Ruido y vibraciones.

Medidas preventivas

Normas de actuación durante los trabajos.

- Está máquina aparecerá en la obra probablemente por subcontrato. También puede ser de propiedad de la empresa principal. En cualquier caso, tomar precauciones para hacer cumplir las previsiones y evitar los accidentes.
- Se seguirán las siguientes medidas preventivas:
- Los conductores de los rodillos vibrantes serán operarios de probada destreza en el manejo de estas máquinas, en prevención de los riesgos por impericia.
- A los conductores de los rodillos vibrantes se les hará entrega de la siguiente normativa preventiva. Del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa, (o Jefatura de Obra).

Normas de seguridad para los conductores de las compactadoras

- Conduce usted una máquina peligrosa. Extreme su precaución para evitar accidentes.
- Para subir o bajar a la cabina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal menester. Evitará caídas y lesiones.
- No acceda a la máquina encaramándose por los rodillos. Puede sufrir caídas.
- No salte directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona. Si lo hace, puede fracturarse los talones y eso es un accidente grave.
- No trate de realizar “ajustes” con la máquina en movimiento o con el motor en marcha, puede sufrir lesiones.
- No permita el acceso a la compactadora de personas ajenas y menos a su manejo. Pueden accidentarse o provocar accidentes.
- No trabaje con la compactadora en situación de avería o semiavería.
- Repárela primero, luego, reanude su trabajo. No corra riesgos innecesarios.

- Para evitar las lesiones durante las operaciones de mantenimiento, ponga en servicio el freno de mano, bloquee la máquina, pare el motor extrayendo la llave de contacto. Realice las operaciones de servicio que se requieren.
- No guarde combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, pueden producirse incendios.
- No levante la tapa del radiador en caliente. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causarle quemaduras graves.
- Protéjase con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión. Utilice además gafas antiproyecciones.
- Cambie el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío. Evitará quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si debe manipularlos, no fume ni acerque fuego.
- Si debe tocar el electrólito, (líquidos de la batería), hágalo protegido con guantes impermeables. Recuerde, el líquido es corrosivo.
- Si debe manipular en el sistema eléctrico, pare el motor y desconéctelo extrayendo la llave de contacto. Evitará lesiones.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite. El aceite del sistema hidráulico es inflamable.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de los rodillos.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.
- Ajuste siempre el asiento a sus necesidades, alcanzará los controles con menos dificultad y se cansará menos.
- Utilice siempre prendas de protección personal que le indique el Vigilante de Seguridad de la obra.
- Compruebe siempre, antes de subir a la cabina, que no hay ninguna persona dormitando a la sombra proyectada por la máquina.
- Las compactadoras a utilizar en esta obra estarán dotadas de cabinas antivuelco y antiimpactos.
- Las cabinas antivuelco serán indicadas específicamente para este modelo de máquina por el fabricante.
- Las cabinas antivuelco utilizadas no prestarán deformaciones por haber resistido algún vuelco.
- Las compactadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.
- Se prohíbe expresamente el abandono del rodillo vibrante con el motor en marcha.
- Se prohíbe el transporte de personas ajenas a la conducción sobre el rodillo vibrante.
- Se prohíbe el acceso a la conducción con vestimentas sin ceñir, cadenas, pulseras, anillos, relojes, porque pueden engancharse en los salientes o en los controles.
- Los rodillos vibrantes utilizados en esta obra, estarán dotados de luces de marcha adelante y retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de rodillos vibrantes, en prevención de atropellos.
- Se prohíbe expresamente dormitar a la sombra proyectada por el rodillo vibrante en estación, en prevención de accidentes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.8. Máquinas herramientas

Riesgos

- Contacto con la energía eléctrica.
- Erosiones en las manos.
- Cortes.
- Los derivados de los trabajos con polvo ambiental.
- Pisadas sobre materiales (torceduras, cortes).
- Los derivados del trabajo con producción de ruido.
- Quemaduras.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Vibraciones.

Medidas preventivas

- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas o mediante engranajes mecánicos, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica dispuesta de

tal forma que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.

- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas, en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán motor parado para evitar accidentes.
- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramienta eléctricas a utilizar en esta obra estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Si alguna máquina-herramienta no estuviera protegida eléctricamente mediante doble aislamiento, tendrá su carcasa (de protección del motor eléctrico etc.) conectada a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- En ambientes húmedos, la alimentación para las máquinas- herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformado a 24 V.
- Las máquinas-herramienta a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes.
- En prevención de los riesgos de inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Las herramientas accionadas mediante compresor se utilizarán a una distan mínima del mismo de 10 m. (como norma general), para evitar el riesgo por a: nivel acústico.
- Se prohíbe la utilización de herramientas accionadas mediante combustible líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante demás estarán siempre protegidas por su correspondiente carcasa anti-contactos eléctricos.
- El transporte aéreo mediante gancho (grúa) de las máquinas- herramientas (sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola reflejada en el interior de una batea emplintada resistente para evitar el riesgo de caída de la carga.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- En general la adecuada a la función de la herramienta.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Gafas de seguridad antipolvo.
- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Protectores auditivos.

- Mascarilla filtrante.
- Máscara antipolvo con filtro mecánico específico recambiable.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.19.9. Apisonadora manual

Riesgos

- Vibraciones en miembros y órganos internos del cuerpo.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Sobreesfuerzo.
- Proyección de objetos y/o partículas.
- Golpes por objetos o herramientas.

Medidas preventivas

Estas máquinas pequeñas de gobierno y seguimiento a pie, no están exentas de riesgo. Al personal que deba controlar las pequeñas compactadoras, se les hará entrega de la siguiente normativa preventiva. Del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa.

Normas de seguridad de los trabajadores que manejen los pisones mecánicos

- Antes de poner en funcionamiento el pisón asegúrese de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras. Evitará accidentes.
- Guíe el pisón en avance frontal, evite los desplazamientos laterales. La máquina puede descontrolarse y producir lesiones.
- El pisón produce ruido. Utilice siempre cascos o taponcillos antirruido. Evitará perder agudeza de oído o quedar sordo.
- El pisón puede atraparle el pie. Utilice siempre calzado con la puntera reforzada.
- No deje el pisón a ningún operario, por inexperto puede accidentarse y accidentar a los demás.
- La posición de guía puede hacerle inclinar un tanto la espalda. Utilice una faja elástica y evitará el “dolor de riñones”, la lumbalgia.
- El personal que deba manejar los pisones mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de esta máquina.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo.
- Chaleco fluorescente.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla protectora.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.
- Tapas y carcasas protectoras de la máquina.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.10. Martillo neumático

Riesgos

- Vibraciones en miembros y en órganos internos del cuerpo.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Sobreesfuerzos.
- Rotura de manguera bajo presión.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Proyección de objetos y/o partículas.
- Caídas a distintos nivel.
- Caídas de objetos sobre otros lugares.
- Derrumbamiento del objeto (o terreno) que se trata con el martillo.
- Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad.

Esta máquina además de los riesgos que de por sí tiene, queda condicionada a los riesgos inherentes al elemento sobre el que actúa. Se tendrán presente los riesgos derivados de la forma del elemento a demoler (a taladrar o romper), en conjunto con la ubicación exacta del puesto de trabajo.

- Se acordonará (o cerrará totalmente, según casos), la zona bajo los tajos de martillos, en prevención de daños a los trabajadores que pudieran entrar en la zona de riesgo de caída de objetos.
- Cada tajo con martillos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones.
- Los trabajadores que de forma continuada realicen los trabajos con el martillo neumático, serán sometidos a un examen médico mensual para detectar posibles alteraciones (oídos, órganos internos, huesos, articulaciones, etc.).
- A los operarios encargados de manejar los martillos neumáticos, se les hará entrega de la siguiente normativa preventiva. Del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa, (o Jefatura de Obra).

Medidas de seguridad para los operarios de martillos neumáticos

El trabajo que va a realizar puede desprender partículas que dañen el cuerpo por las aristas cortantes y gran velocidad de proyección. Evite las posibles lesiones utilizando las siguientes o prendas de protección personal:

- Ropa de trabajo cerrada.
- Gafas antiproyecciones.
- Mandil, manguitos y polainas de cuero.
- Igualmente, el trabajo que realiza comunica vibraciones a su organismo. Protéjase de posibles lesiones internas utilizando:
- Faja elástica de protección de cintura, firmemente ajustada.
- Muñequeras bien ajustadas.
- La lesión que de esta forma puede evitar es, el doloroso lumbago (dolor de riñones) y las distensiones musculares de los antebrazos (muñecas abiertas, también sumamente molestas.
- Para evitar las lesiones en los pies, utilice unas botas de seguridad.
- Considere que el polvillo que se desprende, en especial el más invisible, que sin duda lo hay aunque no lo perciba, puede dañar seriamente sus pulmones. para evitarlo, utilice una mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Si su martillo está provisto de culata de apoyo en el suelo, evite apoyarse a horcajadas sobre ella. Impida recibir más vibraciones de las inevitables.
- No deje su martillo hincado en el suelo, pared o roca. Piense que al querer después extraerlo puede ser muy difícil.
- Antes de accionar el martillo, asegúrese de que está perfectamente amarrado el puntero.
- Si observa deteriorado o gastado, en su puntero, pida que se lo cambien, evitará accidentes.
- No abandone nunca el martillo conectado al circuito de presión. Evitará accidentes.
- No deje el martillo a compañeros inexpertos, considere que al utilizarlo, pueden lastimarse seriamente.

- Compruebe que las conexiones de la manguera están en correcto estado.
- Evite trabajar encaramado sobre muros, pilares y salientes. Pida que le monten plataformas de ayuda, evitará caídas.
- El personal que debe manejar los martillos neumáticos será especialista en estas máquinas, en prevención de los riesgos por impericia.
- Se prohíbe el uso de martillos neumáticos al personal no autorizado en previsión de los riesgos por impericia.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, el uso de martillo neumático en las excavaciones en presencia de líneas eléctricas enterradas a partir de ser encontrada la "banda" o "señalización de aviso" (unos 80 m por encima de la línea).
- Se prohíbe expresamente dejar los martillos neumáticos abandonados hincados en los paramentos que rompen, en previsión de desplomes incontrolados.
- Se prohíbe expresamente, aproximar el compresor a distancias inferiores a 15 m (como norma general), del lugar de manejo de los martillos para evitar la conjunción del ruido ambiental producido.
- La circulación personal en las proximidades del tajo de los martillos, se encauzará por el lugar más alejado posible.
- Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el terreno circundante (o elementos estructurales o no próximos), para detectar la posibilidad de desprendimientos de tierra y roca por la vibración transmitida al entorno.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Calzado reforzado.
- Mandil de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Protecciones auditivas.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Se acordonará la zona bajo los tajos de martillos, en prevención de daños a los trabajadores que pudieran entrar en la zona de riesgo de caída de objetos.
- Vigilancia en las inmediaciones de la zona de trabajo, dependencias o plantas vecinas y colocación de las protecciones complementarias que pudieran ser necesarias.
- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.19.11. Compresor

Riesgos

- Vibraciones
- Ruido.
- Rotura de mangueras
- Atrapamientos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad.

- Los compresores se ubicarán en los lugares señalados para ello, en prevención de riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.
- El arrastre directo para ubicación del compresor por los operarios, se realizará a una distancia nunca inferior a los 2 metros, del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos. Si la lanza de arrastre carece de rueda o pivote de nivelación, se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Los compresores a utilizar serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir la contaminación acústica.
- Las carcasas protectoras de los compresores, estarán siempre instaladas en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada a la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m. en su entorno, instalándose señales de "obligatorio el uso de protectores auditivos" para sobrepasar la línea de limitación.
- Los compresores (no silenciosos) se ubicarán a una distancia mínima de trabajo de martillos no inferior a 15 m.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir sin grietas o desgastes que puedan producir un reventón.
- El Vigilante de Seguridad controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.
- Los mecanismos de prevención o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.

- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas (a 4 o más metros de altura), en los cruces sobre los caminos de la obra.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de polietileno, con protectores auditivos incorporados.
- Taponcillos auditivos.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Inspección y registro de máquina en buen estado (motor, resguardos, ruido, etc.)
- Ubicación alejada de herramientas que utilicen el aire comprimido
- Calzado del compresor
- Zona de trabajo acordonada.
- Tacos antideslizantes.
- Extintor de incendios.

1.3.19.12. Camión grúa

Riesgos

- Vuelco de la grúa
- Atrapamientos.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos (verticales u horizontales).
- Falta de estabilidad por mal calzo de los apoyos
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán inclinaciones del 20% como norma general.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe estacionar (o circular con), el camión grúa a distancias inferiores a 2 m del corte del terreno, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5m.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

Normas de seguridad para los operadores del camión grúa

- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.
- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista.
- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello. Evitará las caídas.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones segados.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad (siempre que abandone la máquina).
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.

- Calzado de seguridad antideslizante.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Demarcación de la zona de trabajo de la pluma impidiendo el paso de personas por debajo del brazo y de la carga.
- Persona o personas que auxilien al maquinista en las maniobras de elevación y depósito de las cargas.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.13. Grúa automóvil

Riesgos

- Vuelco
- Atrapamientos.
- Caídas a distinto nivel
- Atropello de personas.
- Caída de la carga.
- Golpes por la carga.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Quemaduras
- Caídas al subir o bajar de la cabina

Medidas preventivas

Se tendrán en cuenta las especificaciones contenidas en el R.D. 837/03. La empresa Contratista deberá designar el Jefe de maniobras formado al efecto, que dirija y controle las operaciones realizadas con este tipo de equipos.

Deberá existir un responsable del estrobaje de la carga, que cuente con conocimientos y experiencia contrastada al respecto.

Normas básicas de seguridad

Ante el riesgo de vuelco

Se admite que una grúa es segura contra el riesgo de vuelco cuando, trabajando en la arista de vuelco más desfavorable, no vuelca en tanto se cumplen las condiciones impuestas por su constructor,

entendiéndose por arista de vuelco más desfavorable aquélla de las líneas definidas por dos apoyos consecutivos cuya distancia a la vertical que pasa por el centro de gravedad de toda la máquina, es menor. Esta distancia, para cada posición y alcance de la pluma, es más pequeña cuanto mayor es el ángulo que forma el plano horizontal con el definido por la plataforma base de la grúa y como el momento de vuelco tiene por valor el producto de dicha distancia por el peso total de la máquina, es de vital importancia que su nivelación sea adecuada para que el mínimo momento de vuelco que pueda resultar sobre la arista más desfavorable durante el giro de la pluma sea siempre superior al máximo momento de carga admisible, que en ningún caso deberá sobrepasarse.

Sobre el terreno

Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras.

El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm. de espesor y 1.000 mm. de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior.

Sobre los apoyos

Al trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecuen a las normas establecidas por el fabricante.

Asimismo en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél, además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.

Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aún cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos, los brazos soportes de aquéllos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.

En la maniobra

La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una aproximación por exceso, cubicándola y aplicándole un peso específico entre 7,85 y

8 Kg/dm^3 para aceros. Al peso de la carga se le sumará el de los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, etc.).

Conocido el peso de la carga, el gruista verificará en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.

En operaciones tales como rescate de vehículos accidentados, desmantelamiento de estructuras, etc., la maniobra debe realizarse poniendo en ella una gran atención pues si la carga está aprisionada y la tracción no se ejerce verticalmente, el propio ángulo de tiro puede ser causa de que sobre la arista de trabajo se produzca un momento de carga superior al máximo admisible.

Por otra parte deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se realice de forma armoniosa, es decir sin movimientos bruscos pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

En cualquier caso, cuando el viento es excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

Ante el riesgo de precipitación de la carga

Generalmente la caída de la carga se produce por enganche o estrobado defectuosos, por roturas de cables u otros elementos auxiliares (eslingas, ganchos, etc.) o como consecuencia del choque del extremo de la flecha o de la propia carga contra algún obstáculo por lo que para evitar que aquélla llegue a materializarse se adoptarán las siguientes medidas:

Respecto al estrobado y elementos auxiliares

El estrobado se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables. El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso 120º debiéndose procurar que sea inferior a 90º. En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real.

Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc.) tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos.

Respecto a la zona de maniobra

Se entenderá por zona de maniobra todo el espacio que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación. Esta zona deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

Si el paso de cargas suspendidas sobre las personas no pudiera evitarse, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de que puedan ponerse a salvo de posibles desprendimientos de aquéllas.

Cuando la maniobra se realiza en un lugar de acceso público, tal como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo-auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.

Respecto a la ejecución del trabajo

En toda maniobra debe existir un encargado, con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirle, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, si su complejidad así lo requiere.

El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distingan de los restantes operarios.

Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra y sus ayudantes como el gruista, quién a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas. Generalmente se utiliza el código de señales definido por la Norma UNE 003

Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible al extremo de la flecha, con el fin de reducir lo máximo posible la actuación del dispositivo de Fin de Carrera, evitando así el desgaste prematuro de contactos que puede originar averías y accidentes.

Cuando la maniobra requiere el desplazamiento del vehículo-grúa con la carga suspendida, es necesario que los maquinistas estén muy atentos a las condiciones del recorrido (terreno no muy seguro o con desnivel, cercanías de líneas eléctricas), mantengan las cargas lo más bajas posible, den numerosas y eficaces señales a su paso y estén atentos a la combinación de los efectos de la fuerza de inercia que puede imprimir el balanceo o movimiento de péndulo de la carga.

Ante el riesgo eléctrico

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m. si la tensión es igual o superior a 50 Kv. y a menos de 3 m. para tensiones inferiores. Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio
durante el tiempo que requieran los trabajos y, de no ser factible, se protegerá la línea mediante una pantalla de protección.

En caso de contacto de la flecha o de cables con una línea eléctrica en tensión, como norma de seguridad el gruista deberá permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio ya que en su interior no corre peligro de electrocución. No obstante si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultáneo entre ésta y tierra.

Mantenimiento preventive

El mantenimiento adecuado de todo equipo industrial tiene como consecuencia directa una considerable reducción de averías, lo cual a su vez hace disminuir en la misma proporción la probabilidad de que se produzcan accidentes provocados por aquéllas. Tiene por ello gran importancia

realizar el mantenimiento preventivo tanto de la propia máquina como de los elementos auxiliares en los que, como mínimo, constará de las siguientes actuaciones:

De la máquina

Además de seguir las instrucciones contenidas en el Manual de Mantenimiento en el que el constructor recomienda los tipos de aceites y líquidos hidráulicos que han de utilizarse y se indican las revisiones y plazos con que han de efectuarse, es de vital importancia revisar periódicamente los estabilizadores prestando particular atención a las partes soldadas por ser los puntos más débiles de estos elementos, que han de verse sometidos a esfuerzos de especial magnitud.

De los elementos auxiliares

Los elementos auxiliares tales como cables y aparejos de elevación en uso deben ser examinados enteramente por persona competente por lo menos una vez cada seis meses.

Con propósitos de identificación, de modo que puedan llevarse registros de tales exámenes, debe marcarse un número de referencia en cada elemento y en el caso de eslingas se fijará una marca o etiqueta de metal numerada. En el registro se indicará el número, distintivo o marca de cada cadena, cable o aparejo, la fecha y número del certificado de la prueba original, la fecha en que fue utilizado por primera vez, la fecha de cada examen así como las particularidades o defectos encontrados que afecten a la carga admisible de trabajo y las medidas tomadas para remediarlas.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Calzado reforzado.
- Guantes de cuero.
- Cinturón de seguridad, en caso de riesgo de caída.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Demarcación de la zona de trabajo de la pluma impidiendo el paso de personas por debajo del brazo y de la carga.

- Persona o personas que auxilien al maquinista en las maniobras de elevación y deposito de las cargas.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.14. Camión con plataforma

Riesgos

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Contacto con líneas eléctricas, electrocuciones.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras.
- Vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al subir o bajar de la cabina

Medidas preventivas

- Preste atención a cualquier elemento que se esté moviendo en su zona de trabajo.
- Tome precauciones adecuadas al manipular sustancias peligrosas (cementos, aditivos, taladrinas, anticongelantes, etc.) Reposte combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames.
- En caso de contacto de la máquina con un cable bajo tensión, no salga de la cabina si se encuentra dentro, o no se acerque a la máquina si se encuentra fuera.
- No tenga en funcionamiento la máquina sin asegurar la correcta ventilación y arrastre de los gases de escape.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías. Nunca desconecte una manguera o conducto bajo presión.
- Cuando una pieza sobresalga de las dimensiones del equipo hay que señalizarla convenientemente.
- Compruebe que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de sus órganos de trabajo.Circule con los implementos de forma que no le resten visión.
- Ajuste convenientemente los espejos retrovisores y demás elementos de visualización que disponga la máquina.
- Permanezca atento al tráfico que circula en la misma vía o colindantes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo
- Calzado reforzado.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- No habrá nadie cerca del camión al maniobrar.
- Es conveniente que, además de la preceptiva luz de marcha atrás, tenga en la obra una sirena de marcha atrás.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.15. Mesa de sierra circular

Riesgos

- Cortes.
- Golpes por objetos.
- Abrasiones.
- Atrapamientos.
- Emisión de partículas.
- Emisión de polvo.
- Ruido ambiental.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Los derivados de los lugares de ubicación.

Medidas preventivas

- La máquina tendrá en todo momento colocada, la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.
- Las sierras circulares en esta obra, no se ubicarán a distancias inferiores a 3 metros, como norma general, del borde de excavaciones, con la excepción de las que estén efectivamente protegidas (barandillas).
- Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra, estarán señalizadas mediante "señales de peligro" y rótulos con la leyenda: "PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS" en prevención de los riesgos por impericia.
- Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:
    - Carcasa de cubrición del disco
    - Cuchillo divisor del corte
    - Empujador de la pieza a cortar y guía

- Interruptor estanco
- Toma de tierra

El personal indicado con la máquina desconectada de la red eléctrica, comprobará diariamente el buen estado de los discos de corte, ordenando la sustitución inmediata de los deteriorados.

La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra, se realizará mediante mangueras antihumedad, dotados de clavijas estancas, a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar riesgos de tipo eléctrico.

La toma de tierra de las mesas de sierra se realizará a través del cuadro eléctrico general o del de distribución, en combinación con los disyuntores diferenciales.

Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre lugares encharcados, para evitar los riegos de caídas y los eléctricos.

Se limpiarán las zonas afectadas de restos de material procedente de los corte mediante barrido y apilado para su carga sobre bateas emplintadas o para vertido mediante trompas de vertido.

Normas de seguridad para el manejo de la sierra de disco:

- Antes de poner la máquina en servicio comprobar que no está anulada la conexión a tierra: en caso afirmativo avisar al Vigilante de Seguridad para que s. subsanado el defecto, y no trabajar con la sierra, para evitar el riesgo de accidentes por causa de electricidad.
- Compruebe que el interruptor eléctrico es estanco en caso de no serlo actúe como en el caso anterior para evitar accidentes eléctricos.
- Utilice el empujador para manejar la madera; de no hacerlo, existe el riesgo c cortarse los dedos.
- No retire la protección del disco de corte. Si la madera "no pasa" el cuchillo divisor está mal montado. Pida que se lo ajusten.
- Si la máquina se detiene por algún fallo de la misma retirase de ella y avise al Vigilante de Seguridad para que sea reparada. No intente realizar ni ajustes reparaciones, puede sufrir accidentes. Desconecte el enchufe.
- Antes de iniciar el corte: con la máquina desconectada de la energía eléctrica gire el disco a mano. Haga que lo sustituyan si está fisurado rajado o le falta algún diente.
- Para evitar daños en los ojos solicite se le provea de unas gafas de seguridad antiproyección de partículas y úselas siempre que tenga que cortar.
- Extraiga previamente todos los clavos o partes metálicos hincadas en la madera: que desea cortar.

Normas específicas para sierra de corte de material cerámico:

- Comprobar que el disco par corte cerámico no está fisurado. De ser así solicite al Vigilante de Seguridad que se cambie por otro nuevo. Esta operación del realizarse con la máquina desconectada de la red eléctrica.
- Efectúe el corte a ser posible a la intemperie o en un local ventilado y siempre protegido con una mascarilla de filtro mecánico recambiable.
- Empapar de agua el material cerámico antes de cortar para evitar grandes cantidades de polvo.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Puesta a tierra de la máquina.
- Interruptor exterior de intemperie.

1.3.19.16. Equipo de soldadura por arco eléctrico

Riesgos

- Caídas desde altura.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura).

Medidas preventivas

- Todas las botellas de gases deben disponer como mínimo de dos válvulas antirretroceso.
- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas: del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra).

Normas de prevención de accidentes para los soldadores:

1) Dado que las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud. Protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.
2) No se debe mirar directamente el arco voltaico. La intensidad luminosa puede producir lesiones graves en los ojos.
3) No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producir graves lesiones en los ojos.
4) No se deben tocar las piezas recientemente soldadas: ya que pueden estar a temperaturas que podrían producir quemaduras serias.
5) Se debe soldar siempre en un lugar bien ventilado evitándose así intoxicaciones y asfixia.
6) Antes de comenzar a soldar se comprobará que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Se evitará así quemaduras fortuitas.
7) No "prefabricar" la "guindola de soldador" contactar con el Vigilante de Seguridad. Lo más probable es que exista una segura a su disposición en el almacén.
8) Nunca se debe dejar la pinza directamente en el suelo sobre la periferia. Se debe depositar sobre un portapinzas para evitar accidentes.
9) No se debe utilizar el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Se evitará el riesgo de electrocución.
10) Debe comprobarse que el grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
11) No anular la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldar porque salte disyuntor diferencial. Avise al Vigilante de Seguridad para que se revise 1 avería. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.
12) Se deberá desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que se haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar).
13) Se comprobará, antes de conectarlas al grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evitar las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.
14) No utilizar mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Si se deben empalmar las mangueras, proteger el empalme mediante "forrillos termorrectráctiles".
15) Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.
16) Utilizar las prendas de protección adecuadas Se suspenderán los trabajos de soldadura (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 km/h.

El taller de soldadura (taller mecánico) tendrá ventilación directa y constante, en prevención de los riesgos por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.

Las operaciones de soldadura a ejecutar (en condiciones normales), no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.

El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.

El taller de soldadura se limpiará directamente eliminando del suelo, clavos, fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.

El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de riesgo eléctrico y riesgos de incendios.

El personal encargado de soldar será especialista en montajes metálicos.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Pantalla facial con visor protección ultravioleta
- Guantes de soldador
- Buzo de tejido ignífugo
- Mandil, polainas y botas de soldador (de zafaje rápido).

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Mantas ignífugas y mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.
- Portaelectrodos completamente aislados.
- Equipo de soldar equipado con dispositivos reductores de tension (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).
- Zona limpia de material combustible.
- Extintor portátil de polvo polivalente ABC.
- Extracción localizada con expulsión al exterior o dotada de filtro electrostático si se trabaja en recintos cerrados.

1.3.19.17. Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte

Riesgos

- Caídas desde altura.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.

Medidas preventivas

Todas las botellas de gases deben disponer como mínimo de dos válvulas antirretroceso.

El suministro y transporte interno de obra de las botellas (o bombonas de gases licuados se efectuará según las siguientes condiciones:

1) Estarán las válvulas de corte protegidas con las válvulas antirretormo cumpliendo la NTP-132/85 del I.N.S.H.T.
2) No se mezclarán botellas de gases distintos

3) Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.
4) Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuara mediante carros portabotellas de seguridad
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol. Las botellas de gases licuados se acopiarán separados (oxígeno, acetileno, b no, propano) con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.
- El almacén de gases licuados se ubicará en el exterior de la obra (o en un 1L alejado de elementos estructurales que pudieran ser agredidos por accidente con ventilación constante y directa. Sobre la puerta de acceso, dotada de ce dura de seguridad (o de buen candado), se instalarán las señales de "peligro explosión" y "prohibido fumar".
- La persona cualificada controlará que en todo momento se mantengan en posición vertical todas las botellas de acetileno.
- A todos los operarios de soldadura oxiacetilénica o de oxicorte, se les entregará la siguiente lista de normas de prevención dando cuenta de la entrega a la

Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra):

Normas de prevención de accidentes para soldadura oxiacetilénica y el oxicorte:

1) Se deben utilizar siempre carros portabotellas, ya que el trabajo se realiza cómodo y seguro.
2) Debe evitarse que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura eliminarán posibilidades de accidente.
3) Deben utilizarse las prendas de protección personal.
4) No inclinar las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso.
5) No deben utilizarse las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen y ruedan de forma descontrolada
6) Antes de encender el mechero, se deberá comprobar que están correctamente realizadas las conexiones de las mangueras, se evitarán accidentes.
7) Antes de encender el mechero, se comprobará que están instaladas las válvulas antirretroceso, se evitarán explosiones.
8) Si se desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, deberán sumergirse bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas delatarán la fuga. Si es así, se sustituirán por mangueras nuevas.
9) No se abandonará el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cerrar el paso de gas y llevarlo a un lugar seguro, se evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.
10) Siempre se debe abrir el paso del gas mediante la llave de la botella. Si se utiliza otro tipo de herramienta se puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia no podrá controlar la situación.
11) No se debe permitir que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Para evitar posibles explosiones.
12) No deposite el mechero en el suelo. Solicite que le suministren un portamecheros al Vigilante de Seguridad.

13) Deberá estudiarse cual es la trayectoria más adecuada y segura para tender la manguera. Se evitarán accidentes.
14) Las mangueras de ambos gases se deberán unir entre sí mediante cinta adhesiva, para poder manejarla con mayor seguridad y comodidad.
15) No utilizar mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.
16) Se prohíbe utilizar acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco que parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo. El acetiluro de cobre.
17) Si debe desprender pinturas mediante el mechero, pida que le doten de mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos, para los compuestos de la pintura que va usted a quemar. No corra riesgos innecesarios.
18) Si se debe soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, se procurará hacerlo al aire libre o en un local bien ventilado para evitar intoxicaciones.
19) Las mangueras, una vez utilizadas, se recogerán en carretes adecuados.
20) Se prohíbe fumar durante las operaciones de soldadura y oxicorte, o cuando se manipulen mecheros y botellas, así como en el almacén de las botellas.
21) La conexión de mangueras se realizará por medio de abrazaderas, no por otro sistema como cinta aislante, alambre, etc.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Yelmo de soldador
- Pantalla de protección de sustentación manual
- Guantes de cuero
- Manguitos de cuero
- Polainas de cuero
- Mandil de cuero

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada
- Inspección previa del área de trabajo y retirada de material combustible
- Comprobación del equipo (mangueras, llaves, reguladores, etc.)
- Botellas esbeltas atadas o en carro

- Mecheros para soldadura mediante mezcla de oxígeno con gas dotados de válvulas antirretroceso de la llama en prevención del riesgo de explosión.
- El uso y almacenamiento de las botellas de gases en interior requerirá que el local correspondiente cuente con ventilación natural adecuada.

1.3.19.18. Dobladora mecánica de ferralla

Riesgos

- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes por el manejo y sustentación de redondos.
- Golpes por los redondos, (rotura incontrolada).
- Contactos de eléctrica.

Medidas preventivas

- La dobladora mecánica de ferralla se ubicará en un lugar sobre el que no pasen cargas suspendidas, próximo al lugar para acopio, cercano al banco o borriquetas de montaje. Este banco o borriquetas, debe estar en un lugar al que se acceda con el gancho de la grúa pero no llegar al de la dobladora.
- Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- Las dobladoras mecánicas de ferralla a instalar en esta obra serán revisadas semanalmente observándose especialmente la buena respuesta de los mandos.
- Las dobladoras mecánicas tendrán conectada a tierra todas sus partes metálicas, en prevención del riesgo eléctrico.
- La manguera de alimentación eléctrica de la dobladora se llevará hasta ésta de forma enterrada para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- A la dobladora mecánica de ferralla se adherirán las siguientes señales de seguridad:
  - “Peligro, energía eléctrica”, (señal normalizada).
  - “Peligro atrapamiento”, (señal normalizada).
  - Rótulo: No toque el “plato y tetones” de aprieto, pueden atraparle las manos.
- Si en la obra deben doblarse redondos de gran longitud, se debe considerar el riesgo que comporta una barra durante el recorrido que realiza durante la acción de doblar, pese a que pueda ser guiada por otro operario de ayuda al que maneja la dobladora.
- Se acotará mediante señales de peligro sobre pies derechos la superficie de barrido de redondos durante las maniobras de doblado para evitar que se realicen tareas y acopios en el área sujeta al riesgo de golpes por las barras.
- La descarga de la dobladora y su ubicación “in situ”, se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
- Si prevé la posibilidad de que la zona que se dedique a taller de ferralla pueda embarrarse, se recomienda instalar en torno a la dobladora mecánica de ferralla un

entablado de tabla de 5 cm, sobre una capa de gravilla, con una anchura de 3 m en su entorno.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Manoplas de cuero.
- Mandil de cuero
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Cinturones portaherramientas.
- Almohadillas para carga de objetos a hombro.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Conexión a tierra.
- Utilización de eslingas en su descarga

1.3.19.19. Hormigonera

Riesgos

- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.).
- Contactos con la energía eléctrica.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Salpicaduras en ojos.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad.

- Las hormigoneras pasteras no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros (como norma general), del borde (de excavación, zanja, vaciado y asimilables), para evitar los riesgos de caída a otro nivel.
- No se ubicarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa, para prevenir los riesgos por derrames o caídas de la carga.
- Tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión -correas, corona y engranajes-, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- La alimentación eléctrica se realizará a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución) eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.
- Las carcasas y demás partes metálicas estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.
- El cambio de ubicación de la hormigonera pastera a gancho de grúa, se efectuará mediante la utilización de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda de cuatro puntos seguros.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Botas antideslizantes.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Inspección y registro de máquina en buen estado (conexiones eléctricas, botoneras conexión de tierra, volantes, bastidor, pestillos, resguardos engranajes)

- El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a la intemperie y su conexionado a bornes perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa.
- Carcasa conectada a tierra.
- Calzado de la máquina

1.3.19.20. Camión hormigonera

Riesgos

- Atropellos de personas.
- Vuelco.
- Atrapamientos.
- Caídas desde el camión.
- Golpes en manejo de canaletas.
- Choques con otros vehículos.

Medidas preventivas

Las normas de utilización de los camiones hormigoneras son las siguientes:

- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios. Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberán pintarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, canaletas, etc.).
- Camión**:** el vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como el delantero.
- Los elementos para subir o bajar han de ser antideslizantes.
- Deben poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.
- Sistemas de alarmas para neumáticos con poco aire. Señal de marcha atrás audible por otros camiones.
- Las cabinas deben ser de una resistencia tal y estar instaladas de manera que ofrezcan una protección adecuada al conductor contra la caída de objetos.
- Las cabinas deben poseer sistema de ventilación y calefacción.
- La cabina debe estar provista de un asiento fijo para el conductor y para los pasajeros autorizados para viajar en ella.
- Los asientos deben estar construidos de forma que absorban en medida suficiente las vibraciones, tener respaldo y apoyo para los pies y ser cómodos.

Equipos de emergencia:

Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados como una capacidad mínima de 5 kg, herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.

Sobre elementos auxiliares:

Canaletas de salida del hormigón**:** Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hasta posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue. Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes. Las canaletas auxiliares deben ir situadas al bastidor del camión mediante cadenas con cierre y seguro de cierre. Después de cada paso de hormigón se deben limpiar con una descarga de agua.

Sobre el método de trabajo

Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa el camionero y operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendiente de las evaluaciones del mismo.

Si por la situación del gruista se debe acompañar en su bajada al cubilote esto se hará procurando no colocarse entre el cubilote y la parte trasera de la hormigonera para evitar atrapamientos entre ambos elementos. Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo.

Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar un balanceo imprevisto de la carga les golpee.

Sobre el manejo del camión

Cuando un camión circula por el lugar de trabajo es indispensable dedicar un obrero para que vigile que la ruta del vehículo esté libre antes de que éste se ponga en marcha hacia delante y sobre todo hacia atrás.

Los camiones deben ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos o que entrañen otros peligros, a lo largo de zanjas o taludes, en marcha atrás. No se debe bajar del camión a menos que: esté parado el vehículo y hay un espacio suficiente para apearse.

Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá: ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, llevar brazos o piernas colgando del exterior.

Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16 %, si el camión- hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha de forma continua. En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.

Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión-hormigonera el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta y caso necesario bloquear las ruedas mediante calzos.

En cuanto a los trabajos de mantenimiento utilizando herramientas manuales se deben seguir las siguientes normas: seleccionar las herramientas más adecuadas para el trabajo que ha de ser

ejecutado, cerciorarse de que se encuentran en buen estado. Cuando se utilizan pistolas de engrase a presión nunca se deben colocar las manos frente a las toberas de salida.

En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.

Cuando se hay fraguado el hormigón de una cuba por cualquier razón del operario que maneje el martillo neumático deberá utilizar cascos de protección auditiva de forma que el nivel máximo acústico sea de 80 dB.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco (cuando se baje del camión).
- Guantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Gafas cuando esté maniobrando en la cuba, o cerca de ella.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- No habrá nadie cerca del camión al maniobrar.
- Si descarga material en las proximidades de zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00, garantizada esta mediante topes.
- Es conveniente que, además de la preceptiva luz de marcha atrás, tenga en la obra una sirena de marcha atrás.

1.3.19.21. Bomba de hormigonado

Riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Ruido.
- Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno.
- Polvo ambiental.

- Rotura de la tubería (desgaste, sobrepresión, agresión externa)
- Contacto con la corriente eléctrica (equipos de bombeo por accionamiento a base de energía eléctrica)
- Proyecciones de objeto (reventón de tubería o salida de la pelota vibratoria)
- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco por proximidad a cortes y taludes.
- Deslizamiento por planos inclinados (trabajos en rampas y a media ladera).
- Vuelco por fallo mecánico (fallo de gatos hidráulicos o por su no instalación).
- Golpes por objetos que vibran (tolva, tubos oscilantes).
- Atrapamientos (labores de mantenimiento).
- Interferencia del brazo con líneas eléctricas aéreas (electrocución).
- Rotura de la manguera.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad.

- El personal encargado del manejo del equipo del bombeo será especialista en el manejo y mantenimiento de la bomba, en prevención de los accidentes por impericia.
- Los dispositivos de seguridad del equipo de bombeo, estarán siempre en perfectas condiciones de funcionamiento. Se prohíbe expresamente, su modificación o manipulación, para evitar los accidentes.
- La bomba de hormigonado, sólo podrá utilizarse para bombeo de hormigón según el "cono" recomendado por el fabricante en función de la distancia de transporte.
- Evitar que por un mayor rendimiento, se corran riesgos innecesarios, que por otra parte, influirán en la calidad del elemento construido.
- El brazo de elevación de la manguera, únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.
- Evite que el brazo pueda utilizarse a modo de "grúa" o de "elevador de personas" para la realización de trabajos puntuales.
- Las bombas para hormigón a utilizar en esta obra, habrán pasado una revisión anual en los talleres indicados para ello por el fabricante, demostrándose el hecho ante la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra).
- La ubicación exacta de la bomba, se estudiará a nivel de Plan de Seguridad, no obstante, se exigirá que el lugar cumpla por lo menos con los siguientes requisitos:
    - Que sea horizontal.
    - Como norma general, que no diste menos de 3 m del borde de un talud, zanja o corte del terreno (2 m de seguridad- 1 m, de paso de servicio como mínimo, medidos desde el punto de apoyo de los gatos estabilizadores siempre, más salientes que las ruedas).
    - Todos los fabricantes coinciden en que la bomba para hormigón debe quedar montada horizontalmente. No obstante, admiten ciertas pendientes. En caso de pendientes, prevea que además, de los gastos estabilizadores, se bloqueen las ruedas con calzos para asegurar la total inmovilidad de máquina.
    - El vigilante antes de iniciar el bombeo de hormigón comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante calzos y los gatos estabilizadores en posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado, en prevención de los riesgos por trabajar en planos inclinados.

- La zona de bombeo, quedará totalmente aislada de los viandantes, en prevención de daños a terceros.
- Al personal encargado del manejo de la bomba de hormigón, se le hará entrega de la siguiente normativa de prevención. Copia del recibí en conforme se entregará a la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra)

Normas de seguridad para el manejo del equipo de bombeo de hormigón

- Antes de iniciar el suministro asegúrese de que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva asegúrese de que está instalada la parrilla, evitará accidente.
- No toque nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si debe efectuar trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero pare el motor de accionamiento, purgue la presión del acumulador a través del grifo, luego efectúe la tarea que se requiera.
- No trabaje con el equipo de bombeo en posición de avería o de semiavería. Detenga el servicio, pare la máquina. Efectúe la reparación, sólo entonces debe seguir suministrando hormigón. (Si el motor de la bomba es eléctrico:)
  - Antes de abrir el cuadro general de mando asegúrese de su total desconexión, evitará graves accidentes.
  - No intente modificar o puentear los mecanismos de protección eléctrica; si lo hace, sufrirá probablemente algún accidente al reanudar el servicio.
  - Compruebe diariamente, antes del inicio del suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante un medidor de espesores. Los reventones de la tubería pueden originar accidents serios.
  - Desconfíe de su buen tino al medir el buen estado de una tubería mediante golpeteo. Puede estar usted acostumbrado a un ruido determinado y no percibir claramente la diferencia. Utilice el medidor de espesores, es más seguro.
  - Para el suministro siempre que la tubería esté desgastada, cambie el tramo y reanude el bombeo. Evitará serios accidentes.
  - Recuerde que para comprobar el espesor de una tubería es necesario que no esté bajo presión. Invierta el bombeo y podrá comprobar sin riesgos.
  - Si debe bombear a gran distancia, antes de suministrar el hormigón, pruebe los conductos bajo la presión de seguridad. Evitará accidentes.
  - Respete el texto de todas las placas de aviso instaladas en la máquina. El Vigilante de Seguridad, será el encargado de comprobar que para presiones mayores a 50 bares sobre el hormigón (bombeo en altura), se cumplen las siguientes condiciones y controles:
  - Que están montados los tubos de presión definidos por el fabricante para ese caso en concreto.
  - Efectuar una presión de prueba al 30% por encima de la presión normal de servicio (prueba de seguridad).
  - Comprobar y cambiar en su caso (cada aproximadamente 1.000 m, ya bombeados), los acoplamientos, juntas y codos.

- Las conducciones de vertido de hormigón por bombeo, a las que puedan aproximarse operarios a distancias inferiores a 3 m quedarán protegidas por resguardos de seguridad, en prevención de accidentes.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de "tapones" de hormigón.

Además:

- Señalizar los movimientos de la máquina.
- Zonas de circulación lisas, horizontales y libre de obstáculos.
- Cables de sección adecuada, y en correcto estado.
- Revisiones periódicas del estado de las poleas.
- Mantenimiento preventivo de los mecanismos hidráulicos.
- Motores en funcionamiento tapados.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Botas antideslizantes e impermeables.
- Guantes de goma o de P.V.C.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Fijación sólida de la tubería.
- Control de la boca de vertido.
- Control de presión de los manómetros.
- Dispositivo de recogida de bola (limpieza tubería).

1.3.19.22. Vibrador

Riesgos

- Vibraciones en miembros.
- Ruido.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Caídas a distintos nivel.
- Caídas de objetos sobre otros lugares.
- Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno.

Medidas preventivas

Se conectará a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 v.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Botas antideslizantes.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Vigilancia en las inmediaciones de la zona de trabajo, dependencias o plantas vecinas y colocación de las protecciones complementarias que pudieran ser necesarias.

1.3.19.23. Proyector de mortero y hormigones

Riesgos

- Aplastamiento, cortaduras y golpes con elementos móviles.
- Quemaduras.
- Exposición a sustancias nocivas (cemento, aditivos, polvo,…).
- Electrocución
- Atropellos o golpes con partes móviles.

Medidas preventivas

Condiciones y forma correcta de utilización del equipo

Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.

No ponga en marcha la máquina, ni acciones los mandos si no se encuentra ubicado en el puesto del operador.

Preparación para arrancar la máquina

Antes de empezar a trabajar con la máquina, no olvide efectuar las siguientes comprobaciones:

- Presión de los neumáticos.
- Funcionamiento de los frenos.
- Fugas en los circuitos hidráulicos, de combustible y de refrigeración.
- Correcto funcionamiento de todos los mandos.
- Niveles de: combustible, lubricantes, líquido de frenos, circuito hidráulico, circuito de refrigeración y filtro de admisión del motor.
- Funcionamiento correcto de los dispositivos de alarma y señalización

Estacionamiento de la máquina

- El maquinista no debe abandonar la máquina con el motor en marcha.
- No libere los frenos de la máquina si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- Cierre bien la máquina, quite las llaves y asegure la máquina contra vandalismo y utilización no autorizada.
- Si durante la utilización de la máquina observa cualquier anomalía, comuníquelo inmediatamente a su superior.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.

- Mascarilla protectora.
- Mono de trabajo.
- Chaleco fluorescente.
- Protectores auditivos.
- Gafas antipartículas.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Mantener limpias los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplazar los que falten.
- No ajustar la máquina con el motor en marcha.
- Maquinaria con rejillas y chapas de protección para evitar el contacto con piezas móviles.
- Tacos de inmovilización de ruedas.
- No guardar trapos grasientos ni combustibles en la máquina, pueden incendiarse.

1.3.19.24. Pilotadora / Micropilotadora

Riesgos

- Vuelco de la máquina en sus desplazamientos
- Atropamientos por las partes móviles de los motores.
- Atropellos y golpes en los desplazamientos de la máquina.
- Contactos con cables aéreos o subterráneos.
- Golpes y heridas por rotura de cables.
- Golpes por defecto de las poleas.
- Golpes por defectos de los mecanismos hidráulicos.

Medidas preventivas

- Las operaciones de carga y descarga sobre camión, de la máquina pilotadora, se ejecutarán en los lugares señalados para tal menester en los planos; sobre el área compactada en prevención de los riesgos por asiento o desequilibrio.
- Las operaciones de carga y de descarga sobre camión, estarán dirigidas por un especialista de probada pericia en este tipo de maniobras, en prevención de accidentes.
- Evitar que estas maniobras se realicen sin la obligada supervisión técnica, en especial, si se deben utilizar las grúas autopropulsadas o camiones grúa.

- Las zonas de excavación en lo posible, se mantendrán limpias y ordenadas. Para ello, se utilizará en coordinación con lo pilotadora, una pala cargadora que retire los productos provinientes de la excavación, para su transporte al vertedero. Un vigilante de Seguridad, realmente operativo, puede dar una gran juego en esta fase de obra.
- El Vigilante de Seguridad será el encargado de supervisar el cumplimiento durante estas maniobras de la prevención diseñada.
- Se prohíbe expresamente transportar a personas sobre la máquina de excavación de los pozos, en prevención del riesgo de caída.
- Se prohíbe expresamente, la permanencia de personas a menos de 5 m (como norma general), del radio de acción de la máquina, en prevención de los riesgos de golpes o de atrapamiento.
- Las operaciones de mantenimiento se efectuarán con el trépano apoyado sobre el suelo, nunca en suspensión, en prevención de los riesgos por golpe y atrapamiento por desplome o vuelco.
- El personal interviniente en esta fase, será especialista en la ejecución de pozos para pilotaje en prevención del riesgo por impericia.
- Las muelas del taladro se mantendrán en buen estado, sustituyendo los trépanos deteriorados para su reparación por otros en buen estado, en prevención de los riesgos por incorrecto o mala extracción de tierra sobre la helicoide.
- El Vigilante de Seguridad, revisará antes del inicio de cada turno de trabajo el estado del cableado de suspensión y maniobra, (aprietos, casquillos, espiras, tambores de enrollamiento, guardacabos).
- La guía para el centrado en el punto exacto para la excavación del pozo, será realizada por dos hombres mediante sogas de gobierno, que permitirán el centrado del trépano en el lugar deseado sin necesidad de tocarlo con las manos, en prevención de golpes, caídas atrapamientos.
- El Vigilante de Seguridad supervisará e indicará cual es el lugar más adecuado para el vertido de las tierras procedentes de la excavación.
- Se prohíbe expresamente, el arrastre de las “camisas” de los pozos, la operación de encamisado se realizará izando el tubo en posición vertical, y guiándolo con cuerdas de gobierno por dos operarios evitando tocarla directamente con las manos.
- La zona de excavación de pilotes quedará cerrada al acceso del personal a la apertura de pozos, mediante una clausura efectiva.
- Tener la previsión precedente si la obra va a construirse en cadena; es decir, que simultanea la excavación de pilotes en un extremo, mientras en el contiguo, por ejemplo, se procede a montar ferralla.
- El riesgo de caída de personas en el interior de los pozos, en el lapso de tiempo existente entre la apertura y el relleno con la ferralla y al hormigón, se evitará, cubriendo el hueco mediante un entablonado de escuadría de 7 x 20 cm trabado entre sí y encajado en el pozo para evitar desplazamientos.
- La medida precedente puede sustituirse efizcamente mediante el recercado con barandillas portátiles; (si son “tipo Ayuntamiento”, se debe controlar que los ángulos estén firmemente unidos para evitar vuelcos).
- Otra solución será la construcción de barandillas tradicionales sobre los pies derechos con recercado completo, de tal forma, que permitan el desplazamiento a brazo sin necesidad de desmontarlas para los cambios de ubicación.

- La zona de pozos abiertos quedará dotada de señalización nocturna, apoyada con la suficiente cartelería de aviso de riesgos.
- Todo el personal que deba intervenir en esta fase en la obra, será instruido en los riesgos existentes del entorno.
- Al maquinista de la pilotadora se le entregará la siguiente normativa de actuación preventiva antes del inicio de los trabajos. Del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa, (o Jefatura de Obra).

Normas de seguridad para los maquinistas de la pilotadora

- Para subir o bajar de la cabina utilice los peldaños y asideros para tal fin, evitará caer.
- No suba o baje saltando directamente, puede accidentarse.
- No suba encaramándose sobre el tren de rodadura de cadenas.
- Sube o baje de la máquina de forma frontal y asiéndose con ambas manos, es más seguro.
- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina. Pueden lesionarse, o producir accidentes.
- No trabaje con la pilotadora en situación de avería o semiavería. Repare primero, luego, reinice el trabajo.
- Para evitar accidentes durante el mantenimiento, apoye el trépano en el suelo, pare los motores, ponga el freno de mano y bloquee la máquina, a continuación, realice las operaciones de servicio que se requieran.
- No arrastre el trépano o las camisas, no es seguro. Ícelas y transpórtelas en vertical sin balancear.
- No permita el trabajo o estancia de personas entorno de la pilotadora, pueden sufrir lesiones. Aleje a sus ayudantes hacia las zonas seguras.
- No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pilotadora, puede originar incendios.
- En caso de calentamiento del motor, recuerde que no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, si lo abre, puede causarle graves lesiones.
- Evite tocar el líquido anticorrosión; si debe hacerlo, protéjase con guantes y gafas antiproyecciones. Evitará lesiones.
- Recuerde que el aceite del cárter está caliente cuando el motor lo está. Cámbielo únicamente una vez frío.
- No fume cuando manipules en la batería, puede incendiarse ni cuando abastece de combustible. Los gases desprendidos son inflamables.
- No toque el electrólito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo por algún motivo, hágalo protegido con guantes.
- Si debe manipular por alguna causa el sistema eléctrico, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- Si utiliza para limpieza aire a presión, protéjase con una mascarilla antipolvo de filtro recambiable, ropa de trabajo, mandil, botas y guantes de goma, (o P.V.C.)
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde, que los líquidos de las baterías desprenden gases inflamables. La batería puede llegar a explosionar por chisporroteos.
- No se admitirán en esta obra pilotadoras que no vengan provistas de cabina antivuelco y antiimpactos de seguridad.
- Las protecciones de la cabina antivuelco para cada modelo de pilotadora, serán las diseñadas expresamente por el fabricante para ese modelo.

- Las protecciones de la cabina antivuelco, no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco o impacto, para que se autorice el comienzo de los trabajos.
- Si las cabinas antivuelco que se presenten sobre maquinaria vieja son de nueva creación, controlar la veracidad y existencia de la homologación.
- Se revisarán periódicamente, todos los puntos de escape del motor para tener seguridad de que el maquinista no respira gases tóxicos en el interior de la cabina.
- La pilotadora estará dotada de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente.
- La pilotadora estará dotada de un extintor de incendios de polvo químico seco.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Calzado reforzado.
- Guantes de cuero.
- Cinturón de seguridad, en caso de riesgo de caída.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- No habrá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.27. Bituminadora / Extendedora.

Riesgos

- Atropellos.
- Vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.
- Ruido y vibraciones.

Medidas preventivas

Normas de actuación durante los trabajos.

No se permite la permanencia sobre la extendedora en marcha a otra persona que no sea su conductor, para evitar accidentes por caída.

Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos en la tolva estarán dirigidos por un especialista en previsión de los riesgos por impericia. Todas las plataformas de estancia o para seguimiento y ayuda al extendido asfáltico, estarán bordeadas de barandillas tubulares en prevención de las posibles caídas, formadas por pasamanos de 90 cm de altura barra intermedia y rodapié de 15 cm desmontable para permitir una mejor limpieza.

Se prohíbe expresamente, el acceso de operarios a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.28. Excavadora

Riesgos

- Atropello.
- Atrapamiento.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Proyecciones.

- Desplomes de tierras a cotas inferiores
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Desplomes de taludes sobre la máquina.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas).
- Atropellos y colisiones, en maniobra de marcha atrás y giro.
- Caída de material desde la cuchara.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Vuelco de la máquina.
- Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- Los caminos de circulación interna de la obra se mantendrán en buen estado de forma que se evite la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos. Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90 grados respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- No se admitirán en esta obra retroexcavadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina, gases procedentes de la combustión.
- Las retroexcavadoras en esta obra estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la retro con la cuchara sin apoyar en el suelo.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la retro con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.

- La intención de moverse se indicará con el claxón (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Durante la excavación del terreno en la zona la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara, estará situado en la parte trasera de la máquina.
- Se prohíbe desplazar la retro, si antes no se ha apoyado sobre la máquina la cuchara, en evitación de balanceos.
- Se prohíbe estacionar la retro, como norma general, a menos de tres metros del borde de barrancos, hoyos, zanjas y similares.
- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de zanjas estando dentro del radio de acción del brazo de la retro.
- En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.
- Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche suficientemente su corte antes de comenzar otro más abajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.
- Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.
- La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.
- Cuando se circula con retroexcavadora de orugas deben de actuar las ruedas cabillas en la parte trasera para que las cadenas, en contacto con el suelo, estén en tensión.
- Por la razón antes mencionada cuando se usa cucharón retroexcavador, las ruedas cabillas deben estar en la parte delantera (extremo de trabajo).
- Se debe cargar el material en los camiones de manera que la cuchara nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
- Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retro a menos de 2 m del borde del corte superior de una zanja o trinchera para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas antideslizantes.
- Gafas de protección contra el polvo.
- Asiento anatómico.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Está prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Se colocará la señal de máquina trabajando.
- Deberá poseer luz y sirena de marcha atrás.

1.3.19.29. Equipo completo de maquinaria de perforación en desmonte

Riesgos

- Pisada sobre objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposiciones a sustancias nocivas.

Medidas preventivas

- Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Toda manipulación debe hacerse imperativamente con el motor parado.
- Hay que vigilar que nadie, salvo él se encuentre dentro de su radio de acción de trabajo.
- Trabajar únicamente con buenas condiciones de visibilidad y de luz. Trabajar pausadamente y prudentemente para evitar poner a las demás personas en peligro. Vigilar que la posición sea estable en el suelo; se prohíbe trabajar en cualquier posición de desequilibrio.
- No dejar abandonada una máquina con el motor funcionando, ni tan siquiera al ralentí. Para el motor cuando ya no se utilice la máquina. Después de parar el motor, esperar el paro completo de las partes giratorias si es necesario.
- Antes de cambiar de herramientas, para el motor imperativamente. No tocar jamás una parte en movimiento con la mano o con otra parte del cuerpo.

Normas generales de seguridad

- Cuando se este en el área de trabajo, utilización de los equipos de protecciones personal; botas, mono de trabajo y chaleco fluorescente.
- Uso de ropa de trabajo ajustada. No llevar anillos, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos, etc.

- No manipular un depósito de carburante, ni tocar el carburante para rellenar o por cualquier otra causa, en una zona donde existan: peligro de incendio (por ejemplo: cigarros encendidos, soplete, chispas, etc…), o materia incandescentes, o de temperatura elevada (por ejemplo: restos de soldaduras, escorias, diversa, etc… Estas intervenciones deberán hacerse siempre en el exterior y en lugares bien ventilados.
- Cuando se vuelve a poner carburante en máquinas que anteriormente han sido calentadas, no se debe llenar nunca los depósitos al máximo.
- No sobrepasar la mitad o lastres cuartas partes de la capacidad.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor.
- En caso de ser necesario usar unos cascos protectores y mascarilla protectora.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo.
- Chaleco fluorescente.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla protectora.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Zonas de trabajo señalizadas convenientemente.
- Queda prohibido fumar durante la realización de los trabajos.
- Extintor presente en el tajo.

1.3.19.37. Máquina para clavar montantes metálicos

Riesgos

- Pisada sobre objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.

- Golpes por objetos o herramientas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas preventivas

Utilización de la máquina

- Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Toda manipulación debe hacerse imperativamente con el motor parado.
- Hay que vigilar que nadie, salvo él se encuentre dentro de su radio de acción de trabajo.
- Cuando se trabaja sujetar la máquina con las dos manos, con el fin de dominar en todo momento la misma, y poder conducirla de manera segura.
- Trabajar únicamente con buenas condiciones de visibilidad y de luz. Trabajar pausadamente y prudentemente para evitar poner a las demás personas en peligro. Vigilar que la posición sea estable en el suelo; se prohíbe trabajar en cualquier posición de desequilibrio.
- Evitar las posiciones de trabajo en las cuales las fugas de gases podrían tocar las partes del cuerpo sin proteger. Evitar todo contacto con las partes calientes del motor, en particular con los escapes.
- Antes de cambiar de herramientas, para el motor imperativamente. No tocar jamás una parte en movimiento con la mano o con otra parte del cuerpo.

Normas generales de seguridad

- Usar el calzado adecuado.
- Cuando se este en el área de trabajo, utilización de los equipos de protecciones personal; botas, mono de trabajo y chaleco fluorescente.
- Uso de ropa de trabajo ajustada. No llevar anillos, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos, etc.
- El cambio de la boca, deben de hacerse con el motor imperativamente

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo.
- Chaleco fluorescente.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla protectora.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Los equipos cuyo peso excede de 25 kg serán portadas por dos o más operarios.
- Zonas de trabajo señalizadas convenientemente.
- Queda prohibido fumar durante la realización de los trabajos.
- Extintor presente en el tajo.

1.3.19.42. Camión cisterna

Riesgos

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras.
- Vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas

- Se prestará atención especial al tipo y uso de neumáticos.
- En todos los trabajos, el conductor deberá estar cualificado y dotado de medios de protección personal. En particular casco y calzado antideslizante.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

El conductor del vehículo:

- Usará casco cada vez que baje del vehículo.
- Chaleco fluorescente.
- Calzado antideslizante

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- No habrá nadie cerca del vehículo al maniobrar.
- Es conveniente que, además de la preceptiva luz de marcha atrás, tenga en la obra una sirena de marcha atrás.

1.3.19.43. Vehículo todoterreno

Riesgos

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras.
- Vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas

- Se prestará atención especial al tipo y uso de neumáticos.
- En todos los trabajos, el conductor deberá estar cualificado y dotado de medios de protección personal. En particular casco y calzado antideslizante.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Usará casco cada vez que baje del vehículo.
- Chaleco fluorescente.
- Calzado antideslizante

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- No habrá nadie cerca del vehículo al maniobrar.
- Es conveniente que, además de la preceptiva luz de marcha atrás, tenga en la obra una sirena de marcha atrás.

1.3.19.44. Motobomba

Riesgos

- Ruido.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Caídas a distintos nivel.
- Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno.

Medidas preventivas

Se conectará a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 v.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Gafas antipartículas.
- Botas antideslizantes e impermeables.
- Guantes impermeables.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Vigilancia en las inmediaciones de la zona de trabajo, dependencias o plantas vecinas y colocación de las protecciones complementarias que pudieran ser necesarias.

1.3.19.46. Grupo electrógeno

Riesgos

- Vibraciones.
- Ruido.
- Rotura de mangueras.
- Atrapamientos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad.

- Los grupos electrógenos se ubicarán en los lugares señalados para ello, en prevención de riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.
- El arrastre directo para ubicación del grupo electrógeno por los operarios, se realizará a una distancia nunca inferior a los 2 metros, del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- La zona dedicada a la ubicación del grupo electrógeno, quedará acordonada en un radio de 4 m. en su entorno, instalándose señales de “obligatorio el uso de protectores auditivos” para sobrepasar la línea de limitación.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir sin grietas o desgastes que puedan producir un reventón.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de polietileno, con protectores auditivos incorporados.
- Taponcillos auditivos.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Inspección y registro de máquina en buen estado (motor, resguardos, ruido, etc.)
- Extintor de incendios.

1.3.19.49. Equipo de maquinaria auxiliar para túneles

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos y golpes por objetos o herramientas:
- Atropellos o golpes con vehículos:
- Ruido y polvo

Medidas preventivas

Condiciones y forma correcta de utilización del equipo.

No realizar movimientos bruscos.
No sobrepasar la carga máxima admisible dada por el fabricante.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo.

- Chaleco fluorescente.
- Protectores auditivos.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CIP/96.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada
- Las labores de mantenimiento realizarlas tomando las debidas precauciones.

1.3.19.51. Plataforma móvil elevadora (Tijera)

Riesgos

- Caídas de personas al mismo y/o distinto nivel
- Caída de objetos desprendidos, por manipulación y desplome.
- Golpes y contactos contra elementos móviles, inmóviles, objetos y/o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos.
- Ruidos y vibraciones

Medidas preventivas

- Las partes móviles de la máquina estarán protegidas y señalizadas para impedir el acceso de los operarios a las mismas.
- No se autorizarán estas máquinas como grúa para levantar pesos, de forma no autorizada.
- La plataforma dispondrá de barandilla perimetral de 0,90 m de altura con pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- La plataforma dispondrá de dos velocidades de desplazamiento, siendo la lenta la que se utilice con la plataforma elevada.
- La plataforma dispondrá de puertas de acceso a la superficie de trabajo (no serán cuerdas ni cadenas). Estas puertas permanecerán cerradas durante los trabajos.
- La plataforma será manejada y utilizada por personal especializado.
- Tendrá doble mando en base y plataforma, bloqueadas por una llave única.
- Los operarios dispondrán de información suficientemente comprensible para la segura utilización de la máquina.
- Se dispondrá de certificado acreditativo que garantice que la máquina está en buenas condiciones de uso y que ha pasado las revisiones periódicas reglamentarias para este tipo de máquinas.
- Se realizará un mantenimiento correcto de las partes móviles y de los diferentes elementos de la estructura de la máquina.

- Si es posible dispondrá de un control de horizontalidad mediante plataforma autonivelante

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo.
- Chaleco fluorescente.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada

1.3.19.52. Plataforma móvil elevadora (Brazo telescópico)

Riesgos

- Caídas de personas al mismo y/o distinto nivel
- Caída de objetos desprendidos, por manipulación y desplome.
- Golpes y contactos contra elementos móviles, inmóviles, objetos y/o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Ruidos y vibraciones.

Medidas preventivas

- Las partes móviles de la máquina estarán protegidas y señalizadas para impedir el acceso de los operarios a las mismas.
- No se autorizarán estas máquinas como grúa para levantar pesos, de forma no autorizada.
- La plataforma dispondrá de barandilla perimetral de 0,90 m de altura con pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- La plataforma dispondrá de dos velocidades de desplazamiento, siendo la lenta la que se utilice con la plataforma elevada.
- La plataforma dispondrá de puertas de acceso a la superficie de trabajo (no serán cuerdas ni cadenas). Estas puertas permanecerán cerradas durante los trabajos.

- La plataforma será manejada y utilizada por personal especializado.
- Tendrá doble mando en base y plataforma, bloqueadas por una llave única.
- Los operarios dispondrán de información suficientemente comprensible para la segura utilización de la máquina.
- Se dispondrá de certificado acreditativo que garantice que la máquina está en buenas condiciones de uso y que ha pasado las revisiones periódicas reglamentarias para este tipo de máquinas.
- Se realizará un mantenimiento correcto de las partes móviles y de los diferentes elementos de la estructura de la máquina.
- Si es posible dispondrá de un control de horizontalidad mediante plataforma autonivelante

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo.
- Chaleco fluorescente.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada

1.3.19.53. Montaje y Desmontaje de Maquinaria

Riesgos

- Caídas al mismo y/o distinto nivel
- Caída de objetos
- Electrocución
- Atropamientos
- Ruido
- Vibraciones

Medidas preventivas

El montaje y desmontaje tiene que realizarse de manera segura, especialmente mediante el cumplimiento de las instrucciones del fabricante. Si en maquinaria antigua no se dispone de manual de instrucciones, sería preciso elaborar instrucciones que contemplen:

- La secuencia de tareas a seguir
- El procedimiento para desmontar cada elemento
- Los medios auxiliares que se requieran
- Los peligros que puedan aparecer

Los operarios deben poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad a todos los lugares necesarios para montar y desmontar los diferentes elementos de la máquina.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo y guantes.
- Chaleco fluorescente.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada

1.3.19.54. Mantenimiento de Maquinaria

Riesgos

- Caídas al mismo y/o distinto nivel
- Caída de objetos
- Electrocución
- Atropamientos
- Ruido
- Vibraciones

Medidas preventivas

Las operaciones de mantenimiento, ajuste, revisión o reparación deben realizarse tras completar la siguiente secuencia:

- Parar o desconectar la máquina
- Comprobar la inexistencia de energías residuales peligrosas.

- Tomar las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras se realiza la operación.
- Bloquear o sujetar los componentes y elementos cuyo desplazamiento intempestivo pueda suponer un peligro.

Cuando la parada o desconexión no sea posible y existe peligro de atrapamiento, golpe, corte, electrocución, intoxicación, quemaduras, etc. es preciso adoptar las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.

Para determinadas operaciones de ajuste o de comprobación no siempre es factible desconectar las fuentes de energía, adoptándose medidas de prevención alternativas.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad clase III.
- Mono de trabajo y guantes.
- Chaleco fluorescente.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada

1.3.20. MEDIOS AUXILIARES.

Todos los medios auxiliares a utilizar en los trabajos han de contar con un cálculo de resistencia y estabilidad, elaborado y comprobado por técnicos competentes. Su montaje se realizará por personal especializado bajo la supervisión de una persona competente designada para tal efecto. Para la utilización de los medios auxiliares se ha contar con accesos adecuados mediante escaleras de tramos y mesetas, disponiendo de protecciones colectivas en las plataformas de trabajo existentes en la parte superior.

1.3.20.9. Castilletes de hormigonado

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes por el cubo de la grúa.
- Los derivados de los trabajos ejecutados con ayuda de este medio auxiliar.

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes por el cubo de la grúa.
- Los derivados de los trabajos ejecutados con ayuda de este medio auxiliar.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

Los "castilletes" o "torretas" de hormigonado serán metálicos con las siguientes características:

i. Se emplearán en su construcción angulares de acero normalizado.
ii. Se apoyarán sobre 4 "pies derechos" de angular dispuestos en los ángulos de un cuadrado ideal en posición vertical y con una longitud superior en 1 m., a la de la altura en la que se decida ubicar la plataforma de trabajo.
iii. El conjunto se rigidizará mediante "cruces de San Andrés" en angular dispuestos en los cuatro laterales, la base a nivel del suelo, y la base al nivel de la plataforma de trabajo, todos ellos electrosoldados.
iv. Sobre la "cruz de San Andrés" superior, se soldará un cuadrado de angular en cuyo interior se encajará la plataforma de trabajo apoyada sobre una de las alas del perfil y recercada por la otra.
v. Las dimensiones mínimas del "marco" de angular descrito en el punto anterior serán de 1,10 x 1,10 m. (lo mínimo necesario para la estancia de 2 hombres).
vi. La plataforma de trabajo se formará mediante chapa metálica de espesor adecuado y antideslizante.
vii. Rodeando la plataforma en tres de sus lados, se soldarán a los pies derechos barras metálicas componiendo una barandilla de 90 cm. de altura formada por barra pasamanos y barra intermedia. El conjunto se rematará mediante un rodapié de tabla 15 cm. de altura.
viii. El ascenso y descenso de la plataforma se realizará a través de una escalera metálica.
ix. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena o barra siempre que permanezcan personas sobre ella. Se prohíbe el transporte de personas o de objetos sobre las plataformas de los "castilletes de hormigonado" durante sus cambios de posición, en prevención del riesgo de caída.

Los "castilletes de hormigonado" se ubicarán para proceder al llenado de los pilares en esquina, con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición mas favorable y más segura.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Calzado adecuado.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Zapatas antideslizantes de Seguridad en extremos inferiores de escaleras de mano.

1.3.20.10. Cubos de hormigonado

Riesgos

- Caídas a distinto nivel
- Caída de la carga.

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

Se adaptará a la carga máxima que pueda elevar la grúa y se revisará periódicamente la zona de amarre y la boca de salida de hormigón, para garantizar la hermeticidad durante el transporte.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Calzado adecuado.
- Guantes de cuero.

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

- Demarcación de la zona de trabajo impidiendo el paso de personas por debajo de la carga.

1.3.20.11. Ganchos, cables y eslingas

Riesgos

- Rotura del cable o del gancho
- Atropamientos y aplastamientos durante la colocación de la carga.
- Caídas a distinto nivel
- Caída de la carga por deslizamiento o desenganche.

Medidas preventivas

Normas sobre Manejo de materiales con medios mecánicos

En todas las grandes obras, gran parte del movimiento de materiales se realiza por medios mecánicos.

La caída de la carga obedece siempre a fallos técnicos o a fallos humanos.

GANCHOS

Los accidentes debidos a fallos de ganchos pueden ocurrir por cuatro causas fundamentales:

- Exceso de carga: nunca sobrepasar la carga máxima de utilización.
- Deformación del gancho: no usar ganchos viejos, no enderezar los ganchos.
- Fallos del material en el gancho.
- Desenganche de la carga por falta de pestillo.

CABLES

Existen muchos tipos de cables, según la disposición de alambres y cordones de la forma de enrollamiento, etc.

Cada tipo de cable está pensado para una utilización concreta, usarlo de otra forma puede dar lugar a accidentes, por tanto debemos:

- Elegir el cable más adecuado.
- Revisarlo frecuentemente.
- Realizar un mantenimiento correcto.

Un cable está bien elegido si tiene la composición adecuada y la capacidad de carga necesaria para la operación a realizar, además de carecer de defectos apreciables.

No obstante, se puede dar una regla muy importante:

Un cable de alma metálica no debe emplearse para confeccionar eslingas, porque puede partirse con facilidad aún con cargas muy inferiores a lo habitual.

Por eso es absolutamente necesario revisar los cables con mucha frecuencia, atendiendo especialmente a:

- Alambres rotos.
- Alambres desgastados.
- Oxidaciones.

- Deformaciones.

ESLINGAS

Eslingas y estrobos son elementos fundamentales en el movimiento de cargas, su uso es tan frecuente en las obras que a menudo producen accidentes debido a la rotura de estos elementos o al desenganche de la carga.

En general, estos accidentes pueden estar ocasionados por:

- Mala ejecución de la eslinga: Las gafas de las eslingas pueden estar realizadas de tres maneras:

- Gafas cerradas con costuras. Las costuras consisten en un entrelazado de los cordones del cable. Tiene buena resistencia.
- Gafas cerradas con perrillos. Son las más empleadas por lo sencillo de su ejecución. El número de perrillos y la separación entre ellos dependen del diámetro del cable que se vaya a utilizar.
- Gafas con casquillos prensados. Se caracteriza porque se realiza el cierre absoluto de los dos ramales mediante un casquillo metálico.
- Capacidad de carga suficiente. La carga máxima depende fundamentalmente del ángulo formado por los ramales. Cuanto mayor sea el ángulo más pequeña es la capacidad de carga de la eslinga. Nunca debe hacerse trabajar eslinga con un ángulo superior a 90 grados (Ángulo correcto).
- Composición del cable de la eslinga. Deben emplearse siempre cables muy flexibles, por eso desestiman los de alma metálica. Otra norma muy importante es la de no utilizar jamás redondos de ferralla (cabillas o latiguillos) para sustituir a la eslinga.
- Utilización de eslingas: Para utilizar correctamente eslingas y estrobos, debemos tener en cuenta los puntos siguientes:
- Cuidar el asentamiento de las eslingas, es fundamental que la eslinga quede bien asentada en la parte baja del gancho.
- Elegir los terminales adecuados. En una eslinga se puede colocar diversos accesorios: anillas, grilletes, ganchos, etc., cada uno tiene una aplicas concreta.
- Asegurar la resistencia de los puntos de enganche.
- Conservarlas en buen estado. No se deben dejar a la intemperie y menos tiradas por el suelo. Como mejor están son colgadas.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:
    - Madera: 0,8.
    - Piedra y hormigón: 2,5.
    - Acero, hierro, fundición: 8.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:
    - Tres ramales, si la carga es flexible.
    - Dos ramales, si la carga es rígida.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.
- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de porticos
- Asegurar la Resistencia de los puntos de enganche

- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga

1.3.21.5. Plantas asfálticas

Riesgos

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío
- Contactos con la energía eléctrica.
- Atrapamiento.
- Salpicaduras de productos bituminosos
- Inhalación de polvo.
- Neumoconióticos derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico (nieblas de humos asfálticos).
- Quemaduras.

Medidas preventivas

Cuando los operarios de laboratorio deban realizar ensayos “in situ”, señalizarán su situación clavando junto a ellos un jalón de tres metros con bandera roja en el extremo.

La planta asfáltica tendrá incorporado un sistema de depuración de gases.

En el uso de sustancias o preparados peligrosos, se actuará según lo establecido en la ficha de seguridad de dicho producto.

Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión
- Guantes impermeables.
- Botas anticalóricas e impermeables.

- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.

1.3 RIESGOS, MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIONES DE CADA UNIDAD CONSTRUCTIVA

Se ha tratado de cumplir con rigor la ley, y en esa línea, se han introducido la totalidad de riegos laborales previsibles en cada tajo según los criterios constructivos contenidos en el proyecto, y las correspondientes medidas técnicas de protección y prevención aconsejables para eliminarlos o aminorar sus consecuencias negativas; pero se ha encontrado la imposibilidad de introducir en el contenido del Estudio aquellos otros riesgos que se originan como consecuencia de las peculiaridades constructivas que va a introducir en la ejecución de la obra las empresas contratista o subcontratista, los cuales riesgos y las correspondientes medidas alternativas deberán ser concretados por éstos en el correspondiente Plan y en sus modificaciones.

Por ello, no puede darse una identidad plena entre los riesgos que contenga el Estudio y los del Plan, pues por concepto, el Estudio no puede reflejar otra cosa que “previsiones”, mientras que el Plan debe contener “definiciones de riesgos”, ya que al redactar éste se cuenta con todos las peculiaridades con las que se va a construir la obra, e igualmente habrá de producirse si se comparan las medidas técnico preventivas incluidas en uno y otro documento (Art. 7 R.D. 1627/1997)

Siempre deberá prevalecer las medidas de protección colectiva sobre las individuales.

1.3.22. TRABAJOS DE REPLANTEO Y TOPOGRAFÍA

Definición

Estos trabajos consisten en la materialización sobre el terreno de los puntos de los ejes, así como de los puntos singulares, a partir de las bases de replanteo.

Medios empleados

- Útiles de topografía
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Máquinas y vehículos
- Caída al mismo nivel
- Caída de objetos y materiales
- Atropello
- Caída de altura

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a nivel y a distinto nivel, y precaución zona de obras.

Se taparán los posibles huecos en el terreno, en previsión de caída. Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección.
- Vallas de limitación y protección.
- Tapas de huecos.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.23. TRABAJOS DE ACCESOS A OBRA

VALLADO DE OBRA.

Definición

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la zona de proyecto según planos y antes del inicio de la obra.

Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Exposición al ruido.
- Iluminación inadecuada.

Medidas preventivas

- Se prohibirá el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.
- Se prohibirá aparcar en la zona de entrada de vehículos.

Se tendrán en cuenta todas aquellas medidas preventivas relativas a las diferentes unidades constructivas relacionadas en este Estudio y que se lleven a cabo para realizar los trabajos de acceso a obra.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Guantes de neopreno.
- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad.

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

ENTRADAS Y SALIDAS MAQUINARIA Y PERSONAL ZONA DE OBRA.

Riesgos

- Máquinas y vehículos
- Caída al mismo nivel
- Caída de objetos y materiales
- Atropello

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a nivel y a distinto nivel, y precaución zona de obras.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones. Se tendrán en cuenta todas aquellas medidas preventivas relativas a las diferentes unidades constructivas relacionadas en este Estudio y que se lleven a cabo para realizar los trabajos de acceso a obra.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.24. TRABAJOS DE INSTALACIONES DE OBRA

Definición

Son los trabajos necesarios para la colocación de los módulos de las casetas prefabricadas que servirán como instalaciones de obra, acopio, higiene y bienestar.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Electrocuciones
- Caídas desde medios de transporte
- Polvo
- Ruido
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Caída de herramientas

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a nivel y a distinto nivel, y precaución zona de obras.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Se tendrán en cuenta todas aquellas medidas preventivas relativas a las diferentes unidades constructivas relacionadas en este Estudio y que se lleven a cabo para realizar los trabajos de instalaciones de obra.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.25. TRABAJOS DE ACONDICIONAMIENTO DE ACOPIOS Y ZONA DE OBRA

Definición

Antes de instalar las casetas de obra y almacenes es necesario acondicionar el terreno donde se van a situar estas instalaciones.

Medios empleados

- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Camión Basculante

Riesgos

- Electrocuciones
- Caídas desde medios de transporte
- Polvo
- Ruido
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Caída de herramientas

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a nivel y a distinto nivel, y precaución zona de obras.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Se tendrán en cuenta todas aquellas medidas preventivas relativas a las diferentes unidades constructivas relacionadas en este Estudio y que se lleven a cabo para realizar los trabajos de acondicionamiento de acopios y zona de obra.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.

- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.26. DESCOMPACTACIÓN Y DESBROCE

Definición

Son los trabajos necesarios para la descompactación, limpieza y desbroce del terreno en la zona de influencia de la obra.
La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Retirada de la capa superficial de tierras hasta conseguir una superficie de trabajo lisa
- Eliminación de plantas, tocones de árboles y arbustos con sus raíces, cepas, broza, escombros, basuras, etc.
- Carga, transporte y descarga en vertedero de los materiales sobrantes

Medios empleados

- Bulldozer
- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Camión Basculante

Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Accidentes de vehículos por exceso de carga
- Caídas y vuelcos de vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Explosiones imprevistas
- Emanaciones de gases
- Explosión
- Incendio

- Intoxicación
- Electrocuciones
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Posibilidad de cargas estáticas y dinámicas.
- Polvo
- Ruido
- Vibraciones
- Cortes

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a distinto nivel, y maquinaria pesada en movimiento.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medios de vallas, aceras o medios equivalentes.

El polvo deberá eliminarlo mediante riego controlado.

Vallado exterior. Accesos de personal y maquinaria. Señalización general en vallado. Carteles de empresa. Instalaciones provisionales para los trabajadores.

Control de accesos a personas ajenas a la obra.

Primeros auxilios, instrucciones para la asistencia a accidentados. Itinerarios de evacuación. Delimitar zonas de trabajo. Comunicación interior de obra. Señalizar y proteger zonas de riego.

El movimiento de vehículos se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.

Las pistas y traza por donde circulan vehículos y máquinas, se regarán periódicamente con cuba de agua.

Cuando la descarga de camiones se haga en vertedero, deberán colocarse tope.Si existen interferencias con líneas eléctricas aéreas por circulación de vehículos o máquinas bajo la línea, se situarán gálibos a ambos lados de la misma y carteles anunciadores de riesgo.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.

- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible.
- Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.

1.3.27. DEMOLICIONES Y LEVANTES

Definición

Son los trabajos de derribo, en su caso levantado, de todas las construcciones o elementos, tales como firmes, edificios, fábricas de cualquier tipo, señales, cierres, aceras, etc., que obstaculicen la construcción de la obra o aquellos otros que sea necesario hacer desaparecer para dar terminada la ejecución de la misma, incluso la retirada de los materiales resultantes a vertedero o a su lugar de empleo o acopio definitivo o provisional.

Medios empleados

- Retroexcavadora
- Camión Basculante
- Compresor
- Martillo neumático

Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Accidentes de vehículos por exceso de carga
- Caídas y vuelcos de vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Explosiones imprevistas
- Fallos de tiro o mechazos
- Emanaciones de gases
- Explosión
- Incendio
- Intoxicación
- Electrocuciones
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Posibilidad de cargas estáticas y dinámicas.
- Polvo
- Ruido
- Vibraciones
- Cortes

Medidas preventivas

Se debe tener en cuenta la NTP-463 Exposición a fibras de amianto en ambientes interiores.

Se tendrá en cuenta el R.D. 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Es obligatorio que sea una empresa especializada y autorizada por la Autoridad Laboral, la que realice la demolición, así como la empresa que retire los residuos.

Previsiones iniciales:

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a distinto nivel, y maquinaria pesada en movimiento.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medios de vallas, aceras o medios equivalentes.

Antes de la inclinación de los trabajos, se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las posibles interferencias con canalizaciones de servicios existentes.

Información de riesgos y prevención para los trabajadores

i. No deje elementos sin demoler en planos superiores al de trabajo.
ii. Todos los trabajos debe hacerlos desde elementos estables.

iii. Siempre que se utilicen plataformas de trabajo de más de 2 m de altura se protegerán perimetralmente.
iv. La evacuación de escombros debe realizarla por los lugares indicados. En todas las plantas deberán protegerse y señalizarse estos huecos para evitar caídas a distinto nivel y/o caída de objetos sobre las personas.
v. El polvo deberá eliminarlo mediante riego controlado.
vi. Si se utiliza maquinaria de pequeño formato para trabajos relacionados con la demolición deberá ser un experto en el manejo.
vii. Asimismo, si trabaja en espacios confinados debe tener en cuenta que la concentración de gases procedentes del tubo de escape son peligrosos.
viii. Debe ser consciente de que la maquinaria produce vibraciones y éstas pueden desestabilizar elementos sobre los que trabaja.
ix. Los huecos y bordes que no se estén demoliendo deberán protegerse con barandillas o vallas rígidas.
x. Siempre que exista riesgo de caída a distinto nivel, más de 2 m, y por imperativos de obra no se resuelva mediante protección colectiva, deberá utilizar el cinturón de seguridad anclado a punto fuerte.

Normas generales de actuación y prevención

1. Desratizar y desinfectar (siempre que en una primera inspección se comprobará la necesidad de esta actividad).
2. Apuntalar, si fuera necesario, para evitar desplome de elementos estructurales por sobre cargas.
3. Montaje de andamios estabilizadores, previamente calculados, si fuera necesario para conservar partes estructurales del edificio. Si se invaden aceras o parte de la calzada deberán colocarse balizas luminosas. Desvíos de tráfico señalizados. Marquesinas de paso para personas. Señales de advertencia de riesgo y prohibición.
4. Vallado exterior. Accesos de personal y maquinaria. Señalización general en vallado. Carteles de empresa. Instalaciones provisionales para los trabajadores.
5. Control de accesos a personas ajenas a la obra.
6. Primeros auxilios, instrucciones para la asistencia a accidentados. Itinerarios de evacuación.
7. Delimitar zonas de trabajo. Comunicación interior de obra. Señalizar y proteger zonas de riego.
8. Anulación de instalaciones existentes (excepto agua que se hará por plantas).
9. Instalación eléctrica provisional de obra.
10. Indicaciones luminosas, señales, marcas, etc.
11. Medidas de protección contra incendios.
12. Anulación de cristales en ventanas, muro cortina, etc.
13. Instalación de medios auxiliares y de seguridad.
    - Montacargas.

- Plataformas de carga y descarga.
- Trompas de desescombro. Contenedores.
- Cables de seguridad para atado de cinturón de seguridad de caída (Clase C).
- Plataformas de trabajo.
- Sistemas de protección de bordes de estructuras con barandillas, vallas, redes, etc.

14. Comprobar posibles contaminantes biológicos.
15. Estudio de ruido y vibraciones.
16. Los frentes de trabajo se sanearan siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.
17. Retirada frecuente de los escombros, evitando la acumulación de éstos.
18. Tránsito de vehículos, accesos, aceras, personas, desvíos, etc

Normas de actuación durante los trabajos

Los materiales precisos para refuerzo y entibado se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la excavación sea seguido inmediatamente por la colocación de los mismos.

Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.

Los productos de excavación que no se lleven a vertedero se colocarán a una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de esta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

El movimiento de vehículos de excavación y transportes se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.

Las pistas y traza por donde circulan vehículos y máquinas, se regarán periódicamente con cuba de agua.

Cuando la descarga de camiones se haga en vertedero, deberán colocarse tope

Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0,90 m de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Revisiones

Diariamente se revisará por personal capacitado el estado de entibaciones y refuerzos.

Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación y transporte con especial atención al estado de mecanismo de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible.
- Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.

1.3.28. EXCAVACIONES

Se tendrá en cuenta la NTP-278 sobre zanjas publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

En los Anejos de Geología y Geotecnia del proyecto se lleva a cabo el estudio del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo, calculándose con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los taludes.

En el caso de entibar, será necesario la existencia de un cálculo justificativo por parte del Contratista.

1.3.28.1. Excavaciones en general

Definición

Se definen los siguientes trabajos de excavación:

- Excavación de tierra vegetal
- Excavación en desmonte sin utilización de explosivos
- Excavación en vaciado o saneo, consistente en la excavación a cielo abierto, con dimensiones en planta superiores a tres metros (3 m), para emplazamiento o cimentación de obras de fábrica, o por debajo de la cota de fondo de excavación de desmontes o de apoyo de los terraplenes, realizada bien sea con apuntalamiento, o mediante la formación de taludes estables, hasta la profundidad definida en el Proyecto.

Medios empleados

- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Camión Basculante

Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Accidentes de vehículos por exceso de carga
- Caídas y vuelcos de vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Explosiones imprevistas
- Fallos de tiro o mechazos
- Emanaciones de gases
- Explosión
- Incendio
- Intoxicación
- Electrocuciones
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Polvo
- Ruido

- Desprendimiento de tierras
- Picaduras por seres vivos
- Interferencia con instalaciones de servicio aéreas y/o enterradas
- Vibraciones
- Inundaciones
- Caída de materiales y máquinas por el borde de los taludes.

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a distinto nivel, y maquinaria pesada en movimiento.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medios de vallas, aceras o medios equivalentes.

Previsiones iniciales:

Antes de la inclinación de los trabajos, se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las posibles interferencias con canalizaciones de servicios existentes.

Normas de actuación durante los trabajos

Los materiales precisos para refuerzo y entibado se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la excavación sea seguido inmediatamente por la colocación de los mismos.

Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.

Los productos de excavación que no se lleven a vertedero se colocarán a una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de esta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

El movimiento de vehículos de excavación y transportes se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.

Las pistas y traza por donde circulan vehículos y máquinas, se regarán periódicamente con cuba de agua.

Si existen interferencias con líneas eléctricas aéreas por circulación de vehículos o máquinas bajo la línea, se situarán gálibos a ambos lados de la misma y carteles anunciadores de riesgo.

Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0,90 m de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Revisiones

Diariamente se revisará por personal capacitado el estado de entibaciones y refuerzos.

Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación y transporte con especial atención al estado de mecanismo de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.

- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Todos los operadores de maquinaria y transportes estarán en posesión del permiso de conducir y el de capacitación, además de haber recibido la precisa formación e información obra los riesgos y medidas a adoptar.
- Establecimiento de itinerarios para la circulación de la maquinaria y vehículos en el interior de obra.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria (cumplimiento "manual de normas e instrucciones de uso, manejo y conservación" del fabricante).
- Prohibir la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.
- Como método general, cortes de excavación efectuados con TALUDES ESTABLES (sobre-excavación para igualar la inclinación del talud con su ángulo de rozamiento interno) o, alternativamente en caso de tratarse de terrenos de baja cohesión, la adopción de las adecuadas medidas de sostenimiento del terreno.
- Los camiones de transporte con caja basculante nunca iniciarán la marcha hasta tanto no lo tengan totalmente bajado.
- Avisador acústico en máquinas
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Para el acceso del personal al tajo se utilizarán escaleras independientes del acceso de los vehículos.
- Balizamiento luminoso
- Aislamiento de la zona de trabajo con cinta de balizamiento o malla naranja para evitar aproximaciones a los lugares de riesgo.
- Riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra (pistas y cajas de camiones).
- Máquinas equipadas con extintores de polvo polivalente en cabina o lugar seguro y accesible.
- Bombas de achique para los casos en que sea preciso el agotamiento por alcance de nivel freático.
- En previsión de vuelcos por deslizamiento, se señalizarán los bordes superiores de los taludes (cuerdas de banderolas, balizas, etc.). Ubicadas a una distancia no inferior a 2 m del borde.

1.3.28.2. Excavación en zanjas y cimentaciones

Definición

La excavación en zanjas y cimentaciones es una de las actividades más complejas y peligrosas, tal vez la mayor junto con los trabajos de altura, es evidente que cuanto mayor sea la profundidad de ésta mayores riesgos supondrán para el personal de la obra.
La máquina que habrá de utilizarse será esencialmente la **retroexcavadora**. En lugares complicados y para la detección de posibles servicios afectados serán necesarias operaciones manuales.

Una vez realizados los oportunos trabajos en la excavación (colocación de tubos, hormigonado de cimentación, etc.) se procederá al relleno de la zanja (generalmente con material de la propia excavación) y a su compactación.

Medios empleados

- Retroexcavadora
- Camión Basculante

Riesgos

- Interferencia con conducciones subterráneas de servicios públicos.
- Deslizamientos y desprendimientos de tierras.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes, cortes y rozaduras con herramientas manuales.
- Caída de herramientas y materiales a las zanjas.
- Inhalación de polvo.
- Ruido y vibraciones.

Medidas preventivas

- El Contratista tendrá en cuenta la NTP-278 sobre zanjas del INSHT. Uno de los riesgos más graves es el derrumbamiento de la zanja. En este caso, el accidente, de haber trabajadores en la misma, suele ser mortal. Para evitar los derrumbamientos en general la zanja deberá ir entibada, cuando su profundidad sea superior a 1,30 m ó sus taludes sean inestables.

- Antes de comenzar la excavación, se verificarán las condiciones del suelo, la proximidad de edificios, instalaciones y cualquier otra fuente de vibraciones, así como de arroyos, alcantarillas, cables soterrados, etc. Se protegerán los elementos de servicio públicos que puedan ser afectados.
- En la preparación del plan de obra, el comienzo de las excavaciones para cimientos sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm. en el momento de hormigonar.
- Se evitará la entrada de agua a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y para el saneamiento de las profundas se adoptarán las soluciones previstas en la documentación técnica y/o se solicitará la documentación complementaria a dirección técnica.
- Las zanjas junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que ésta, se excavarán con las siguientes prevenciones:
- Reduciendo, cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno, mediante apeos.
- Realizando los trabajos de excavación y consolidación en el mínimo tiempo posible.
- Dejando como máximo media cara vista de zapata pero entibada.
- Cuando se utilicen medios mecánicos de excavación, como retroexcavadoras en “zanjas con entibación”, será necesario que:
- Se deberá cumplir la NTP-278 del INSHT.
- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

- La entibación se realice de arriba abajo mediante plataformas suspendidas y en el mínimo tiempo posibleLos lentejones de roca y/o construcción que traspasen los límites de la zanja o pozo, no se quitarán ni descalzarán sin previa autorización de la Dirección Técnica.
- Si al excavar una franja se aprecia que se levanta el fondo del corte se parará y rellenará nuevamente la franja excavado como primera prevención, si es sifonamiento se verterá preferentemente gravas y/o arenas sueltas y se comunicará a la Dirección Técnica.
- Una vez alcanzada la cota inferior de excavación se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan surgido, tomando las medidas oportunas.
- En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de excavación se conservarán las contenciones, apuntalamiento y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes así como las vallas y/o cerramientos.
- Se impedirá la acumulación de agua, en el fondo de la excavación, que pueda perjudicar a los terrenos, locales o cimentaciones de fincas colindantes.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30 m bajo el nivel del terreno.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará alarma en caso de producirse alguna emergencia
- En el caso de entibaciones, éstas se revisarán diariamente antes de comenzar la jornada de trabajo tensando los codales cuando se hayan aflojado. Estas prevenciones se extremaran después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas. Asimismo se comprobará que estén expeditos los cauces de agua superficiales. No se emplearán como escaleras para el ascenso y descenso de elementos de la entibación.
- La profundidad máxima permitida sin entibar desde la parte superior de la zanja, supuesto que el terreno sea suficientemente estable, no será superior a 1,30 m. No obstante debe protegerse la zanja con un cabecero.
- Toda excavación que supere los 1,30 m de profundidad deberá estar provista, a intervalos regulares de aproximadamente 30 metros, de las escaleras preferentemente metálicas necesarias para facilitar el acceso de los operarios o su evacuación rápida en caso de peligro. Estas escaleras deben tener un desembarco fácil, rebasando el nivel del suelo en 1 m como mínimo.
- La distancia más próxima de cualquier acopio de materiales al borde de la zanja no debe ser inferior a 2 m.
- No se consentirá bajo ningún concepto el socavado del talud o paramento.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que se puedan recibir empujones exógenos procedentes de caminos, carreteras, calles, etc. transitados por vehículos, martillos neumáticos, etc.
- Los operarios que trabajan en el interior de las zanjas deben estar debidamente informados, formados y provistos de casco de seguridad y de las prendas de protección necesarias para cada riesgo específico.
- Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte se dispondrán vallas móviles que se iluminarán cada diez metros con puntos de luz portátil.
- En general las vallas acotarán no menos de un metro el paso de peatones y dos metros el de vehículos.
- Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del corte y no menos de 4 m cuando se adopte una señalización de reducción de velocidad.

- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical ni sin caso de seguridad.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios en función de las herramientas que emplean.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, que no se utilizarán para la entibación, y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que pudieran accidentarse.
- Se prestará especial cuidado en la operación de desentibado. Suele ser una operación con más riesgos que el entibado.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Todos los operadores de maquinaria y transportes estarán en posesión del permiso de conducir y el de capacitación, además de haber recibido la precisa formación e información obra los riesgos y medidas a adoptar.
- Establecimiento de itinerarios para la circulación de la maquinaria y vehículos en el interior de obra.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria (cumplimiento "manual de normas e instrucciones de uso, manejo y conservación" del fabricante).
- Señales acústicas (alarmas) y luminosas de aviso de posicionamiento de la maquinaria de la maquinaria pesada.
- Prohibir la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.
- Aislamiento de la zona de trabajo con cinta de balizamiento o malla naranja para evitar aproximaciones a los lugares de riesgo.
- Como método general, cortes de excavación efectuados con TALUDES ESTABLES (sobre-excavación para igualar la inclinación del talud con su ángulo de rozamiento interno) o, alternativamente en caso de tratarse de terrenos de baja cohesión, la adopción de las adecuadas medidas de sostenimiento del terreno.
- Los camiones de transporte con caja basculante nunca iniciarán la marcha hasta tanto no lo tengan totalmente bajada.
- Por servicios afectados enterrados, información precisa y contrastada del tipo, trazado y situación (profundidad) del servicio que pueda resultar afectado por la ejecución de los trabajos.
- En caso de condiciones climáticas desfavorables (lluvia, viento, hielo, etc.) se extremarán las precauciones, y en caso necesario se suspenderán los trabajos.
- Riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra (pistas y cajas de camiones).
- Máquinas equipadas con extintores de polvo polivalente en cabina o lugar seguro y accesible.
- Bombas de achique para los casos en que sea preciso el agotamiento por alcance de nivel freático.

1.3.28.3. Excavación empleando explosivos

Medios empleados

- Equipo de perforación
- Explosivos
- Excavadora
- Pala cargadora
- Camión Basculante

Riesgos

- Caída de personas a nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales y herramientas
- Atrapamiento por materiales
- Esfuerzos
- Golpes por objetos
- Proyección de fragmentos
- Explosiones e incendios
- Quemaduras
- Vuelco o choque de máquinas
- Polvo
- Ruido
- Vibraciones
- Interferencias con servicios
- Intoxicación por respiración de gases nocivos
- Falta de visibilidad

Medidas preventivas

El Contratista en su Plan de Seguridad y Salud incluirá el procedimiento a seguir en obra para controlar el acceso a la zona de voladura, así como avisar de la ejecución de las mismas.

ONDA AÉREA

Se tendrá sumo cuidado en reducir lo máximo posible el nivel de onda aérea. Estas son las medidas a tomar:

- Se controlará la carga de explosivo en terrenos con coqueras para eliminar las concentraciones puntuales.
- Se inspeccionará el estado de los frentes antes de las voladuras para corregir las cargas en los barrenos con piedras menores que las nominales.
- No disparar las voladuras cuando la dirección del viento sea crítica.
- Minimizar la carga de explosivo por unidad de microrretardo.

CONTROL DE PROYECCIONES

Respecto al control de las proyecciones de estas voladuras se tomarán las siguientes medidas:

- Control de las derivaciones y profundidades de los barrenos.
- Comprobación de la existencia de coqueras en el macizo rocoso.
- Se controlará la carga del explosivo y su distribución a lo largo del barreno.
- Ejecución cuidadosa del retacado, midiendo su longitud y empleando el material adecuado.
- Elección de una secuencia de encendido que proporcione una buena salida de la voladura.

- Utilización de todas las protecciones necesarias. Se denominan protecciones a todos aquellos elementos que se emplean para cubrir las voladuras, con el fin de evitar proyecciones de roca u otros materiales que pudieran dañar a personas, edificios o bienes materiales. Se pueden emplear bandas o mallas, o bien mediante un cubrimiento de arena con una altura de 1 m. de la zona de voladura.

CARGA DE BARRENOS

- Examinar cada barreno cuidadosamente antes de cargarlo para conocer su longitud y estado, usando para ello un atacador de madera, una cucharilla extractora o incluso una cinta métrica.
- No dejar explosivos sobrantes dentro de la zona de trabajo durante y después de la carga de los barrenos.
- No cargar los barrenos con explosivos justo después de terminar la perforación, sin antes cerciorarse de que está limpio y no contiene piezas de metal o restos de accesorios calientes.
- No deformar, maltratar o dejar caer el cebo dentro de los barrenos. Tampoco dejar caer sobre ellos cargas pesadas.

RETACADO

- Se confinarán los explosivos en los barrenos por medio de arena o con gravillas tamaño 6/12.
- No se utilizarán atacadores metálicos de ninguna clase. Emplear herramientas de madera u otros materiales adecuados, sin partes de metal, salvo los conectadores especiales de algún metal que no produzca chispas en los atacadores articulados.
- Realizar el retacado sin violencia para dañar a los accesorios de iniciación, ni permitir que se formen en ellos nudos o dobleces.
- No retacar directamente los cartuchos cebo.
- No introducir piedras u otros objetos con el material de retacado.

MEDIDAS AL HACER VOLADURAS ELÉCTRICAS

- Mantener en cortocircuito los hilos de los detonadores eléctricos o los de conducción, y nunca conectar un detonador a otro hasta que esté lista la voladura para el disparo.
- No lanzar los hilos al aire para desenredar la madeja del detonador ni crear esfuerzos de tensión en los mismos.
- No desenrollar los hilos ni hacer uso de los detonadores eléctricos durante las tormentas o cerca de fuentes de carga de electricidad estática o corrientes extrañas.
- No hacer uso de detonadores eléctricos ni desenrollar los hilos de estos en las cercanías de radiotransmisores, repetidores de televisión, líneas eléctricas, etc., excepto a una distancia segura y cumpliendo la normativa vigente.
- No tender, ni colocar cables o líneas eléctricas cerca de los detonadores u otros explosivos hasta el momento mismo del disparo y para este fin exclusivamente.
- Retirar todo el explosivo sobrante de la voladura antes de proceder a la colocación o conexionado de los detonadores por el personal autorizado.
- Hincar una varilla de cobre en un lugar próximo a la voladura para la descarga de la electricidad estática que pueda portar el personal manipulador de los detonadores, antes de comenzar el conexionado.

- Impedir el paso de maquinaria y tendido de cables de alimentación de esta en las proximidades del área de disparo.
- Asegurarse, antes de hacer una conexión eléctrica, de que los extremos de los hilos están absolutamente limpios.
- Realizar la operación de conexionado lo más rápidamente posible, teniendo preparado con antelación todos los útiles necesarios.
- No usar en un mismo circuito detonadores eléctricos de diferente sensibilidad.
- Evitar la proximidad de las líneas de tiro a otras líneas de conducción de energía eléctrica, así como el contacto con elementos metálicos.
- Antes de la conexión, comprobar el aislamiento de la línea de tiro y de las uniones de los detonadores. Emplear en estos últimos conectadores rápidos si fuera necesario.
- Realizar la comprobación del circuito desde un lugar seguro, con las mismas precauciones que para dar la pega.
- No conectar la línea de tiro al explosor hasta el momento del disparo, y mantener esta en cortocircuito.
- No intentar disparar una voladura con un número de detonadores superior al recomendado por el fabricante del explosor.
- Revisar y comprobar periódicamente el explosor.
- En caso de fallos de detonadores no intentar nunca desmontarlo o abrirlo.

DETONADORES NO ELÉCTRICOS (NONEL)

- La colocación de los detonadores NONEL en el cartucho cebo debe de hacerse en el momento de introducirlo en el barreno, no antes.
- No se ha de intentar iniciar un tubo de transmisión por contacto con otro tubo. Hay que utilizar los conectores EZTL o los conectores para cordón detonante apropiados. Asimismo, el tubo de transmisión puede iniciarse mediante un detonador eléctrico o de mecha adosado o con un cebo de percusión (tipo pistón) y un iniciador de tubo de transmisión.
- La manipulación de los detonadores NONEL debe ser cuidadosa para que no se formen cocas o dobles, o que se oprima el tubo contra alguna arista, (pisándolo por ejemplo), de forma que se corte o dañe la película interior de explosivo, pues se interrumpiría la transmisión de la onda de choque.
- No se cortará el tubo de transmisión ya que puede penetrar humedad y producir fallos.

- Se comprobará visualmente todas las conexiones antes de iniciar la voladura.

COLOCACIÓN DEL TUBO DE TRANSMISIÓN EN EL BLOQUE CONECTOR EZTL

Para una correcta utilización del conector multitubo se seguirán siempre los siguientes pasos:

- Sujetar el conector con una mano.
- Hacer un pequeño lazo en el extremo del tubo de transmisión, sujetándolo con la otra mano.
- Introducirlo vigorosamente en el conector. Es importante introducir un solo tubo cada vez y escuchar el "click" que hace el tubo al entrar dentro del conector.

- Después de insertar el número deseado de tubos (máximo 6), se deslizará el conector a lo largo de los tubos en la dirección de los barrenos. Con esto se conseguirá deshacer posibles solapes y cruces de tubos dentro del conector, alojando los tubos en una posición correcta o sacándolos.

MEDIDAS ANTES Y DESPUÉS DEL DISPARO

- Cerciorarse de que todos los explosivos excedentes se encuentran en un lugar seguro y que todas las personas y vehículos estén a una distancia segura o debidamente resguardados.
- Impedir los accesos al área de las voladuras disponiendo del personal y medio adecuados.
- No disparar sin una señal de autorización de la persona encargada y sin haber dado el aviso adecuado.
- Disparar desde lugares seguros, campanas de protección, cazos de excavadoras, etc.
- No regresar al área de la voladura hasta que se hayan disipado los humos y los gases.
- No investigar un eventual fallo de las voladuras demasiado pronto. Cumplir los reglamentos y disposiciones establecidas para este fin, o en su defecto esperar un tiempo prudencial.
- En caso de fallo, no perforar o manejar una carga de explosivo sin la dirección de una persona competente y experimentada, que tenga autorización para ello.

MEDIDAS CON BARRENOS FALLIDOS

- Señalizar el lugar donde se encuentran los barrenos fallidos.
- Eliminar los barrenos fallidos antes de reiniciar los trabajos de perforación en áreas próximas.Si la pega ha sido eléctrica y el circuito está visible, comprobar la continuidad del mismo desde un área segura y disparar si es correcto, tomando medidas suplementarias frente a las posibles proyecciones
- En el caso de cebado con cordón, intentar retirar el material de retacado y colocar un cartucho cebo junto al explosivo para su destrucción. Retacar la pega con arena o material granular fino.
- Si el explosivo no está accesible, perforar un nuevo barreno a una distancia superior a "10 D", en los casos en que está permitido por la reglamentación vigente.
- Destinar a personal muy cualificado las labores de neutralización y eliminación de explosivos no detonados.

MEDIDAS AL DESHACERSE DE EXPLOSIVOS

- Siempre destruir o deshacerse de los explosivos de acuerdo con los métodos aprobados: por combustión, por explosión y destrucción química; guardando las distancias de seguridad prescritas.
- En la destrucción por explosión se recomienda que esta se haga confinada en un barreno, bajo arena fina o bajo agua, pues de llevarse a cabo al aire libre la onda aérea y el ruido serán extremadamente elevados. La iniciación se hará eléctricamente con cebos adecuados.
- En la destrucción por combustión la cantidad de explosivo de cada montón no debe exceder de los 15 Kg, en caso contrario se realizará en varios emplazamientos.

- Nunca deben quemarse los explosivos en sus cajas o bolsas de embalaje. Una vez extendidos sobre la superficie, si fuera necesario se rociarán con gas-oil para favorecer la combustión
- Nunca permitir que el papel, cartón u otros materiales utilizados para el embalaje de explosivos sean quemados en estufas, chimeneas, u otros lugares cerrados, ni que sean utilizados para otros fines. Disponer estos materiales en capas delgadas, en un sitio aprobado y al aire libre, y al quemarlos situarse por lo menos a 30 m de distancia del punto de destrucción.

CARGUE DE LA VOLADURA

- El cargue de las voladuras estará dirigido por el Director Facultativo autorizado, con presencia continua en el tajo durante la operación; no entrará ninguna cantidad de explosivo en el barreno que no sea la indicada por él.
- El proceso de cargue comprende:

Revisión previa de los barrenos

- El día anterior a la voladura se revisan todos los barrenos, comprobándolos:
- Si alguno está cerrado, por piedras, arcilla, etc
- La existencia de cuevas, normalmente detectadas durante la perforación.
- La presencia o no de agua.
- El día de la voladura, antes de la llegada del explosivo:
- Se colocará la cinta de balizamiento.
- Se procede al barrido de los barrenos con agua.
- Se preparan en el frente los útiles para cargue: palas, azadas, cuerdas.
- Normalmente antes de la llega del explosivo, estas operaciones están terminadas y la voladura preparada para ser cargada.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.

- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Todos los operadores de maquinaria y transportes estarán en posesión del permiso de conducir y el de capacitación, además de haber recibido la precisa formación e información obra los riesgos y medidas a adoptar.
- Establecimiento de itinerarios para la circulación de la maquinaria y vehículos en el interior de obra.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria (cumplimiento "manual de normas e instrucciones de uso, manejo y conservación" del fabricante).
- Prohibir la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.
- Como método general, cortes de excavación efectuados con TALUDES ESTABLES (sobre-excavación para igualar la inclinación de talud con su ángulo de rozamiento interno) o, alternativamente en caso de tratarse de terrenos de baja cohesión, la adopción de las adecuadas medidas de sostenimiento del terreno.
- Los camiones de transporte con caja basculante nunca iniciarán la marcha hasta tanto no lo tengan totalmente bajado.
- Avisador acústico en máquinas
- Balizamiento luminoso
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Para el acceso del personal al tajo se utilizarán escaleras independientes del acceso de los vehículos.
- Aislamiento de la zona de trabajo con cinta de balizamiento o malla naranja para evitar aproximaciones a los lugares de riesgo.
- Riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra (pistas y cajas de camiones).
- Máquinas equipadas con extintores de polvo polivalente en cabina o lugar seguro y accesible.
- Bombas de achique para los casos en que sea preciso el agotamiento por alcance de nivel freático.
- En previsión de vuelcos por deslizamiento, se señalizarán los bordes superiores de los taludes (cuerdas de banderolas, balizas, etc.). Ubicadas a una distancia no inferior a 2 m del borde.

1.3.29. EXCAVACIÓN SUBTERRANEA.

El contratista en su Plan de Seguridad y Salud debe desarrollar los procedimientos adecuados para controlar el acceso al frente de excavación durante el desarrollo de lavoladuras en el interior de túneles, así como controlar los valores existentes de gases procedentes de las voladuras para que los trabajadores no

queden expuestos a niveles inadmisibles, estableciendo la forma de proceder en el caso de que los niveles no sean los admisibles.
En todo caso, en los túneles se ha de establecer un control de acceso a los mismos, dicho control ha de permitir conocer las personas existentes en el interior del túnel en todo momento.

Medios empleados

- Retroexcavadora y pala cargadora
- Camión Basculante
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Choques contra objetos móviles
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Atrapamiento
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Exposición a contactos eléctricos
- Incendios
- Atropellos y golpes por vehículos
- Ruido
- Vibraciones

Medidas preventivas

Se balizará en la zona de avance para evitar caídas a distinto nivel, de forma que la zona balizada sea visible tanto para los operarios del nivel superior como para el maquinista.
Durante los trabajos de destroza queda terminantemente prohibido el tránsito de entrado o salida al frente de ataque, minimizando así los riesgos de caída a distinto nivel y/o atropellamiento.
Previo a su entrada en obra, se exigirá la ITV correspondiente. La maquinaria será inspeccionada diariamente controlando el buen funcionamiento del motor (sobre todo de la correcta combustión), sistemas hidráulicos, frenos de dirección, luces bocina retroceso, transmisiones, cadenas ó neumáticos as máquinas estarán dotadas de faros de marcha hacia delante, y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso y/o cámara y monitor para visualizar la parte trasera, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.
El Vigilante de Seguridad redactará un parte diario sobre las revisiones que se realizan a la maquinaria que presentará al Jefe de Obra.
Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
Durante el tiempo de funcionamiento de las máquinas, se señalizará su entorno con “señales de peligro”, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha. Un operario ejercerá de señalista para evitar atropellos derivados de la falta de espacio o de la imprudencia de los trabajadores en sus desplazamientos interiores por el túnel.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento el cazo, puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto.
Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite.
Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo
Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha.
Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido.
Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
Se prohíbe la realización de replanteos o mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria y alejarla a otros tajos.
Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación.
Se habilitará un pasillo de acceso hasta el frente, al menos en la zona afectada por la excavación, acotado mediante barandillas, para el personal de a pie.
Se extremará el cuidado al circular por terreno irregulares o sin consistencia
El maquinista será siempre una persona cualificada.
Se utilizarán señales luminosas, bocina automática de retroceso y/o cámara y monitor para visualizar la parte trasera. Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarilla
- Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos y antipolvo
- Botas impermeable al agua y a la humedad
- Botas de seguridad, clase III
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos.
- Traje impermeable.
- Chaleco reflectante
- Arnés y cinturones de seguridad
- Cinturón antivibratorio

. Protecciones colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Pasarela de protección
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

- Gálibos luminosos todos los vehículos y máquinas
- La maquinaria estará provista de señalización luminosa y acústica de marcha atrás y monitor y cámara para visualizar la parte trasera antes de realizar cualquier maniobra de retroceso.
- Sistema de ventilación.
- Medios de extracción de polvo en el frente de trabajo
- Detectores de gases
- Medidas de comunicación con el exterior del túnel.
- Iluminación interior a 24 V
- Señalización de vías y accesos con señales luminosas
- Vigilancia de todos los accesos mediante operarios, señales ópticas y o acústicas.
- Balizamiento de la zona de trabajo de la máquina mediante estacas o banderines.
- Balizamiento en la zona de circulación de vehículos y trabajadores
- Malla de seguridad que señalice el trabajo en destroza
- Separar paso de vehículos y pasos de peatones.
- Radioteléfono y baliza luminosa por equipo para señalizar la posición.

1.3.30. RELLENOS Y TERRAPLENES.

Definición

Se entiende por terraplén y relleno a la extensión y compactación de tierras procedentes de excavaciones o préstamos, que se realiza normalmente utilizando medios mecánicos.
Estas actividades se presentan en el proyecto en las siguientes unidades:

- Terraplén o pedraplén con material procedente de la excavación de la traza.
- Relleno especial en cuña de transición.
- Relleno especial en cuña de transición tratado con cemento.
- Terraplén o pedraplén con material procedente de la excavación de la traza en túnel artificial.
- Relleno localizado con material de la traza.
- Relleno localizado con material filtrante en trasdós de muros y estribos.
- Relleno localizado con grava.
- Capa de forma con material procedente de cantera.
- Suelo seleccionado.
- Subbalasto con material procedente de cantera.
- Formación de relleno.

Medios empleados

- Motoniveladora
- Camión Basculante
- Pala cargadora

Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Accidentes de vehículos por exceso de carga

- Caídas y vuelcos de vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Explosiones imprevistas
- Fallos de tiro o mechazos
- Emanaciones de gases
- Explosión
- Incendio
- Intoxicación
- Electrocuciones
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Polvo
- Ruido

Medidas preventivas

Previsiones iniciales.

- Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerá un plan de trabajo incluyendo el orden en la ejecución de las distintas fases, maquinaria a emplear en éstos, previsiones respecto a tráfico de vehículos, acceso a vertederos y condiciones de éstos, y cuantas medidas sean necesarias para la adecuada ejecución de los trabajos.
- Antes de iniciar los trabajos se resolverán las posibles interferencias con conductores aéreos o enterrados que puedan afectar a las áreas de movimientos de tierras, vertido de éstas o circulación de vehículos.

Normas de actuación durante los trabajos.

- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.
- Cuando la ejecución del terraplén requiera el derribo de árboles, realizado por procedimientos manuales o mecánicos, se vigilará o se acotará si fuese preciso el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.
- Se evitará siempre que sea posible el trabajo simultáneo en niveles superpuestos. Cuando resulte obligado realizar algún trabajo con este condicionante, se analizarán previamente las situaciones de riesgo que se planteen y se adoptarán las oportunas medidas de seguridad.
- Las cabinas de los dumpers o camiones para el transporte de tierras estarán protegidas contra la caída o desplazamiento del material a transportar por viseras incorporadas a las cajas de estos vehículos.
- Los vehículos se cargarán adecuadamente tanto en peso a transportar como en distribución de la carga, estableciéndose el control necesario para que no se produzcan excesos que puedan

provocar riesgos por caída incontrolada de material desde los vehículos o por circulación de éstos con sobrecarga.

- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- El movimiento de vehículos de excavación y transporte se regirá por un plan preestablecido procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señales de STOP en salida de vehículos
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.

- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Para el acceso del personal al tajo se utilizarán escaleras independientes del acceso de los vehículos.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.
- Avisador acústico en máquinas
- Balizamiento luminoso
- Topes de desplazamiento de vehículos

1.3.33. FERRALLA.

Definición

Son las barras o mallas de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para colaborar con él a resistir los esfuerzos a que se encuentra sometido, especialmente los esfuerzos de tracción. La elaboración y colocación de las armaduras es una operación que se realiza manualmente y por personal especializado. La unidad comprende las operaciones de enderezado, corte, doblado y colocación

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Equipo de soldadura
- Plataformas de trabajo
- Andamios
- Dobladora mecánica de ferralla.

Riesgos

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.

Medidas preventivas

Normas para colocación de armaduras.

El material a colocar en obra se acopiará en el tajo, clasificado de acuerdo con su orden de montaje, y de forma que no estorbe al normal desarrollo de la actividad. En caso de producirse despuntes de redondos en el tajo se apartarán de los lugares de paso, al igual que cualquier otro objeto.

Los focos o lámparas de trabajo no se instalarán directamente sobre las armaduras que se elaboren o se estén colocando.

Las armaduras verticales de espera se protegerán o señalizarán, según las circunstancias, cuando haya riesgo de caída sobre ellas.

Los emparrillados verticales de armaduras no podrán utilizarse como escaleras de mano para acceder a otras zonas de trabajo. El paso sobre parrillas horizontales es aconsejable efectuarlo a través de tablones o algún elemento similar.

El estrobado de los paquetes de armadura, a transportar con grúa, se efectuará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado, a fin de garantizar la estabilidad e integridad de aquellos durante su movimiento.

Los paquetes de armadura se amarrarán para su izado de tal forma que quede garantizada la imposibilidad de su deslizamiento; en caso preciso, se dotará los paquetes de cuerdas guía.

Las eslingas a utilizar se verificarán antes de cada uso, y de manera especial las gazas de las mismas, sobre todo sus costuras, perrillos de agarre o casquillos prensados.

Los cables a utilizar deberán verificarse asimismo antes de cada utilización desechándose aquellos que presenten alambres rotos, oxidación interna o cualquier otro defecto.

La colocación y montaje de barras o elementos armados previamente, se realizará sobre el encofrado en el caso de vigas, y en el caso de pilares u otros elementos, se adoptarán medidas para garantizar su estabilidad hasta que se coloque el encofrado.

Tanto en el montaje como en la puesta en obra de elementos armados previamente, se asegurará la estabilidad del conjunto.

Para los desplazamientos sobre armaduras horizontales se debe disponer de plataformas de paso de madera.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma de P.V.C. de seguridad.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad clase C.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador

- Pantalla de soldador

Protecciones Colectivas

- Barandillas para losas y tableros
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

1.3.34. ENCOFRADOS.

Definición

Son los elementos destinados a contener y dar forma "in situ" a las diversas partes de una estructura de hormigón. El encofrado y desencofrado del hormigón es una operación que se realiza manualmente y por personal especializado. La unidad de encofrado comprende la elaboración de los paneles, el montaje del encofrado y el posterior desencofrado en su caso.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas de trabajo
- Andamios
- Paneles para encofrado

Riesgos

- Golpes en las manos durante el empleo del martillo.
- Caída de los encofradores al vacío.
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes), durante las maniobras del izado a las plantas.
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.

- Caída de personas al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas.
- Caída de personas por el borde o huecos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cortes al utilizar las mesas de sierra circular.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.
- Golpes en general con objetos.
- Dermatosis por contactos con el cemento.

Medidas preventivas

Será necesaria la existencia de un técnico competente por parte de la Empresa Contratista, que cumpla con los requisitos establecidos en el R.D.1627/97 anejo IV parte C, y se responsabilice que los movimientos de elementos prefabricados pesados se realizan en condiciones de seguridad y estas medidas de seguridad están dimensionadas adecuadamente.

Normas para encofrado y desencofrado. Generales

Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (o remacharán, según casos).

Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.

El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse la madera, es decir, desde el ya desencofrado.

Antes del vertido del hormigón, el Vigilante de Seguridad, comprobará en compañía del técnico cualificado, la buena estabilidad del conjunto, así como el correcto anclaje de apoyos, puntuales, sopandas, etc.

El ascenso y descenso de personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán cubridores de madera (o de plástico existentes en el mercado) sobre todas aquéllas puntas de redondos situadas en zonas de paso para evitar su hinca en las personas.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de las losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Se prohíbe pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán tableros que actúen como caminos seguros.

Los elementos de encofrado se acopiarán de forma ordenada, atendiendo a su momento de utilización, sin que produzcan obstrucciones en el paso.

Todas las puntas que sobresalgan de cualquier elemento de madera para encofrados, se arrancarán o doblarán.

Los elementos de encofrado se revisarán antes de su puesta, a fin de comprobar que su estado ofrece garantías para soportar las solicitaciones producidas por el hormigón fresco, y que no tienen alguna parte desprendida capaz de ocasionar enganchones o punciones.

El montaje de paneles de encofrado en días ventosos se efectuará con sumo cuidado, y si las circunstancias lo aconsejan se suspenderá, ya que el efecto vela puede originar movimientos incontrolados de dichos paneles, con peligro de golpes y caídas de los operarios o esfuerzos adicionales en los medios de puesta en obra del encofrado.

Los armazones de los paneles verticales, o cualquier otro elemento estructural del encofrado, no se utilizarán ocasionalmente como plataformas de trabajo y como escaleras de mano. Previamente a la colocación de
aquellos, es necesario el montaje de éstas en los emplazamientos correctos.

Normas básicas de seguridad durante el encofrado y desencofrado de losas

En caso de ser imprescindible permanecer algún operario sobre las sopandas, si existe posibilidad se tenderá bajo él una red horizontal de seguridad. De no serlo, estará sujeto a un "punto seguro" mediante el cinturón de seguridad.

El desenconfrante lo dará el operario protegido con guantes. El desencofrado por aire comprimido se ejecutará desde una posición en un lugar ya sin bovedillas.

El izado de los tableros se efectuará mediante bateas emplintadas en cuyo interior se dispondrán los tableros ordenados y sujetos mediante flejes o cuerdas sujetas con nudos de marinero.

La instalación de los tableros sobre las sopandas se realizará subido el personal sobre un castillete de hormigonado o sobre un andamio colocado al efecto.

Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.

Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su puesta.

Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.

El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.

Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinero.

Terminado el desencofrado se procederá a un barrido de la planta para retira los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas)

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad (Clase C).
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes húmedos.

Protecciones Colectivas

- Barandillas para losas y tableros
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales

- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

1.3.35. HORMIGÓN PROYECTADO

Definición

En las operaciones a realizar en desmontes en roca, para asegurar su estabilidad frente a roturas planares o tipo cuña, se dispone de bulonados activos de refuerzo, y de un elemento superficial de reparto consistente bien en una malla de alambre reforzada, bien en una capa de hormigón proyectado con fibras metálicas. La correcta puesta en obra del sostenimiento presupone un dominio perfecto de la tecnología del hormigón proyectado por parte del Contratista. La proyección del hormigón se efectuará mediante equipos automatizados (robots).

Medios empleados

- Camión hormigonera
- Central de hormigón
- Bomba de hormigón
- Proyector de morteros y hormigones
- Robot con gunitado.

Riesgos

- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Electrocución. Contactos eléctricos.
- Proyección de partículas
- Desprendimientos del propio hormigón proyectado.

Medidas preventivas

Siempre que se produzca un atasco en la bomba y se proceda a su eliminación, se actuará con precaución por el hormigón que puede salir proyectado a presión al abrir este circuito.

El estado de la inyección se controla mediante la presión de la bomba y mediante la lechada que fluye por las juntas.

Para el buen funcionamiento de la bomba de hormigón y evitar accidentes es muy importante mantener la buena limpieza de la misma.

Los trabajos de mantenimiento en túnel estarán debidamente señalizados.

Se extremarán las precauciones en cuanto al posible desprendimiento del propio hormigón proyectado, no situándose bajo la zona recién gunitada.

También se tendrá en cuenta las proyecciones de partículas provenientes del rebote del material y se tratará de minimizar sus consecuencias mediante el uso de protecciones individuales.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad (Clase C).
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes húmedos.

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

1.3.36. MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN.

Definición

Consisten en la ejecución del hormigonado en estructuras de hormigón en masa, armado o pretensado, comprendiendo las operaciones de vertido de hormigón para rellenar cualquier estructura, cimiento, muro, losa, etc., en la cual el hormigón quede contenido por el terreno y/o por encofrados.
La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Suministro del hormigón

- Comprobación de la plasticidad del hormigón
- Preparación de los juntas de hormigonado con los materiales que se hayan de utilizar.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Curado del hormigón

Se entiende por hormigón la mezcla de cemento, agua, árido grueso, árido fino y, eventualmente, productos de adición, que al fraguar y endurecer adquiere la resistencia deseada.
La puesta en obra del hormigón puede ser variada empleándose fundamentalmente:

- El hormigonado directo desde el camión hormigonera.
- El empleo de grúas torres y grúas autopropulsadas.
- El bombeo mediante bomba de hormigonado.

Cada uno de estos métodos presenta distintos riesgos, los cuales derivan fundamentalmente del empleo de diferente maquinaria. Será entonces necesario adoptar las medidas preventivas que se establezcan para el uso de cada una de ellas.
Pero en cualquier caso existen riesgos comunes, independientemente de cuál sea la maquinaría que se utilice.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas de trabajo
- Andamios
- Castilletes de hormigonado
- Cubos de hormigonado
- Camión hormigonera
- Central de hormigón
- Bomba de hormigón
- Vibrador
- Proyector de morteros y hormigones
- Hormigonera

Riesgos

- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Atrapamientos.
- Electrocución. Contactos eléctricos.

Medidas preventivas

Normas para puesta en obra, vibrado y curado de hormigón y mortero.

Los trabajos de hormigonado no comenzarán hasta que la zona de trabajo se encuentre libre de objetos relacionados con otra actividad, y la instalación de medios auxiliares, tales como bomba y vibradores, en correcto estado de funcionamiento.

Los medios auxiliares se revisarán con frecuencia, atendiendo especialmente aislamiento de sus componentes eléctricos y a la limpieza de tuberías de impulsión de hormigón y mortero.

La puesta en obra del hormigón y mortero se efectuará desde una altura lo suficientemente reducida para que no se produzcan salpicaduras o golpes imprevistos.

El personal adscrito a trabajos de hormigonado utilizará las protecciones oculares y manuales prescritas como obligatorias.

Los trabajos que se desarrollen en lugares cerrados, sometidos a gradientes térmicos elevados por fenómenos de fraguado, deberán contar con caudal sobredimensionado de aire puro, para mantener una temperatura que permita la realización de aquellos en condiciones adecuadas.

El trabajo simultáneo en dos o más niveles superpuestos de mutua influencia se evitará siempre que sea posible. Únicamente será admitido en casos especiales, previo análisis de todas las situaciones de riesgo que pudiesen presentarse y disposición acorde con las protecciones intermedias que impidan la transferencia de riesgos causados por la simultaneidad de actividades. El diseño, composición y colocación de dichas protecciones será objeto de un estudio particular, a realizar en la obra, que incluya instrucciones de actuación, horarios de las actividades simultáneas, código de comunicaciones, etc.

La aproximación de los vehículos de transporte de hormigón al tajo se realizará con precaución. Es aconsejable que los mismos estén provistos de dispositivos ópticos y acústicos, sincronizados con la marcha atrás para avisar de esta maniobra.

Normas para hormigonado de muros tradicionales

Antes del inicio del vertido del hormigón, el Encargado revisará el buen estado de seguridad de los taludes del vaciado que corresponden a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.

El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado externo y el talud del vaciado), se efectuará mediante escaleras de mano. Se prohíbe el acceso "escalando el encofrado", por ser una acción insegura.

Antes del inicio del hormigonado, el Encargado revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

La plataforma de coronación de encofrado para vertido y vibrado, que se establecerá a todo lo largo del muro, tendrá las siguientes dimensiones:

- Longitud: la del muro
- Anchura: sesenta centímetros (3 tablones mínimo)
- Sustentación: jabalcones sobre el encofrado
- Protección: barandilla de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Acceso: mediante escalera de mano reglamentaria

El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.

Se establecerán, a una distancia mínima de 2 metros, como norma general fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse, aborde de taludes de vaciado, para verter el hormigón.

Medidas preventivas:

- Evitar el contacto prolongado de la piel con el hormigón.
- Lavar la superficie cutánea que hay estado en contacto con el cemento o con la pasta (hormigón, mortero, etc.).
- En el caso de alergia, aplicar cremas protectoras y tratamientos específicos.
- En el caso de vertido accidental se recomienda su recuperación mediante sistemas de aspiración.
- Si el trabajo se realiza en altura se presentará la posibilidad de caídas, siendo necesario entonces disponer protecciones colectivas que pueden ser principalmente:
- Barandillas de protección.
- Redes horizontales y/o verticales.
- Si no fuera posible la disposición de las protecciones colectivas mencionadas o de otras posibles, será necesario recurrir al empleo de cinturón de seguridad.

En operaciones de bombeo

- El equipo encargado del manejo de la bomba será especialista en este trabajo.
- En los trabajos de bombeo, al comienzo se usarán lechadas fluidas, a manera de lubricantes en el interior de las tuberías para un mejor desplazamiento del material.
- Si durante el funcionamiento de la bomba se produjera algún taponamiento se parará ésta para así eliminar su presión y poder destaponarla.
- Revisión y mantenimiento periódico de la bomba y tuberías así como de sus anclajes.
- La tubería de la bomba de hormigonado será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio el hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por "tapones" y "sobre presiones" internas.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, para evitar "atoramientos" o "tapones".
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la "redecilla" de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total, del circuito. En caso de detención de la bola se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento que será presentado a requerimiento de la Dirección Facultativa.

En operaciones de vertido mediante canaleta.

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m (como norma general) del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a "puntos sólidos" en el que enganchar el mosquetón del cinturón en los tajos con riesgo de caída desde altura.
- Se habilitarán "puntos de permanencia" seguros; intermedios, en aquellas situaciones de vertido a media ladera.
- La mayoría de vertido será efectuada por un Capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

En operaciones de vertido mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará mediante una traza horizontal, ejecutada con pintura en color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- Se señalizará mediante trazas en el suelo (o "cuerda de banderolas") las zonas batidas por el cubo.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones
- Del cubo (o cubilote) penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición del vertido. Se prohibe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

En el uso de hormigoneras

Aparte del hormigón transportado en bombonas; para poder cubrir pequeñas necesidades de obra, emplearemos también hormigoneras de eje fijo o móvil las cuales deberán reunir las siguientes condiciones para un uso seguro:

- Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables palancas y accesorios.
- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos el operador dejará la cuba reposando en el suelo o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera estará provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos el motor con carcasas y el cuadro eléctrico aislado, cerrado permanentemente.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad (Clase C).
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes húmedos.

Protecciones Colectivas

- Barandillas para losas y tableros
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

1.3.37. DRENAJE Y SANEAMIENTO

Definición

Son los trabajos necesarios para la construcción de todos los elementos del sistema de drenaje. Esta parte del Proyecto se trata de forma general puesto que en estos trabajos se emplean diversas unidades constructivas incluidas en este Estudio.

El tramo contiene dos obras drenaje, resueltas mediante dos marcos (la OD- 2.29; de 2,60x2,65 m y la OD 3.70; de 3,60x2,65 m) con entradas y bajantes escalonadas. En ambos casos, disponen de un pasillo lateral de 0,60 m de anchura con acceso al terreno situado a ambos lados de la plataforma. También se ha adoptado una red de drenaje separativo en los túneles, preparada para la recogida de posibles vertidos contaminantes que se produzcan en los túneles, mediante una red de drenaje específica dotada de arquetas sifónicas y de depósitos estancos de recogida con una capacidad de 200 m3.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Caídas de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Caída de herramientas
- Proyección de partículas volantes a los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales
- Contusiones y torceduras de pies y manos
- Electrocuciones
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Polvo
- Ruido

Medidas preventivas

Normas básicas de seguridad

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiarán las posibles incidencias que los trabajos puedan ocasionar a las áreas colindantes y en especial, las probables interferencias con conducciones aéreas y subterráneas de servicios, etc.
- A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo y en el caso de preverse circulación de personas y vehículos, se señalizarán suficientemente, especialmente por la noche, si fuese necesario.
- Si es necesario alumbrado portátil la tensión de utilización será de 24 voltios.
- Se evitará en lo posible la confluencia de trabajadores y máquinas en el mismo tajo.
- La maquinaria específica de hinca será manipulada por personal cualificado. No obstante dicha maquinaria llevará en lugar visible la peligrosidad de permanecer en el radio de acción de la misma.
- El encargado se cerciorará de que no hay operarios próximos a los gatos de expansión de la máquina durante su funcionamiento.

Normas para instalaciones de saneamiento

Además de las normas descritas para el movimiento de tierras se tendrán en cuenta las siguientes:

Siempre que exista peligro de derrumbamiento se procederá a entibar y en cualquier caso en zanjas de profundidad superior a 1,5 metros.

Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que los conductos se deslicen o rueden.

Se prohíbe la permanencia en solitario en el interior de pozos o galerías. Se prohíbe expresamente utilizar fuego para la detección de gases.

Se vigilará la existencia de gases nocivos. En caso de detección se ordenará e desalojo de inmediato.

Los pozos y galerías tendrán iluminación suficiente para poder caminar por e interior.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivo
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Pasarela de protección
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.

- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.

1.3.38. MALLAS DE ALAMBRE REFORZADO

Definición

En las operaciones a realizar en desmontes en roca, para asegurar su estabilidad frente a roturas planares o tipo cuña, se dispone de bulonados activos de refuerzo, y de un elemento superficial de reparto consistente bien en una malla de alambre reforzada, bien en una capa de hormigón proyectado con fibras metálicas.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de materiales
- Caída de herramientas
- Desplomes de grúas
- Balanceo de cargas
- Contusiones y torceduras en pies y manos
- Heridas punzantes en pies y manos
- Heridas por máquinas cortadoras
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Proyección de partículas volantes a los ojos
- Ruido

Medidas preventivas

Antes del inicio de los trabajos se realizará una inspección con el fin de detectar posibles anomalías geológicas en el terreno que pueda dar lugar a movimientos del terreno, o existencia de socavones. Asimismo se efectuará una inspección de los frentes y paramentos verticales que puedan existir en la traza de la obra con el fin de detectar posibles desprendimientos de materiales provocados por la propia excavación de la obra.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.

- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
-

1.3.39. MUROS ANCLADOS

Definición

Consiste en una pantalla de pilotes fijada al talud mediante anclajes tesados. En esta unidad constructiva se ha de comprobar el estado del equipo de tesado y se ha de realizar el tesado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del sistema utilizado. En particular, se ha de tener cuidado que el gato se coloque perpendicularmente y centrado respecto al anclaje.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Equipo de ejecución de pilotes
- Retroexcavadora
- Camión Bomba
- Hormigonera
- Camiones

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de materiales
- Caída de herramientas
- Desplomes de grúas
- Balanceo de cargas

- Contusiones y torceduras en pies y manos
- Heridas punzantes en pies y manos
- Heridas por máquinas cortadoras
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Proyección de partículas volantes a los ojos
- Dermatitis
- Quemaduras
- Rotura de cabezas y cuñas de anclaje
- Vuelcos de piezas prefabricadas
- Electrocuciones
- Ruido

Medidas preventivas

- El movimiento de tierras necesario se realizará siempre con talud estable y se dejará espacio suficiente para trabajar. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios.
- El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura.
- La instalación eléctrica necesaria para el vibrado del hormigón de los muros contará con puesta a tierra y protección diferencial.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.

1.3.40. ESTRUCTURAS

Definición

Las estructuras más singulares dentro del tramo en estudio son las siguientes:

Sistemas constructivos: en función de las dimensiones de los viaductos, de la altura de sus pilas y de la configuración de los valles que se atraviesan, se han planteado tres viaductos sobre cimbra autoportante (Arkotxa , San Lorenzo y Leginetxe) y dos empujados (San Antonio-Malaespera y el viaducto sobre el río Ibaizabal).

PASOS SUPERIORES

La reposición de caminos prevista requiere la realización de dos pasos sobre la plataforma ferroviaria, denominados PS-2.74 y PS-4.56, que se resuelven mediante sendas losas de hormigón armado de tres vanos (con luces 14+17+14 m y canto de 1 m). Tanto los estribos como las pilas (de fuste de sección circular, de 1 m de diámetro), se resuelven mediante cimentación directa.

MUROS

Se proyectan tres muros, con las siguientes características:

Muro 1.30: se trata de un muro pilotado de unos 40 m de longitud, diseñado con la misión de evitar la afección del terraplén de la plataforma sobre el gasoducto Bilbao- Valencia-Barcelona.
Muro 2.38: con una longitud aproximada de 100 m, se diseña con el propósito de evitar una serie cuchillos de los derrames de terraplén en una media ladera pronunciada.
Muro 2.80: es un muro de reducidas dimensiones, diseñado con el propósito de reducir la afección de las obras de plataforma sobre el entorno de la ermita de San Lorenzo.

TÚNELES ARTIFICIALES

Los túneles artificiales han sido diseñados con sección monotubo de vía doble sin salidas de emergencia intermedias, dado que todos se localizan fuera de zona urbana y su longitud no alcanza los 1.500 m
Los túneles artificiales de Erribaso y Arizbakarra, se realizan mediante un sistema “mixto” de construcción, consistente en ejecutar la excavación a cielo abierto únicamente hasta los arranques del techo de la bóveda de la galería. Una vez asegurado el techo de la bóveda contra el terreno

mediante micropilotes (hasta 13.000 m en total), se ejecuta la excavación en mina de la parte inferior de la galería, y se concluye el sostenimiento interior del túnel

LOSAS DE TRANSICIÓN

Con el objeto de uniformizar el comportamiento de la plataforma en las transiciones entre túneles y viaductos próximos, se han diseñado tres losas de transición de 70 cm de espesor y a ejecutar con hormigón armado.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas de trabajo
- Andamios

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de materiales
- Caída de herramientas
- Desplomes de grúas
- Balanceo de cargas
- Contusiones y torceduras en pies y manos
- Heridas punzantes en pies y manos
- Heridas por máquinas cortadoras
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Proyección de partículas volantes a los ojos
- Dermatitis
- Quemaduras
- Rotura de cables de tesar
- Rotura de cabezas y cuñas de anclaje
- Vuelcos de piezas prefabricadas
- Electrocuciones
- Ruido

Medidas preventivas

CIMENTACIONES

- Los principales riesgos de esta fase son las caídas a distinto nivel y las derivadas de la manipulación del hormigón y de la ferralla.
- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- En la apertura de zapatas, las máquinas tendrán los estabilizadores abiertos y se situarán a la distancia del borde que se determine en función de la naturaleza del terreno.

- Los caminos de circulación entre zapatas, si existen, estarán despejados y llegado el caso, se señalizarán si deben circular dumpers o caminos entre ellas.
- Para acceso al fondo de la zapata, si tiene más de 1 m de profundidad, se emplearán escaleras de mano. Si no es así, con unos peldaños es suficiente.
- En las tareas de hormigonado, se colocarán durmientes en el borde de aproximación del dumper o camión, si se hace por vertido directo, con unos topes, para evitar que la presión de la rueda provoque desprendimientos en el borde y la consecuente caída del vehículo.
- La excavación de la cimentación deberá permanecer sin hormigonar el menor tiempo posible, intentando por todos los medios que el proceso de excavación, ferrallado y hormigonado sea continuo y en el mismo día.
- En el caso de que la excavación deba permanecer más de un día abierta o la altura de la caída sea mayor de dos metros, deberá protegerse con una barandilla resistente de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Los camiones de transporte del hormigón deben situarse perpendiculares a la excavación, con objeto de que trasmitan las menores cargas dinámicas posibles al corte del terreno.
- Los riesgos derivados de la manipulación de la ferralla y el hormigón vienen especificados junto con sus prevenciones, al final de este apartado, pero con carácter general serán prevenidos mediante los equipos de protección individual adecuados:
    - Casco de seguridad.
    - Guantes de cuero.
    - Botas de seguridad con puntera y plantilla metálica.

A parte de las medidas mencionadas y en el caso de las cimentaciones profundas se deberá de tener en cuenta los riesgos que esta actividad genera como son:

- Contacto con cables eléctricos aéreos o subterráneos.
- Vuelco de la pilotadora por exceso de carga.
- Golpes de objetos pesados.
- Heridas en extremidades.
- Salpicaduras de hormigón, detritus, etc.
- Derrumbe de las paredes.

Normas básicas de prevención

- En todo momento se mantendrán las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Se delimitará con vallas el área de trabajo y en los accesos se colocarán las señales que indiquen:
    - Cargas suspendidas.
    - Riesgo de caídas a distinto nivel.

- Previamente a la iniciación de los trabajos se resolverán las posibles interferencias del pilotaje con canalizaciones de servicios existentes.
- El personal de pilotar, será conocedor del correcto sistema constructivo a ejecutar y estará dirigido por un capataz especialista.
- No se ejecutarán simultáneamente en el mismo pilote la extracción de tierras y la carga de éstas sobre el camión.

- El embudo, para el vertido del hormigón en el pilote, se orientará mediante cables o sogas atadas a un extremo libre y nunca con las manos.
- Se izará de forma vertical, evitando arrastre y tirones inclinados. Su introducción se hará lentamente evitando el choque con las armaduras y su extracción, una vez hormigonado el pilote, se hará lentamente, alejando previamente del lugar al personal y al camión hormigonera.
- Las bocas de las perforaciones se protegerán con barandillas de 0,90 m de altura o se taparán siempre que el entubado o cualquier otro elemento no supla suficientemente esta protección.

Normas de actuación durante los trabajos

- En el izado y suspensión de elementos auxiliares, se habilitarán los medios necesarios para evitar tiros oblicuos.
- Cuando sea preciso guiar o presentar manualmente algún elemento suspendido, se extremarán las precauciones para evitar movimientos bruscos o pendulares.
- Siempre que sea posible se suplirá con herramientas adecuadas la acción manual directa sobre elemento a guiar o presentar.
- Los cables, ganchos, cuerdas y demás aparejos de izar se revisarán periódicamente para asegurar el buen estado de los mismos.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción del tornillo excavador.

- Como paso previo a un trabajo seguro, hay que estudiar el lugar de trabajo, accesos, interferencias, etc.; para que las máquinas no tengan problemas al llegar a obra.
- Reducir en lo posible la presencia de personas en el entorno y radio de acción de máquinas.
- Disponer de tapas, barandillas, equipos para bajar al fondo en pilotes para tenerlo en caso de emergencia.
- Las armaduras se moverán colgadas de dos puntos en horizontal.
- No se harán tiros oblicuos ni se arrancaran, etc. tirando con la grúa.
- En procedimientos especiales vigilar los equipos de perforación y sobre todo los de alta presión, pues se manejan presiones muy altas no habituales. Las mangueras, racores, válvulas etc. deben estar en perfecto estado y revisadas por especialistas.

CIMENTACIONES SUPERFICIALES

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocará la señal "Riesgo de caídas a distinto nivel".

En los accesos de vehículos al área de trabajo se colocará la señal "Peligro indeterminado" y el rótulo "Salida de camiones".

Previsiones iniciales

Antes de iniciar los trabajos se tomarán las medidas necesarias para resolver las posibles interferencias en conducciones de servicios, aéreas o subterráneas.

Normas de actuación durante los trabajos

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la apertura de zanjas y pozos pueda ser seguido inmediatamente por su colocación.

Los productos de excavación que no se lleven a vertedero, se depositarán a una distancia igual o superior a la mitad de la profundidad de esta, salvo en el caso de la excavación en terreno arenoso en que esa diferencia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

Las áreas de trabajo en las que la excavación de cimentaciones suponga riesgos de caídas de altura, se acotarán con barandilla de 0,90 m de altura y rodapié de 0,20 m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Siempre que la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50 m, se colocarán escaleras que tendrán una anchura mínima de 0,50 m con pendiente no superior a 1:4.

Los laterales de la excavación se sanearán antes del descenso del personal a los mismos, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, empleando esta medida a las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.

Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrá a 0,60 m del borde de éstas, un rodapié de 0,20 m de altura.

En la entibación o refuerzo de las excavaciones, se tendrá en cuenta la sobrecarga móvil que pueda producir sobre el borde de éstas, la circulación de vehículos o maquinaria pesada.

Las maniobras de aproximación de vehículos pesados al borde de las excavaciones serán dirigidas por un auxiliar. Siempre que no existan topes fijos se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.

Los materiales retirados de entibaciones, refuerzos o encofrados se apilarán fuera de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre la madera se sacarán o doblarán. Se señalizará la zona con la señal SNS-207: Obligatorio doblar las puntas.

Los vibradores de hormigón accionados por electricidad estarán dotados de puesta a tierra.

ESTRUCTURAS DE FÁBRICA

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas suficientemente iluminadas.

Los bordes y huecos de tablero se protegerán con barandillas de 0,90 de altura y rodapié de 0,20 m que sólo se quitarán inmediatamente antes de hacer las barandillas.

Siempre que resulte obligado trabajar en niveles superpuestos protegerá a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes viseras o medios equivalentes.

El izado de ladrillos, bloques y en general material de tamaño reducido se hará en bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijados o abatibles.

El acceso a los andamios de más de 1,50 m de altura, se hará por medio de escaleras de mano provistas de apoyos antideslizantes y su longitud deberá sobrepasar por lo menos 0,70 metros el nivel del andamio.

En estructuras de más de 4 m de altura a nivel del suelo se acotará en área de trabajo y se colocará la señal "Riesgo de caída de objetos".

Siempre que sea necesario montar el andamio inmediato a un hueco o fachada, será obligatorio utilizar cinturón de seguridad para el que previamente se habrán fijado puntos de enganche, alternativamente se dotará al andamio de sólidas barandillas.

Andamios

Deben disponerse los andamios de forma que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

Hasta 3 m de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3 m y hasta 6 m máxima altura permitida para este tipo de andamios se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Todos los tablones que forman la andamiada, deberán estar sujetos a las borriquetas por lías, y no deben volar más de 0,20 m

La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar los andamios en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

Normas de actuación durante los trabajos

El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea el estrictamente necesario.

El acopio que sea obligado mantener encima del andamio estará debidamente ordenado.

Se prohibirá amasar mortero encima del andamio, manteniéndose este en todo momento limpio de mortero.

Revisiones

Diariamente, antes de iniciar el trabajo en los andamios se revisará su estabilidad así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y EN MASA

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. Se colocarán barandillas de protección para Losas y Tableros

Se utilizará Red vertical de seguridad de malla de poliamida y Red de seguridad de colocación horizontal.

Plataforma de trabajo

Se dispondrá de barandillas de protección en todos lo bordes y huecos

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo y se colocará la señal "Riesgo de caída de objetos".

Andamio formado por pórticos arriostrados.

Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes, viseras o elementos de protección equivalentes.

Normas de actuación durante los trabajos

Se habilitarán accesos suficientes a los diversos niveles de la estructura con escaleras o rampas de anchura mínima de 0,60 m dotadas de barandilla de 0,90 m de altura y rodapié de 0,20 m. Cuando se utilicen escaleras de mano, su anchura mínima será de 0,50 m y su pendiente no será superior a 1:4.

Siempre que sea obligado circular sobre planos de la estructura, antes de construir el tablero o mientras este no tenga consistencia para soportar el paso de personas, se dispondrán

pasarelas de 0,60 m de anchura mínima con protección de barandillas de 0,90 m de altura rodapié de 0,20 m de anchura.

Se evitará la presencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. En el vertido de hormigón o en fases de trabajo en que se produzcan localizaciones de cargas en puntos de la estructura en construcción, se distribuirán convenientemente estas, teniendo en cuenta la resistencia de la estructura.

En caso de transporte neumático de hormigón se protegerá su salida de la tubería con una pantalla de consistencia suficiente para evitar proyecciones.

En los trabajos de desencofrado en que haya peligro de caída libre de tableros u otros elementos, se tomarán medidas para evitar estas caídas y se adoptará la precaución complementaria de cortar las áreas que pudieran ser afectadas por las mismas.

Los materiales procedentes del desencofrado se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre la madera se sacarán o se doblarán.

En las áreas en que se desencofra o se apila la madera se colocará la señal "Obligatorio doblar las puntas".

Revisiones

Izado de carga

Diariamente el gruista antes de iniciar el trabajo, revisará todos los elementos sometidos a esfuerzos.

Trimestralmente al menos, se hará una revisión a fondo de los cables, cuerdas, poleas, frenos y de los controles y sistemas de mando.

Otros elementos

Periódicamente se revisarán las tomas de tierras de grúas, hormigoneras y demás maquinaria accionada eléctricamente con especial atención al buen estado de las conexiones y suficiente grado de humedad en la toma de tierra.

En caso de transporte neumático o hidráulico de hormigón se revisarán antes de iniciar el trabajo de las uniones de tuberías y arriostramientos con especial atención a los codos.

LOSAS

Distinguiendo el siguiente orden:

1- Encofrado y desencofrado.

- Es conveniente la utilización de plataformas adecuadas, es decir, pasarelas con parapeto (barandilla y rodapié) que eviten que los operarios tengan que subirse al propio encofrado, si bien es norma usual entre los carpinteros encofradores la realización de estos trabajos desde el propio encofrado; ante este problema, se hace más necesario el uso de redes en la ejecución de estructuras.
- Es en esta tarea cuando se hace patente la necesidad del uso del cinturón de seguridad, anudado a un cable sujeto a la pila, dando a la vez facilidad de movimientos (desplazamiento horizontal) y seguridad.

Normas básicas de seguridad durante el encofrado y desencofrado de losas

- Antes de autorizar la subida de personas a la losa para armarla, se revisará la verticalidad y estabilidad de los puntales y buena nivelación de las sopandas.
- En caso de ser imprescindible permanecer algún operario sobre las sopandas, si existe posibilidad se tenderá bajo él una red horizontal de seguridad. De no serlo, estará sujeto a un "punto seguro" mediante el cinturón de seguridad.
- El desenconfrante lo dará el operario protegido con guantes. El desencofrado por aire comprimido se ejecutará desde una posición en un lugar ya sin bovedillas.
- El izado de los tableros se efectuará mediante bateas emplintadas en cuyo interior se dispondrán los tableros ordenados y sujetos mediante flejes o cuerdas sujetas con nudos de marinero.
- La instalación de los tableros sobre las sopandas se realizará subido el personal sobre un castillete de hormigonado o sobre un andamio colocado al efecto.
- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su puesta.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.
- El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinero.
- Terminado el desencofrado se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas).

2- Colocación de armaduras.

- En la recepción de armaduras para colocarlas dentro del encofrado, los operarios estarán situados en plataformas o torretas mencionadas en los puntos anteriores, evitando trabajar sobre el propio encofrado, factor este de clara inestabilidad con riesgos evidentes de caída.
- Para el manejo de la ferralla se utilizarán guantes de lona o cuero.

3- Vertido del hormigón

- Antes de verter el hormigón hay que revisar el correcto estado del acuñamiento de puntales.
- El transporte del hormigón se realiza con la grúa por medio de cubetas o tolvas. Es fundamental que la cubeta tenga un cierre perfecto para evitar caídas del material durante su recorrido. Se evitará trabajar sobre escaleras apoyadas en los encofrados, utilizándose plataformas de seguridad (de 60 x 60 cm. como mínimo), dotadas de sus correspondientes barandillas y rodapiés.
- Al verter el hormigón, hay que controlar la cantidad de hormigón vertido, mediante cubetas con tolva de descarga para canalizar la caída del hormigón dentro del encofrado, con lo que se consigue evitar la caída del material y un mejor aprovechamiento del mismo.
- Con respecto al vibrado del hormigón, los vibradores que se utilicen deben ser alimentados con tensión de seguridad de 24 v.
- Será necesaria la existencia de un técnico competente por parte de la Empresa Contratista, que cumpla con los requisitos establecidos en el R.D 1627/97 anejo IV parte C, y se responsabilice que

los movimientos de elementos prefabricados pesados se realizan en condiciones de seguridad y estas medidas de seguridad están dimensionadas adecuadamente.

- Es necesario realizar antes del inicio del transporte un estudio del itinerario a seguir considerando alturas de gálibos, anchos de carriles, etc.
- El eslingaje y colocación de las vigas se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante y mediante grúas de suficiente capacidad. Se revisará la estabilidad de las grúas, sus bases de apoyo, así como el estado de las eslingas antes del inicio de las maniobras.
- La colocación de las placas de encofrado perdido se realizará con cinturón de seguridad anclado a un tubo metálico colocado en las vigas. Para ello será necesario que en fábrica durante el hormigonado de las vigas centrales se deje embutido un cartucho hueco, deberán acuñarse para que mantengan la horizontalidad.
- En las vigas extremas, también podrá preverse unas perforaciones en las alas, que permitirán posteriormente poder embutir los redondos para formar las barandillas. Se considerará el canto del tablero para calcular la longitud de los redondos, e forma que la barandilla tenga 90 cm. de altura respecto al nivel de tablero hormigonado.
- En ambos casos, deberá preverse en fábrica durante el hormigonado de las vigas extremas la colocación de macarrones, bien en el alma o en el ala superior, para posteriormente poder colocar los pescantes o las barandillas
- Los accesos a las vigas, si no pueden realizarse de los estribos, se realizarán por medio de escaleras de mano o escaleras de tiros y mesetas en función de la altura.
- Si se trata de un tablero sobre una viga metálica, la propia placa de encofrado perdido debe llevar unas perforaciones para poder colocar unos redondos verticales sobre los que instalar la barandilla. La altura de estos redondos debe calcularse teniendo en cuenta el canto del tablero de forma que tengan 90 cm. respecto del nivel de tablero hormigonado.

Tablero in situ

Todas las operaciones de cimbrado y descimbrado se realizarán con cinturón de seguridad, que se irá sujetando a la propia cimbra.

Es imprescindible que todos los trabajos de ferrallado y hormigonado se realicen protegidos por una barandilla perimetral que se colocará bien en la propia cimbra o adosada a la tabica del encofrado. La altura de dicha barandilla debe calcularse considerando el tablero hormigonado.

Tanto en el caso de vigas como en el tablero in situ, si los trabajos realizan con tráfico abierto, es necesaria la colocación de una red horizontal debajo de la estructura para evitar la caída de objetos, por lo que debe haberse previsto con anterioridad los puntos de anclaje.

La altura de gálibo debe señalización suficiente antelación.

ACABADOS

Hasta que no comiencen los trabajos de acabados, los accesos al paso elevado deben permanecer clausurados.

Las plataformas de trabajo perimetrales se retirarán lo más tarde posible. Cualquier trabajo que se realice hasta que se coloque la barandilla definitiva se realizará con cinturón de seguridad.

Si la imposta se construye in situ, cuando el puente sea sobre vigas, se mantendrá la plataforma que se adosó durante el hormigonado; si el puente es una losa, el propio encofrado deberá llevar las plataformas de
trabajo.

Cuando la imposta sea prefabricada, en los pasos elevados sobre vigas, se mantendrá la plataforma de trabajo; si el puente, es una losa, no quedará otra alternativa que utilizar el cinturón de seguridad. No obstante cuando la imposta sea prefabricada, es preferible que lleve incorporada la barandilla definitiva.

En el resto de trabajos de acabados como barandillas, iluminación, etc., todos los trabajos con riesgo de caída de altura deberán protegerse bien por las barandillas definitivas o bien con cinturón de seguridad.

MUROS

El movimiento de tierras necesario se realizará siempre con talud estable y se dejará espacio suficiente para trabajar. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios.

El ferrallado se realizará siempre desde andamios tubulares completos, con placas de apoyo o husillos de nivelación en la base, con todas las crucetas, plataformas de trabajo mayores de 60 cm. y para alturas superiores a 2,00 m se colocarán barandillas.

Estos andamios tendrán la anchura suficiente, de manera que cumplan que la relación entre su altura y el lado menor de la base sea menor que 5. En caso contrario será necesario suplementar su base con ayuda de tubo y grapa.

Los operarios que manejan los paneles de encofrado deberán utilizar botas de seguridad con puntera reforzada y no deberán trepar por los encofrados, sino que utilizarán los medios auxiliares adecuados como escaleras de mano.

El hormigonado de los muros se realizará desde plataformas de trabajo de

60 cm. de ancho protegidas por barandillas de 90 cm. de altura formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura.

La instalación eléctrica necesaria para el vibrado del hormigón de los muros contará con puesta a tierra y protección diferencial.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.

- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio

- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Casco para alta tensión, clase E-AT
- Pértiga para alta tensión.
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Barandillas para losas y tableros
- Redes perimetrales con soporte metálico
- Redes para huecos horizontales
- Barandilla de protección
- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca según CIP/96.
- Vallas de limitación y protección

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.

1.3.46. TRABAJOS EN ALTURA

Definición

El riesgo más importante que se presenta en el proceso de ejecución de algunas unidades constructivas, como son las que forman la construcción de un viaducto, es el de caída de altura. La disminución y/o eliminación del riesgo de caída de altura se debe realizar mediante la incorporación, a los medios auxiliares empleados, de las Protecciones Colectivas adecuadas.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas
- Plataformas de trabajo
- Andamios

Riesgos

- Caída de altura en cimentaciones, pilas, tablero.
- Caída de materiales
- Caída de herramientas
- Desplomes de grúas
- Balanceo de cargas
- Contusiones y torceduras en pies y manos
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Vuelcos de piezas prefabricadas
- Condiciones climatológicas (viento, hielo).
- Ruido

Medidas preventivas

- La colocación de plataformas de trabajo con barandillas de protección perimetral se debe complementar con colocación de redes.
- Se debe prestar especial atención a la constitución y posterior mantenimiento de escaleras auxiliares y andamios.
- En tableros in situ, la barandilla deberá estar constituida como un elemento más del encofrado.
- Se deberá prever la disposición de barandillas provisionales hasta la colocación de la definitiva.
- Una buena solución es embutir en el hormigón casquillos, donde posteriormente se introducirán los balaustres para conformar la barandilla provisional.
- En vigas prefabricadas, la solución más efectiva para evitar la caída de altura, es la disposición de redes horizontales entre los dinteles de las pilas.
- Durante la fase de colocación de redes el operario deberá utilizar cinturón de seguridad.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.

Protecciones Colectivas

- Plataformas de trabajo adecuadas, con un ancho mínimo de 60 cm.
- Barandillas de protección en todo el perímetro, con una altura mínima de 90 cm.
- Arriostramientos horizontales y verticales que garanticen su estabilidad.
- Redes horizontales y/o verticales.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Planificación de la prevención en los tajos
- Definición clara de zonas de acopio y circulación.
- Mantenimiento periódico de la maquinaria y medios auxiliares.

1.3.47. MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS MEDIOS AUXILIARES EMPLEADOS EN LO TRABAJOS EN ALTURA.

Definición

Son las operaciones necesarias para instalar con seguridad los elementos auxiliares que, junto con las protecciones colectivas, servirán para facilitar y asegurar los trabajos.

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Caída de altura en cimentaciones, pilas, tablero.
- Caída de materiales
- Caída de herramientas
- Desplomes de grúas
- Balanceo de cargas
- Contusiones y torceduras en pies y manos
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Vuelcos de piezas prefabricadas
- Condiciones climatológicas (viento, hielo).
- Ruido

Medidas preventivas

Se deberá disponer de un técnico competente por parte de la Empresa Contratista que supervise estas operaciones de montaje y desmontaje, además de establecer chequeos periódicos, accesos adecuados a las mismas. Del mismo modo deberá contar con sus correspondientes cálculos de resistencia y estabilidad, teniendo en cuenta para dichos cálculos la resistencia del terreno. No se utilizarán equipos de este tipo si antes no existen los cálculos mencionados anteriormente. Todos estos medios auxiliares (cimbras, andamios, etc.) deberán disponer de accesos adecuados, plataforma de trabajo a todos los niveles incluida la zona de nivelación de husillos, deberán quedar cubiertos todos los huecos y siempre se deberá colocar protecciones colectivas, tipo barandilla perimetral o similar.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.

- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio-Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.

Protecciones Colectivas

- Plataformas de trabajo adecuadas, con un ancho mínimo de 60 cm.
- Barandillas de protección en todo el perímetro, con una altura mínima de 90 cm.
- Arriostramientos horizontales y verticales que garanticen su estabilidad.
- Redes horizontales y/o verticales.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Planificación de la prevención en los tajos
- Definición clara de zonas de acopio y circulación.
- Mantenimiento periódico de la maquinaria y medios auxiliares.

1.3.48. SERVICIOS AFECTADOS

Definición

Se tendrá en cuenta lo relacionado en las unidades constructivas necesarias para la reposición de cada uno de los servicios afectados.
Hay que señalar las interferencias que serán causadas a:

- Tuberías de Abastecimiento
- Cerramientos metálicos
- Conducciones de líneas Eléctricas.
- Conducciones de líneas Telefónicas.
- Conducción de Gas (no afectada).
- Conducciones de fibra óptica (telefónica)

Medios empleados

- Grúas y Camiones Grúa
- Aparejos para izar
- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Electrocuciones
- Caídas desde medios de transporte
- Polvo
- Ruido
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Caída de herramientas

Medidas preventivas

LÍNEAS ELÉCTRICAS :

Antes de comenzar los trabajos en obras con posibles interferencias de líneas eléctricas enterradas, es recomendable atender a las siguientes normas:

•No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.

•Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el peso de la maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

•Utilizar detectores de campo capaces de indicarnos trazado y profundidad del conductor.

•Emplear señalización indicativa del riesgo, siempre que sea posible, indicando la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad.

•A medida que los trabajos siguen su curso se velará porque se mantengan en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

•Informar a la Compañía propietaria inmediatamente, si un cable sufre daño. Conservar la calma y alejar a todas las personas para evitar riesgos que puedan ocasionar accidentes.

Normas básicas de realización de los trabajos.

No utilizar picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde pueden estar situados cables subterráneos.

Se conoce perfectamente su trazado y profundidad.

Si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión) se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m. de conducción (salvo que previamente de conformidad con la Compañía propietaria, nos hubiera sido autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

No se conoce exactamente el trazado, la profundidad y la protección. Se podrá excavar con máquina hasta 1,00 m. de conducción, a partir de ésta cota y hasta 0,50 m. se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y, a partir de aquí, pala manual.

Con carácter general, en todos los casos, en los que la conducción quede al aire, se suspenderá o apuntalará, se evitará igualmente que pueda ser dañada accidentalmente por maquinaria, herramientas, etc., así como si el caso lo requiere, obstáculos que impidan el acercamiento. Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos en el interior de las zanjas, pozos, etc., se tendrá en cuenta, como principales medidas de seguridad, el cumplimiento de las cinco reglas siguientes:

•Descargo de la línea.

•Bloqueo contra cualquier alimentación.

•Comprobación de la ausencia de tensión.

•Puesta a tierra y en cortocircuito.

•Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación. Estas medidas de seguridad se realizarán siguiendo el orden de arriba a abajo. En la actualidad existen unos aparatos llamados "detectores de campo", capaces de indicarnos el trazado y la profundidad de la línea. La precisión de estos aparatos es función de su sensibilidad y de la tensión del conductor.

LÍNEAS TELEFÓNICAS

Normas de actuación

Se tomarán las medidas que eviten que accidentalmente se dañen las conducciones y en consecuencia se suprima el servicio

Gestionar con la compañía propietaria su identificación y la posible solución a la reposición de la misma.

No dejar que las conducciones puedan sufrir alteraciones al paso de maquinaria o vehículos.

Informar inmediatamente a la compañía propietaria si alguna conducción sufre daño.

Normas de Seguridad

Identificación:

Mediante planos facilitados por la Dirección Facultativa

Señalización:

Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

Recomendaciones en ejecución:

Es aconsejable no realizar excavaciones con máquinas a distancias inferiores a 0.50 metros de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala normal

Una vez descubierta la tubería, caso que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión. En tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.

No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción

Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO.

Cuando haya que realizar trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán medidas que eviten que, accidentalmente, se dañen éstas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio.

Identificación.

En caso de no ser facilitados por la Dirección Facultativa planos de los servicios afectados, se solicitarán a los Organismos encargados, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. (Se dispondrá, en lugar visible, teléfono y dirección de estos Organismos.).

Señalización.

Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

Recomendaciones en ejecución.

•Es aconsejable no realizar excavaciones con máquinas a distancias inferiores a 0,50 m. de la tubería en servicio. Por debajo de ésta cota se utilizará la pala manual.

•Una vez descubierta la tubería, caso en que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará, a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

•Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.

•Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la Compañía Instaladora.

•No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.

•Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

Actuación en caso de rotura o fuga en la canalización.

Comunicar inmediatamente con la Compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

TRÁFICO RODADO

Debido a la situación de la obra, se producirá durante su transcurso movimiento de vehículos y máquinas en los accesos de la misma ocupando los viales periféricos en operaciones de elevación, transporte y colocación de cargas en el interior de la obra.

En estas operaciones se realizarán los desvíos de vehículos y peatones necesarios, colocando señalizaciones, balizamientos, protecciones y la presencia de un vigilante que regule el paso.

CONDUCCIONES DE GAS

Cuando se realicen excavaciones sobre gaseoductos, se tomarán precauciones especiales, para no dañar la tubería y evitar los peligros del trabajo en presencia de gas.

Ejecución de los trabajos.

Cuando se descubra un tramo de gaseoducto, se seguirá, en líneas generales, las recomendaciones siguientes:

Identificación:

Se identificará el trazado de la tubería que se quiere excavar a partir de los planos constructivos de la misma, localizando también en los planos disponibles, las canalizaciones enterradas de otros servicios que puedan ser afectados.

Señalización:

Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad, se hará igualmente con las canalizaciones enterradas de otros servicios. Indicando además el área de seguridad.

Conducciones enterradas a profundidad igual o menor de 1,00 m.:

En éste caso se empezará siempre haciendo catas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la tubería, en el número que se estime necesario, para asegurarse de su posición exacta.

Conducciones enterradas a profundidad superior a 1 m:

Se podrá empezar la excavación con máquina, hasta llegar a 1,00 m. sobre la tubería, procediéndose a continuación como en el punto anterior.

Finalización de la excavación:

Una vez localizada exactamente la tubería mediante catas, se procederá a finalizar la excavación, siguiendo las precauciones y recomendaciones que a continuación se indican.

Precauciones y Recomendaciones. Anchura y profundidad de zanjas:

Las dimensiones transversales y profundidad de la zanja a excavar se fijarán en cada caso, en función del personal y la maquinaria que intervengan en la excavación.

Intervención en tuberías:

En caso de tener que intervenir en la tubería, se descubrirá longitudinalmente un tramo algo superior al estrictamente requerido, a fin de permitir la flexión de la tubería con gatos, para realizar los acoplamientos necesarios.

Tramos a descubrir:

No se descubrirán tramos de tubería de longitud superior a 15m. Dudas en la existencia o situación de canalizaciones:

En caso de que se presentasen dudas sobre la existencia o situación de canalizaciones enterradas de terceros, se consultará al titular de la canalización acerca de la ubicación de la misma, y si fuera necesario se requerirá la presencia de un técnico designado por el titular para que presencie los trabajos de excavación.

Excavación mecánica:

No se permitirá la excavación mecánica a una distancia inferior de 0,50 m. de una tubería de gas a la presión de servicio.

Utilización de dragas:

No se permitirá la utilización de dragas en la excavación, cuando la tubería tenga un recubrimiento de tierra de espesor inferior a 1,00 m.

Normas de seguridad.

Cuando se trabaja en proximidad de conducciones de gas o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial a los siguientes puntos:

•Se proveerá y mantendrá todas las luces guardas, cercas y vigilancia para la protección de las obras o para la seguridad de terceros cuando el caso lo requiera.

•Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro, debido a la marcha de aquellos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.

•Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.

•Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.

•Está prohibida la utilización, por parte del personal, de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.

•No se podrá almacenar material sobre conducciones de cualquier clase.

•En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.

•Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

•Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas en zonas de conducciones de gas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.

•Todas las máquinas utilizadas en proximidad de gaseoductos que funcionen eléctricamente, dispondrán de una correcta conexión a tierra.

•Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en éstos trabajos, estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.

Actuación en caso de fuga de gas, incendio o explosión.

En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de la obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la Compañía Instaladora.

Grupos electrógenos y compresores.

En los casos en que haya que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas cortafuegos.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Casco para alta tensión, clase E-AT
- Pértiga para alta tensión.
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de contención en borde de vaciados
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.

- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.
- Topes de desplazamiento de vehículos

1.3.49. FIRMES Y PAVIMENTOS

Definición

Base de zahorra artificial

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento. Aportación del material.
- Extensión, humectación si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.
- Mezcla bituminosa en caliente, tipo M-10, de granulometría discontínua

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento Estudio de la fórmula de trabajo
- Elaboración de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta. Transporte de la mezcla. Extendido de la mezcla. Compactación de la mezcla.
- Pavimento de hormigón HP-40 de resistencia característica a flexotracción, en espesores de 20/30 cm, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p de juntas.
- Se define como pavimento continuo de hormigón armado al constituido por una losa continua de hormigón armado, reforzado mediante barras de acero en el sentido longitudinal y que no tienen juntas transversales intermedias de expansión o de contracción. y que se ponen en obra con una consistencia tal del hormigón, que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación.

Riego de adherencia

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie.
- Aplicación del ligante bituminoso

Tratamiento superficial doble

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento Aplicación del ligante hidrocarbonado

- Extendido y apisonado del ligante hidrocarbonado Segunda aplicación del ligante hidrocarbonado Extendido y apisonado de la segunda capa de árido Eliminación del árido no adherido

Medios empleados

- Compactador
- Apisonadora manual
- Bituminadora
- Barredora autopropulsada
- Extendedora
- Camión hormigonera
- Central de hormigón
- Bomba de hormigón
- Vibrador
- Diversos útiles y herramientas
- Equipo de soldadura
- Dobladora mecánica de ferralla.

Riesgos

En la ejecución de las unidades que contienen mezclas bituminosas aparecen riesgos específicos de estos materiales, como son las quemaduras o inhalación de vapores tóxicos, así como los derivados de la utilización de extendedoras de aglomerado. El manejo de la extendedora debe ser realizado por personal especializado.

- Riesgos de la maquinaria (atropellos, atrapamientos por vuelco, caídas)
- Salpicaduras de productos bituminosos
- Riesgo higiénico derivado de la utilización de determinados aditivos: PVC, resinas epoxi, poliéster, etc.
- Inhalación de polvo.
- Estrés térmico derivado de los trabajos realizados a altas temperaturas (suelo caliente, radiación solar, vapor)
- Neumoconióticos derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico (nieblas de humos asfálticos).
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos (paleo circunstancial).
- Atropello durante las maniobras de acoplamiento de los camiones de transporte de aglomerado asfáltico con la extendedora.

Medidas preventivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan levantar polvaredas.

Cuando los operarios de laboratorio deban realizar ensayos “in situ”, señalizarán su situación clavando junto a ellos un jalón de tres metros con bandera roja en el extremo.

En los tajos de compactación de aglomerado se colocarán señales prohibiendo la presencia de personas y otros riesgos.

En el frente de las extendedoras, según el avance, se colocarán carteles prohibiendo la presencia de personal en el mismo, para evitar los atropellos por los camiones cuando realizan la maniobra de marcha atrás.

La planta asfáltica tendrá incorporado un sistema de depuración de gases.

Los operarios encargados de la bituminadora utilizarán, especialmente, mandil y guantes.

Los trabajadores encargados el extendido de aglomerado usarán calzado de seguridad que atenúe el calor que llega al pie.

Normas de actuación durante los trabajos

Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados si fuese preciso por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.

Se protegerá y señalizará suficientemente el área ocupada por personal dedicado a tareas de muestras o ensayos "in situ".

No se permite la permanencia sobre la extendedora en marcha a otra persona que no sea el conductor, para evitar accidentes por caída.

Todos los operarios de auxilio quedarán en posición delante y separados de la máquina durante las operaciones de llenado de la tolva, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante las maniobras. Todas las plataformas de estancia o para seguimiento y ayuda al extendido asfáltico, estarán bordeadas de barandillas tubulares en prevención de las posibles caídas, formadas por pasamanos de 90 cm. de altura, barra intermedia y rodapié de 15 cm. desmontable para permitir una mejor limpieza.

Se prohíbe expresamente, el acceso de operarios a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.

El ascenso y descenso a la máquina se hará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y asiéndose con las dos manos.

Se recomienda el uso de cinturones antivibratorios para limitar los efectos de una permanencia prolongada.

Se recomienda la existencia de un extintor de polvo polivalente en la cabina de la máquina, debido sobretodo, al frecuente calentamiento de las reglas de la extendedora mediante gas butano.

Los reglistas caminarán por el exterior de la zona recién asfaltada, siempre que puedan, o se les facilitará un calzado adecuado para altas temperaturas.

En el uso de sustancias o preparados peligrosos, se actuará según lo establecido en la ficha de seguridad de dicho producto.

Se extremarán las precauciones si hay que realizar operaciones de extendido y compactación manuales.

Revisiones

Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria extensión, compactación y transporte con especial atención al estado de mecanismos de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.

También se tendrán en cuenta todas las medidas preventivas relativas a los trabajos de manipulación de hormigón y colocación de ferralla.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tension
- Guantes impermeables.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas anticalóricas e impermeables.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.
- Balizamiento luminoso
- Topes de desplazamiento de vehículos

1.3.50. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS Definición

Comprende los siguientes operaciones:

- Señalización vertical
- Suministro de los materiales.
- Ejecución de la sustentación y anclaje.
- Montaje de las placas y carteles.

Señalización horizontal:

- Suministro de materiales
- Limpieza y preparación de las superficies a pintar
- Pintado de las marcas viales

La señalización provisional incluirá, para las unidades de señalización vertical, la retirada de las señales al finalizar su uso y, para las de señalización horizontal la eliminación de las marcas provisionales una vez finalizado su uso sobre las áreas de pavimento definitivo.

Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Maquinaria de movimiento de tierras.
- Camiones.

Riesgos

- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de materiales
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Polvo
- Ruido
- Inhalación de productos tóxicos (pinturas).
- Colisiones
- Incendios

Medidas preventivas

Se deberá cumplir la norma 8.3.-I.C.

En los planos incluidos en este Estudio se relacionan los planos de señalización de obra de las distintas fases provisionales incluidas en el Proyecto.

Condiciones generales

Nunca podrán comenzarse obras en la vía pública sin que se hayan colocado las señales informativas de peligro y de delimitación previstas.

La señalización se ajustará en todo momento a lo establecido al efecto en el vigente Código de la Circulación y a la Norma de Carreteras 8.3- IC sobre señalización provisional en las obras.

Como normas generales:

- En un mismo poste no podrán ponerse más de una señal reglamentaria. Como excepción las señales combinadas de "dirección prohibida" y "dirección obligatoria" podrán situarse en un mismo poste y a la misma altura.
- En combinación con una señal reglamentaria se podrán añadir indicaciones suplementarias para lo cual se utilizará una placa rectangular, que deberá ir colocada debajo de la señal.
- Toda señalización deberá encontrarse en perfecto estado de conservación y limpieza.
- La colocación de la señalización será la adecuada al trazado en planta y perfil longitudinal de la calle en la que se coloque.
- El número de señales será el menor posible, siempre que se incluyan las especificadas como necesarias. En los casos de peligro se podrán repetir señales o añadir información suplementaria.
- Las señales habrán de ser claramente visibles por la noche por lo que serán reflectantes.
- Será obligatorio modificar o anular la señalización, balizamiento y, en su caso defensa, tanto de las propias calzadas como la de las obras, cuando se modifiquen las circunstancias en que se desarrolla la circulación.
- Cuando las señales no corresponden a la situación real, hace que los conductores no respeten el conjunto de la señalización al reducir su credibilidad.
- Se deberá prever la ocultación temporal de aquellas señales fijas y existentes en las calzadas que puedan eventualmente estar en contraposición con la señalización provisional que se coloca en occasion de las obras y que podrán producir errores o dudas en los usuarios. Los elementos utilizados para la ocultación de aquellas señales se eliminarán al finalizar las obras.
- Las señales estarán en todo momento perfectamente visibles, eliminándose todas las circunstancias que impidan su correcta visión.
- Si por la estación del año la vegetación interfiriera por su crecimiento con la señalización se procederá a la poda de las ramas y hojas si fuera posible, y sino se procederá a modificar el emplazamiento de la señalización. Siempre se procurará que la maquinaria y contenedores para el acopio de materiales, fuera de las horas de trabajo, no ocupen la calzada con circulación. Si fuera necesario se situará la señalización, balizamiento y defensa necesarios.
- Al descargar material de un vehículo de obras destinado a la ejecución de las mismas o la señalización, nunca se dejará ningún objeto depositado en la calzada abierta al tráfico, aunque solo sea momentáneamente con la intención de retirarlo a continuación.
- Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que pudieran representar algún peligro para el tráfico.

<u>Características específicas que debe reunir la señalización provisional</u>

- No se utilizarán señales que contengan mensajes del tipo: "PELIGRO OBRAS", "DESVÍO A 250 M" o "TRAMO EN OBRAS, DISCULPE LAS MOLESTIAS". Se procederá a colocar la señal reglamentaria que indique cada situación concreta.
- Las señales con mensajes indicados anteriormente serán situadas por las señales de peligro, TP-18 (obras y de indicación TS-60, TS-61 o TS-62 (desvíos)

- Todas las superficies planas de las señales y elementos reflectantes, excepto la marca vial TB-12, deberán estar perpendiculares al eje de la vía, quedando prohibido situarlas paralelas u oblicuas a la trayectoria de los vehículos dado que se disminuirá su visibilidad.
- El borde inferior de todas las señales deberán estar a 1 m del suelo. la utilización de soportes con forma de trípode para las señales podrá ser válida siempre que mantengan la señal en posición perpendicular al eje de la vía y con el borde inferior situado a menos de 1 m o en obras de conservación de corta duración.
- La colocación de señales situadas a menos de un metro sobre el eje y en situaciones climatológicas adversas, como lluvia, dará lugar a que las señales se ensucien por la proyección del agua desprendida de las ruedas de los vehículos que circulan.
- Las vallas de cerramiento para peatones conocidas con el nombre de palenques formadas por elementos tubulares, no podrán ser utilizadas como dispositivos de defensa y balizamiento, sobre todo puestas de perfil. Si la valla sustenta señales reglamentarias que cumplen con las dimensiones y altura sobre el eje de la vía podrá utilizarse.
- Las señales estarán colocadas de forma que se garantice su estabilidad con especial atención a las zonas con vientos dominantes. No se utilizarán para la sustentación de las señales piedras u otros materiales que puedan presentar un riesgo añadido en caso de accidente.
- En ningún caso se invadirá un carril de circulación, aunque sea para trabajos de poca duración, sin antes colocar la señalización adecuada.
- Las zonas de trabajo deberán siempre quedar delimitadas en toda su longitud y anchura mediante conos de caucho situados a no más de cinco o diez metros de distancia uno de otro según los casos.
- De noche o en condiciones de escasas visibilidad los conos y los paneles direccionales se alterarán con elementos luminosos cada tres o cinco elementos de balizamiento.
- La señal de peligro “OBRAS”, si es necesario situarla en horas nocturnas o en condiciones de visibilidad reducida, esta provista de una luz ámbar intermitente. Este elemento luminoso deberá colocarse además, de noche con escasa visibilidad, en la primera señal dispuesta, aunque la señal no sea la de “OBRAS”.

Normas referente al personal en obra

- Existirá en obra una persona encargada del trabajo de señalista, en aquellos lugares donde sean necesarios.
- El encargado, capataz, jefe de equipo, etc. estará provisto de las normas de seguridad y gráficos correspondientes a las distintas situaciones que puedan presentarse.
- En todo momento un mando intermedio permanecerá con el grupo de trabajo y solamente se alejará cuando por circunstancias de la obra fuera necesario.
- Todos los operarios que realicen trabajos próximos a la circulación deberán llevar en todo momento un chaleco de color claro, amarillo o naranja, provisto de tiras de tejido reflectante, de modo que pueden ser percibidos a distancia lo más claramente posible ante cualquier situación atmosférica. Si fuera necesario llevarán una bandeja roja para resaltar su presencia y avisar a los conductores.
- Cuando un vehículo o maquinaria de la obra se halle parado en la zona de trabajo, cualquier operación de entrada o salida de trabajadores, carga o descarga de materiales, apertura de portezuelas, maniobras de vehículos y maquinaria, volcado de cajas basculantes, etc., deberá realizarse exclusivamente en el interior de la demarcación de la zona de trabajo, evitando toda posible ocupación de parte de la calzada abierta al tráfico.

- No se realizará la maniobra de retroceso, si no es en el interior de las zonas de trabajo debidamente señalizadas y delimitadas.
- Ningún vehículo, maquinaria, útiles o materiales se dejarán en la calzada durante la suspensión de obras.
- El personal formado y preparado para estas misiones controlará la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuando las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento o de los vehículos que circulan.
- Procederá a su limpieza en el caso de que por inclemencias del tiempo dificultes su interpretación.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad (amarillo).
- Mono color claro.
- Chaleco reflectante.
- Maqueta y bandeja de señalización.
- Guantes de cuero para manejo de material.
- Guantes de goma para manejo de pinturas.
- Mascarilla para pinturas.
- Mascarilla antipolvo donde los niveles de estos sean altos.
- Botas y trajes de agua (color amarillo vivo)

Protecciones Colectivas

- Dispositivo de defensa TD.
- Vallas de la limitación y protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señales de peligro TP.
- Señales de reglamentación y prioridad PR.
- Señales de indicación TS.
- Señales y dispositivos manuales TM.
- Elementos de balizamiento reflectantes TB.
- Elementos luminosos TL.
- Semáforo de repelación de tráfico.

1.3.51. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Definición

Se refiere a todas las actividades, que entrañen riesgo eléctrico, que son necesarias realizar para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones eléctricas de la obra proyectada

Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos o componentes sobre personas (manejadas por otros).
- Caídas de objetos en manipulación propia.
- Pisadas de objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques con objetos móviles.
- Golpes con objetos o herramientas.
- Proyección de partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos (AT/BT): directos, indirectos, arco o cortocircuito.
- Exposición a sustancias nocivas (contacto o inhalación).
- Exposición a radiaciones.
- Exposiciones.
- Incendios.
- Atropellos/golpes de vehículos automóviles.
- Arrollamiento de vehículos ferroviarios.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición a ruidos.
- Lesiones causadas por seres vivos.

Medidas preventivas

Se tendrán en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Reglamento E. de Alta Tensión. Así mismo, se cumplirán las distancias de seguridad recogidas en el R.D. 614/2001.

Siempre se debe obligar a cumplir las distancias mínimas de seguridad, a colocar impedimentos físicos si es necesario, a realizar protocolos de riesgo eléctrico para cada caso concreto, incluyendo medidas concretas, ausencia de tensión, impedimentos físicos aislantes, colocación de pórticos de limitación, esligando y deslingando, etc.

El Contratista tendrá en cuenta las medidas del reglamento electrotécnico de baja tensión (RD 842/2002). Los trabajos deberán ser realizados por un instalador autorizado tanto para instalaciones conexionadas a redes de distribución, como a grupos electrógenos y para aquellas instalaciones que sufran alguna variación. El instalador autorizado las verificará previo a su puesta en marcha, y si están conexionadas a grupos móviles se verificarán todos sus cambios de situación. Las verificaciones

del Instalador autorizado serán referentes al cumplimiento del reglamento de baja tensión y las instrucciones técnicas, tendrá especial atención a contactos directos e indirectos, a las características de la instalación y de la medición de las tomas de tierra. Además de las verificaciones iniciales, se recomienda establecer revisiones periódicas, y todas estarán documentadas y firmadas por quien las haga. El Plan de Seguridad y Salud del Contratista, deberá recoger la designación de los responsables de las instalaciones, de los cuadros eléctricos y de los elementos que se les conecten -que contarán con la capacitación necesaria-, las revisiones a realizar y su periodicidad, así como las medidas antes dispuestas y otras condiciones generales (los cuadros eléctricos permanecerán cerrados, grado de protección IP45 y manipulados únicamente por el instalador autorizado, y las conexiones serán mediante clavijas adecuadas).

Normas de seguridad en trabajos eléctricos

Las operaciones de montaje de una instalación eléctrica nueva no implican, obviamente, ningún riesgo de carácter eléctrico, salvo en la fase final de pruebas y puesta en marcha de la misma, operaciones en tal caso, claramente afectadas por los riesgos inherentes a la corrientes eléctrica.

En este sentido, será de aplicación específica el R.D. 614/2001 sobre "disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico".

a) Trabajos "sin tensión"

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, deberán ser realizadas por trabajadores "cualificados".

a.1) Supresión de la tensión

Una vez identificados la zona de trabajo y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso siguiente, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas, las cuales son también conocidas como "Las Cinco Reglas de Oro".

1ª Desconectar. La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse (apertura con corte visible y/o efectivo) de todas las posibles fuentes de alimentación.

2ª Prevenir cualquier posible realimentación. Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra.

3ª Verificar ausencia de tensión. La ausencia de tensión deberá verificarse, con dispositivos adecuados, en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

4ª Poner a tierra y en cortocircuito. Las partes de la instalación donde se va a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo, y si no fuera posible se deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se puede.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación donde se colocan.

5ª Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

a.2) Reposición de la tensión

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables, y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados. El proceso de reposición de la tensión se hará como sigue:

1ª La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

2ª La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito. Esta operación se hará desconectando primero del elemento donde estaba puesta y a continuación de la puesta a tierra.

3ª El desbloqueo y/o retirada de la señalización de los dispositivos de corte.

4ª El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

b) Trabajos “en tensión” en Baja o en Alta Tensión

b.1) Condiciones generales

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por “trabajadores cualificados”, siguiendo un procedimiento previamente estudiado, y cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayando sin tensión. Además, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.).
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de pruebas, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Tales equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

A efectos preventivos, para realizar este tipo de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones climatológicas desfavorables, de tal forma que se prohibirán o suspenderán los trabajos en caso de tormenta, lluvia o fuertes vientos, nevadas o nieblas que dificulten la visibilidad. En caso de tormenta, también se suspenderán los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas.

b.2) Condiciones adicionales para trabajos en alta tensión

El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo es el único que se comunicará con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo, siendo básica y obligatoria, entre otras, "eliminar los reengan ches automáticos".

Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar este tipo de trabajos, tras haber comprobado su capacidad definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicándose en cada caso:

Las medidas de seguridad que deben adoptarse.

El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para verificar su buen estado.

Las características que pudieran exigir la interrupción del trabajo. La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante el período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

c) Trabajos en "proximidad" de tensión

Trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

Se define como "zona de proximidad", el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

Obviamente, debe entenderse que las distancias reflejadas en dicha tabla, tanto para la zona de peligro como de proximidad, son valores mínimos que, en la mayoría de los casos, son superados por los establecidos en los distintos documentos, normas y procedimientos de trabajo, elaborados al respecto por organizaciones privadas, para la ejecución de este tipo de trabajos.

Tabla 1. *Distancias límite de las zonas de trabajo* (R.D. 614/2001)

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX}	D_{PRO}
			-	

≤1	**50**	**50**	**70**	**300**
3	**62**	**52**	**112**	**300**
6	**62**	**53**	**112**	**300**
10	**65**	**55**	**115**	**300**
15	**66**	**57**	**116**	**300**

U_n= Tensión nominal de la instalación (Kv).

D_{PEL-1}= Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2}= Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm)

D_{PROX-1}= Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que está no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2}= Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

c.1) Condiciones generales

- En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo le permita.
- Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de baja tensión, o cualificado en trabajador en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, es decir si se puede o no hacer sin invadir la zona de peligro.
- En el caso de decidir la ejecución del trabajo, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

- Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:
- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro, de forma eficaz y con material adecuado.
- Informar a los trabajadores implicados de forma directa o indirecta, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo, precauciones y medidas de seguridad adoptadas para no invadir la zona de peligro.
- Cuando las medidas de seguridad adoptadas, en aplicación del punto anterior, no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información antes citadas, por trabajadores autorizados o bajo la vigilancia de uno de éstos.

c.2) Condiciones especiales

- El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.
- Para prevenir el riesgo eléctrico en actividades donde se producen movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas, se actuará de la forma siguiente:
- Antes de empezar la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo o en sus cercanías.
- A los efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, se tendrá en cuenta, primero, los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia y, segundo, los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables.
- Guantes de cuero, lona, PVC o especiales.
- Guantes impermeables.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad con arnés.
- Guantes dieléctricos.
- Mascarilla antipolvo, filtros.
- Protectores auditivos.

- Guantes de soldador

- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Pantalla de soldador.

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

1.3.52. ILUMINACIÓN DE LOS TAJOS

Definición

En obra será necesaria la instalación de un equipo de iluminación en todos los tajos en que se necesite, por lo que se deberá tener en cuenta los posibles riesgos.

Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas

Riesgos

- Electrocuciones
- Caídas desde medios de transporte
- Polvo
- Ruido
- Caída de herramientas
- Incendios

Medidas preventivas

- La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad. Esta se hará mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

- La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentado a 24 voltios.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- En lugares especialmente peligrosos se instalará una iluminación especial.
- Al realizar el diseño de la iluminación se incluirá un sistema de iluminación de emergencia.
- Todos los frentes de trabajo y caminos de acceso a dichas áreas se iluminarán a lo largo de toda su longitud en intervalos de no más de 20 m, usando lámparas de más de 100 W.
- En aquellos lugares donde pueda existir gas inflamable, el espacio entre lámparas puede incrementarse en no más de 6 m.
- Cualquier área de trabajo o de mantenimiento, ya sea en pozos verticales o inclinados, se señalizará mediante luces intermitentes.
- Toda máquina de perforación, carga o transporte debe tener una iluminación adecuada para realizar el trabajo con comodidad y exactitud. Además, debe llevar otro tipo de iluminación secundaria para alertar de la presencia de la máquina y de las posibles maniobras que pueda realizar.
- Cuando se usa maquinaria estacionaria, el área se debe iluminar de tal manera que puedan verse las partes móviles. El nivel de luminiscencia recomendado es de 160 lux en aquellas partes móviles.
- Los trabajos nocturnos, presentan el problema añadido de conseguir una iluminación adecuada, tanto en la zona de trabajo como en los desplazamientos.
- En la zona de trabajo suele estar bastante resuelto mediante equipos con generadores autónomos para cada brigada. Para los operarios, en el tiempo de desplazamiento y en los momentos en que su puesto de trabajo no esté en la zona de máxima iluminación de la brigada, lo más eficaz es una linterna incorporada al casco, preferiblemente a la linterna habitual de mano.
- Cuando hay instalación eléctrica alimentada por un grupo electrógeno autónomo, la protección que se adoptará contra los riesgos de contactos indirectos deberá hacerse extensiva además de todos los receptores, equipos y masas de la instalación, a las masas del grupo y sus equipos auxiliares susceptibles de adquirir tensiones peligrosas respecto a tierra al nivel exigido para los receptores.
- Las distribuciones a los diferentes cuadros, cuando sea posible se realizará de forma aérea para evitar paso continuado de maquinaria móvil por encima de las mangueras eléctricas produciendo el consiguiente deterioro o enterrarlos protegidos.
- La manipulación de cuadros o elementos que puedan permanecer en tensión se realizará con guantes de protección dieléctrica.
- Se evitarán empalmes confeccionados con cintas aislantes, estableciendo prolongadores mediante clavijas móviles estancas.
- Toda conexión eléctrica se realizará mediante clavijas, impidiendo las conexiones directamente con los conductores.
- Se exigirá que todas las mangueras contengan el conductor correspondiente tierra.

- Una vez terminado el trabajo se desconectará la máquina o herramienta.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes de soldador
- Manguitos de soldador
- Mandil de soldador
- Polainas de soldador
- Pantalla de soldador
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Casco para alta tensión, clase E-AT
- Pértiga para alta tensión.
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.

- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.
- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

1.3.53. RELLENOS FUERA DE LA TRAZA.

Definición

Con el objeto de depositar los excedentes de materiales procedentes de la excavación de la traza, se han incorporado al proyecto tres ubicaciones próximas a la zona de obras. Estos tres emplazamientos cumplen una serie de requisitos ambientales, contenidos tanto en la Declaración de Impacto Ambiental del Estudio Informativo de referencia.

Medios empleados

- Cargadora
- Camión basculante

Riesgos

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos
- Arrollamiento por máquinas y vehículos
- Accidentes de vehículos por exceso de carga
- Caídas y vuelcos de vehículos
- Caída de personas a nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de materiales
- Proyecciones de partículas en los ojos
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos
- Explosiones imprevistas
- Fallos de tiro o mechazos
- Explosión
- Incendio
- Intoxicación

- Electrocuciones
- Roturas de conducciones de agua, gas, electricidad, etc.
- Polvo
- Ruido

Medidas preventivas

- Será de aplicación lo indicado en el apartado de Rellenos. La zona de trabajo dispondrá de la señalización adecuada.
- La circulación de los vehículos que aportan el material al vertedero no interferirá con las relativas a la maquinaria que realiza el extendido y compactación de aquél.
- Además del riego de agua necesario para la compactación del material, se regará en los lugares y momentos precisos para evitar la formación de polvo.
- Cuando haya riesgo de vuelco de máquinas o vehículos en los límites de zonas a distinto nivel, se colocarán topes adecuados en dichos límites.
- El vertido de material no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional, quedan situados en la trayectoria de caída.
- Durante la maniobra de vertido de los materiales, las cajas de los vehículos deberán mantener los gálibos de seguridad con respecto a las líneas aéreas próximas.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes.
- Botas de seguridad, clase III, para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Cinturón de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señal de Obligatoriedad uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de Entrada y salida de vehículos.
- Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Señales de STOP en salida de vehículos
- La organización de los trabajos se hará de forma tal que en todo momento la seguridad sea la máxima posible. Las condiciones de trabajo deben ser higiénicas y, en lo posible, confortables.
- El transporte de personal se hará en autobuses u otros medios que reúnan las suficientes condiciones de seguridad y confort.
- Avisador acústico en máquinas
- Balizamiento luminoso
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Para el acceso del personal al tajo se utilizarán escaleras independientes del acceso de los vehículos.

1.3.54. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

Definición

Se llevan a cabo una serie de medidas protectoras y correctoras propuestas para minimizar el impacto ambiental que generará la construcción

Medios empleados

- Diversos útiles y herramientas
- Camión grúa

Riesgos

- Caídas de aparatos de elevación.
- Caídas de objetos y cargas suspendidas.
- Golpes contra los objetos y herramientas.

- Proyecciones y salpicaduras de mortero en ojos.
- Cortes por máquinas cortadoras y herramientas.
- Explosión (elevadora de mortero).
- Erosiones y contusiones por manipulación.
- Dermatosis.
- Aprisionamientos.
- Caídas al mismo y distinto nivel.
- Ruidos.
- Derivados de ambientes pulvigenos (cortando ladrillo).
- Quemaduras.
- Electrocución.
- Derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios).

Medidas preventivas

Antes del inicio de los trabajos se realizará una inspección con el fin de detectar posibles anomalías geológicas en el terreno que pueda dar lugar a movimientos del terreno, o existencia de socavones. Asimismo se efectuará una inspección de los frentes y paramentos verticales que puedan existir en la traza de la obra con el fin de detectar posibles desprendimientos de materiales provocados por la propia excavación de la obra.

Los huecos dejados sobre el terreno, al sacar los árboles, se taparán a continuación o se balizarán hasta que se tapen.

El manejo de las sierras, para la poda de los árboles, lo realizará personal especializado.

Para la manipulación de los árboles con el camión grúa, se atenderá a lo especificado para este en el apartado de maquinaria.

Para el manejo de abonos y pesticidas, deben seguirse escrupulosamente las indicaciones del fabricante.

Los tratamientos de plaguicidas deben realizarse de espaldas al viento, para evitar que la nube de líquido o polvo afecte al agricultor. Para su aplicación deben utilizarse guantes de goma, casco, gafas de protección, ropa que no deje al descubierto partes del cuerpo y mascarilla respiratoria con filtro químico.

Los envases vacíos que han contenido productos plaguicidas nunca deben ser reutilizados para otros usos.

Los trabajadores estarán formados y adiestrados sobre el uso adecuado de las herramientas con el fin de evitar situaciones de riesgo por cortes, golpes e incluso sobreesfuerzos.

Aunque la utilización de escaleras de mano sea de forma momentánea, se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotadas de zapatas antideslizantes y sobrepasarán en 1 m la altura a salvar.

Las zonas de acopio de materiales estarán previamente establecidas y preparadas para la entrada y salida de vehículos.

El acopio de ladrillos sobre vanos, plataformas de trabajo, andamios, etc., se efectuará distribuyéndolos por su superficie (repartiendo la carga), evitando su acumulación puntual y concentrada.

El izado de ladrillos se hará en bandejas cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijados o abatibles.

En el transplantes de árboles, se entutorarán o se sujetarán con tirantes (vientos) todos los árboles que por su envergadura pudieran desplomarse y causar accidentes. Estos tirantes sólo podrán ser retirados cuando hay absoluta garantía de enraizamiento general del árbol transplantado.

Para los pavimentos se cumplirán las siguientes normas preventivas:

El corte de los distintos pavimentos se ejecutará por vía húmeda para evitar la formación de polvo.

Los tajos se mantendrán limpios de recortes, mortero, lechada, etc. Y los acopios ordenados.

Los escombros se apilarán en el punto de recogida indicando para su evacuación a vertedero controlado.

Cuando se espolvoree cemento se usará obligatoriamente mascarilla antipolvo.

. Los acopios se dispondrán de forma que nunca obstaculicen los lugares de paso.

Las mesas de corte tendrán siempre puesta la carcasa de protección.

Se usará mascarilla antipolvo y gafas antiimpacto en las operaciones de corte de pavimento con disco.

Cuando se corte con cizalla se utilizarán gafas antiimpacto.

Los tajos estarán señalizados y protegidos para evitar atropellos por vehículos o maquinaria.

Se habilitarán pasillos provisionales para peatones de 1,5 m de ancho mínimo y vallados a ambos lados con vallas metálicas colocadas valla a valla. Se pondrán los carteles informativos necesarios para conducir a los peatones y se señalizarán convenientemente de cara al tráfico.

Todos los cortes de la pavimentación serán rellenados con arena para evitar tropiezos cuando se abandone el tajo.

Protecciones

Protecciones Individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Casco de polietileno.
- Guantes de neopreno.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón de seguridad anticaída.
- Trajes de agua.
- Mono de trabajo.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Mascarilla antipolvo (en ambientes pulvigenos).
- Gafas de protección.
- Protectores de oídos.

Protecciones Colectivas

- Protección zona de desembarco de materiales.
- Vallas de limitación y protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.

- Barandilla de protección.

Medidas complementarias

- Uso obligatorio de Señalización adecuada.
- Señalización y balizamiento de seguridad de zonas restringidas en su acceso.
- Zonas de trabajo dispondrán de accesos fáciles y seguros, y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas.

1.4. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

A continuación se incluye el desglose del Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, por capítulos.

	P.E.M. S y S
2. PROTECCIONES COLECTIVAS	36.518,15 €
3, SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	53.979,80 €
3. INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR	27.150,12 €
4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	75.324,75 €
TOTAL P.E.M. SEGURIDAD Y SALUD	192.972,82 **€**

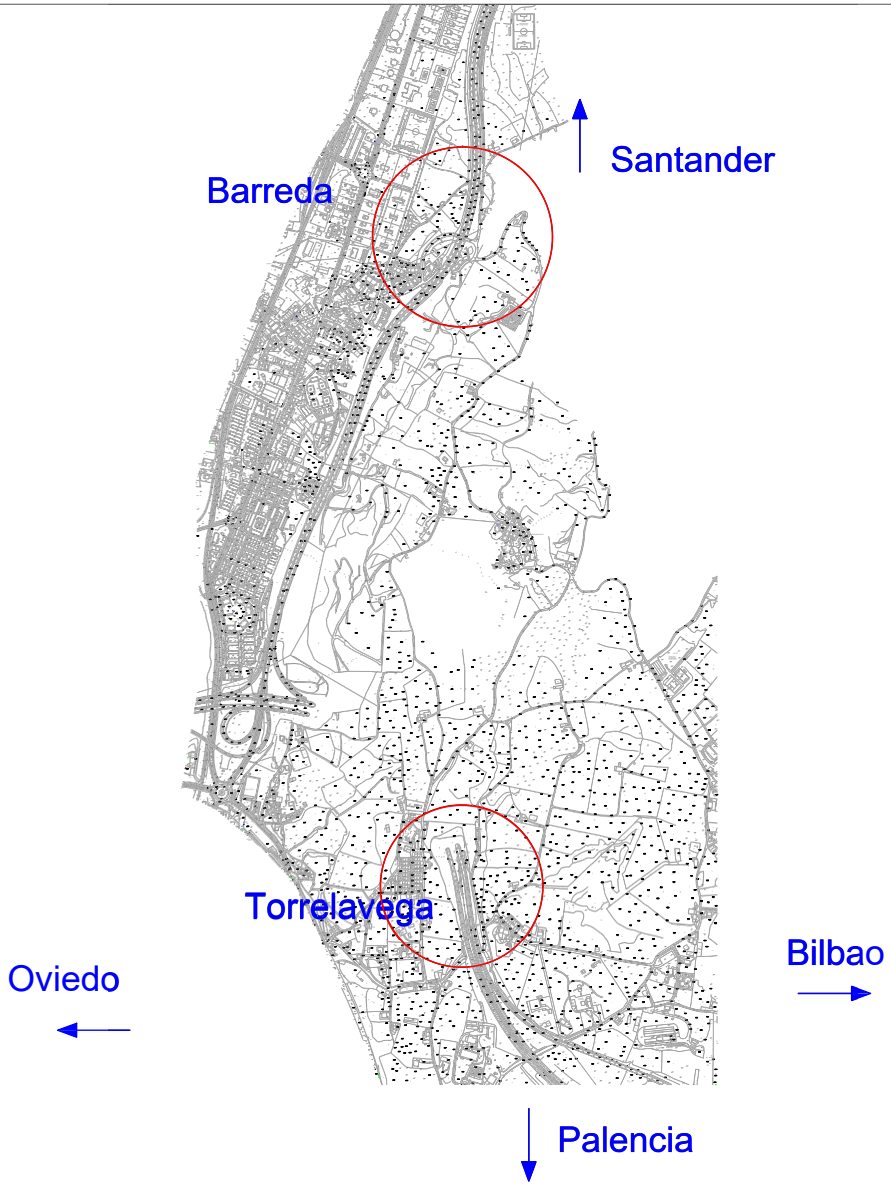
Torrelavega, Septiembre 2015

EL AUTOR DEL PROYECTO

Jesús Sobrino Trueba

DOCUMENTO Nº2

"Planos"



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

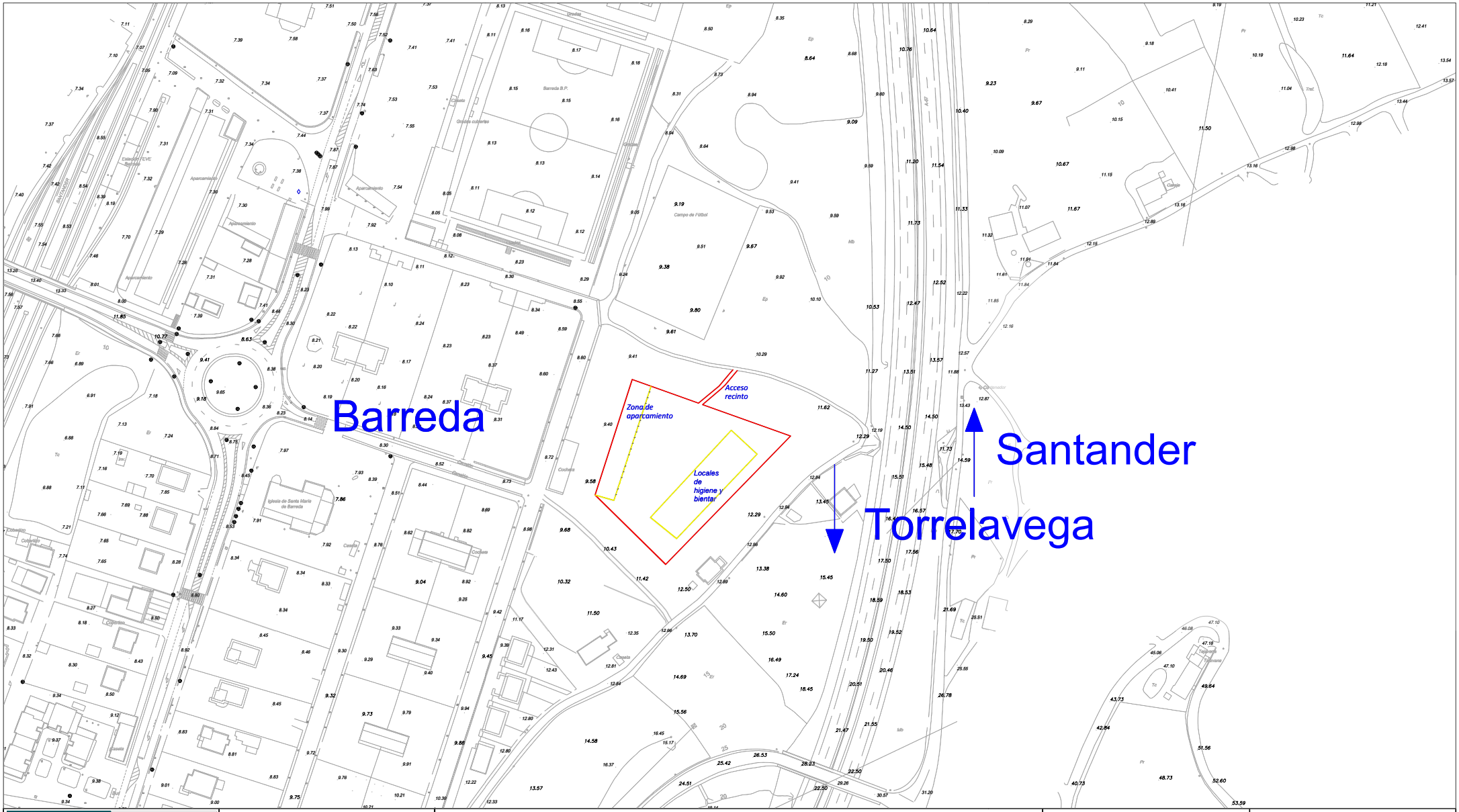
Emplazamiento general zona de obra superficial

Número de plano:
Nº0

Escala:
1/5000

Fecha:
Septiembre 2015

Descripción:
Anejo Nº 14
Proyecto de Seguridad y Salud



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

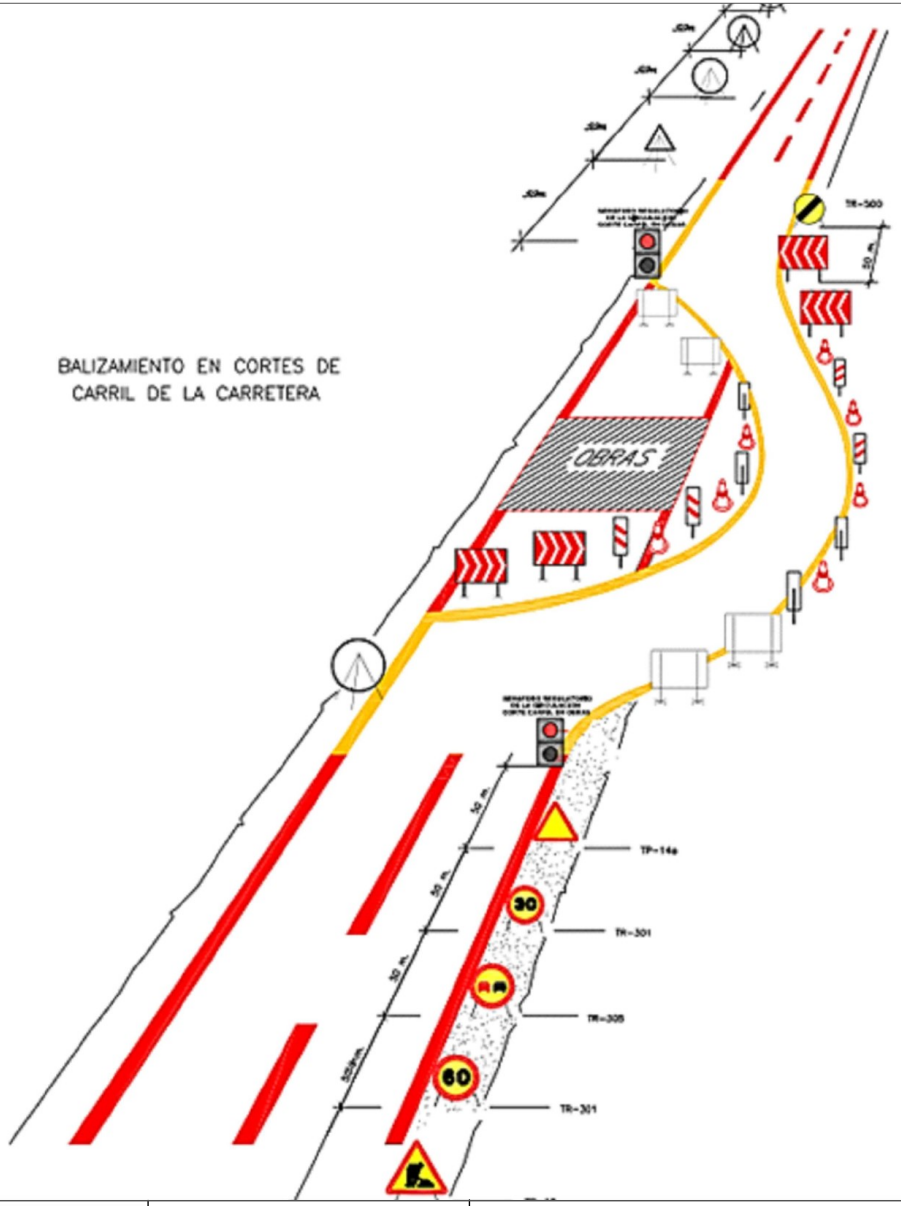
Número de plano:
Nº1

Escala:
1/500

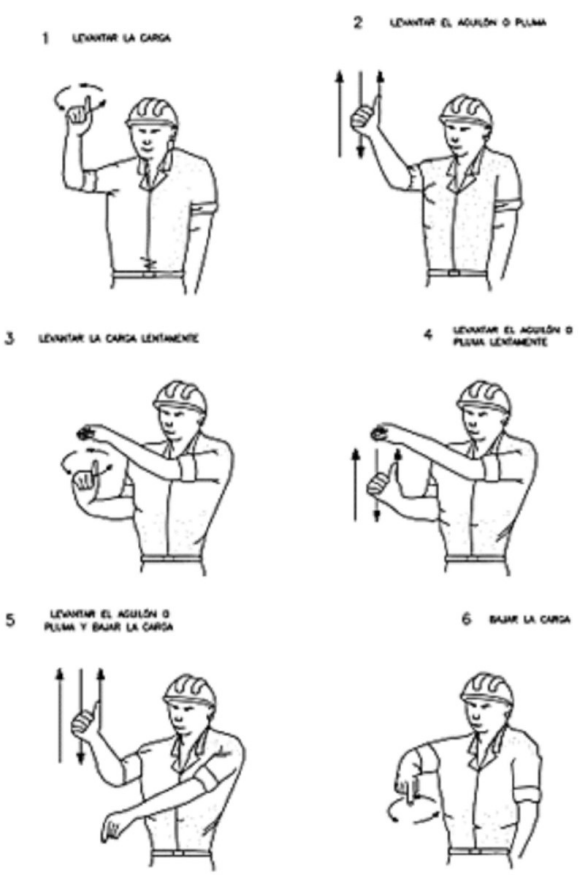
Fecha:
Septiembre 2015

Descripción:
Anejo Nº 14
Proyecto de Seguridad y Salud

BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRIL DE LA CARRETERA



CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS



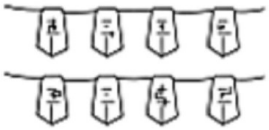
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Señalización provisional en zona de Obra	Número de plano: Nº2 Escala: Sin Escala	Fecha: Septiembre 2015 Descripción: Anejo Nº 14 Proyecto de Seguridad y Salud

PANELES DIRECCIONALES PARA CURVAS

PANELES DIRECCIONALES PARA OBRAS

VALLA DE OBRA MODELO 2

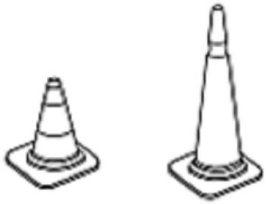
VALLA DE OBRA MODELO 1



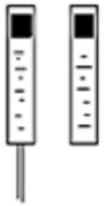
CORDON BALIZAMIENTO

CINTA BALIZAMIENTO REFLECTANTE

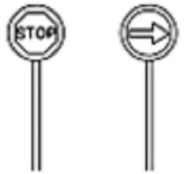
LAMPARA AUTONOMA FIJA INTERMITENTE



CONOS



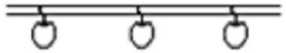
MITOS DE PVC



PALETAS MANUALES DE SEÑALIZACION

VALLA EXTENSIBLE

VALLA DE CONTENCION DE PEATONES



PORTALAMPARAS DE PLASTICO

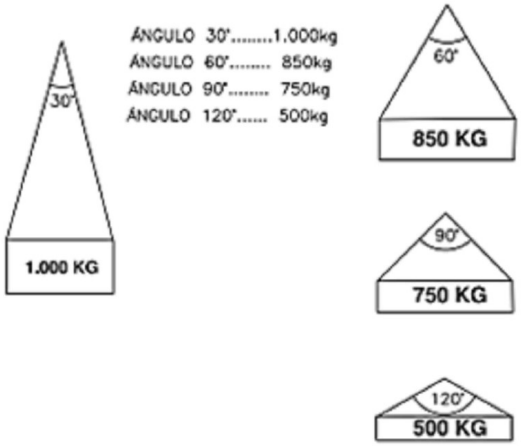
CORDON BALIZAMIENTO NORMAL Y REFLEXIVO

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Elementos de señalización y Balizado	Número de plano: Nº3 Escala: Sin Escala	Fecha: Septiembre 2015 Descripción: Anejo Nº 14 Proyecto de Seguridad y Salud

MANEJO DE MATERIALES

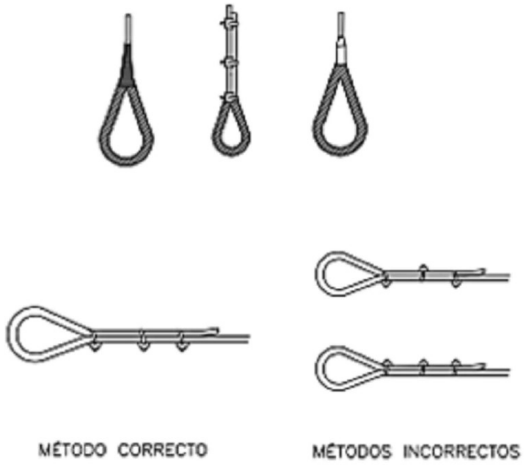
RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE LA ESLINGA Y SU CAPACIDAD DE CARGA

ÁNGULO 30°.....1.000kg
ÁNGULO 60°..... 850kg
ÁNGULO 90°..... 750kg
ÁNGULO 120°..... 500kg

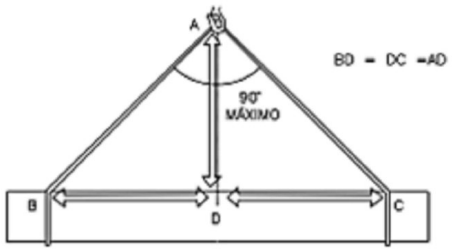


TIPOS DE ESLINGAS

GAZAS



DIÁMETRO DEL CABLE	NÚMERO DE PLLOS	DISTANCIA ENTRE PLLOS
Hasta 12 mm	3	6 DIÁMETRO
12 mm a 20 mm	4	6 DIÁMETRO
20 mm a 25 mm	5	6 DIÁMETRO
25 mm a 35 mm	6	6 DIÁMETRO



LA CARGA DEBE IR BIEN CENTRADA Y LA ESLINGA NO DEBE TRABAJAR CON ÁNGULOS SUPERIORES A NOVENTA GRADOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Eslingas y Materiales de Carga	Número de plano: Nº4 Escala: Sin Escala	Fecha: Septiembre 2015 Descripción: Anejo Nº 14 Proyecto de Seguridad y Salud

PROTECCIONES INDIVIDUALES

PRENDAS PARA LA LLUVIA

TRAJE IMPERMEABLE, compuesto por chaqueta con capucha, dotados de seguridad y pantalón

MONO DE TRABAJO

PROTECCIONES DE OIDOS

CLASE "A" ornda en la cabeza

CLASE "B" ornda en la nuca

GUANTES PROTECTORES

GUANTES LONA FINA

GUANTES DIELECTRICOS

GUANTES DE USO GENERAL

ELEMENTOS DE SEÑALIZACION PERSONAL

CHALECOS

CORREAJE

MANGUITOS

POLAINAS

PROTECCION CRANEAL

CASCO DE SEGURIDAD con pantalla antiproyecciones

Visor abatible

BOTAS CON PUNTERA DE ACERO, CLASE I Y CON PUNTERA Y PLANTILLA DE ACERO, CLASE III

PANTALLAS DE SEGURIDAD

Pantalla de acetato transparente, con adaptador a casco

Visor abatible

BOTA INDUSTRIAL PARA EL AGUA

Piso antideslizante, con resistencia a la grasa e hidrocarburos

GAFAS DE MONTURA UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS

BOTA PARA ELECTRICISTA

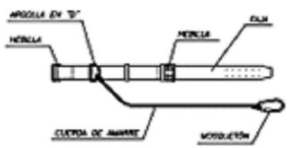
PLANTILLA DE PLASTICO

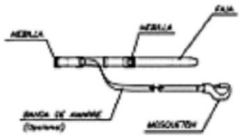
Trabajos para B.T. y manejos en B.T.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

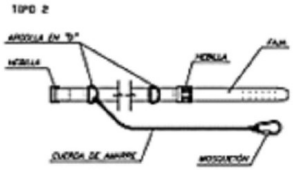
CLASE "A"

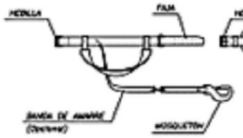
TIPO 1



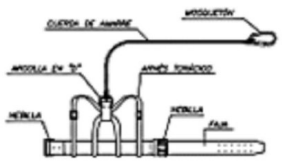


TIPO 2



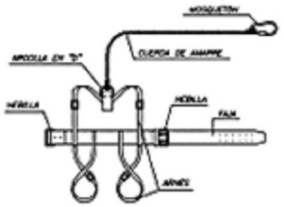


CLASE "C"



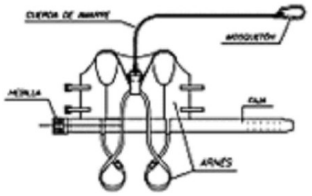
TIPO 1

AMORTIGUADOR DE CAIDA (Opcional)

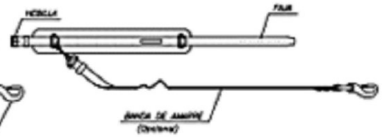


TIPO 2

AMORTIGUADOR DE CAIDA (Opcional)

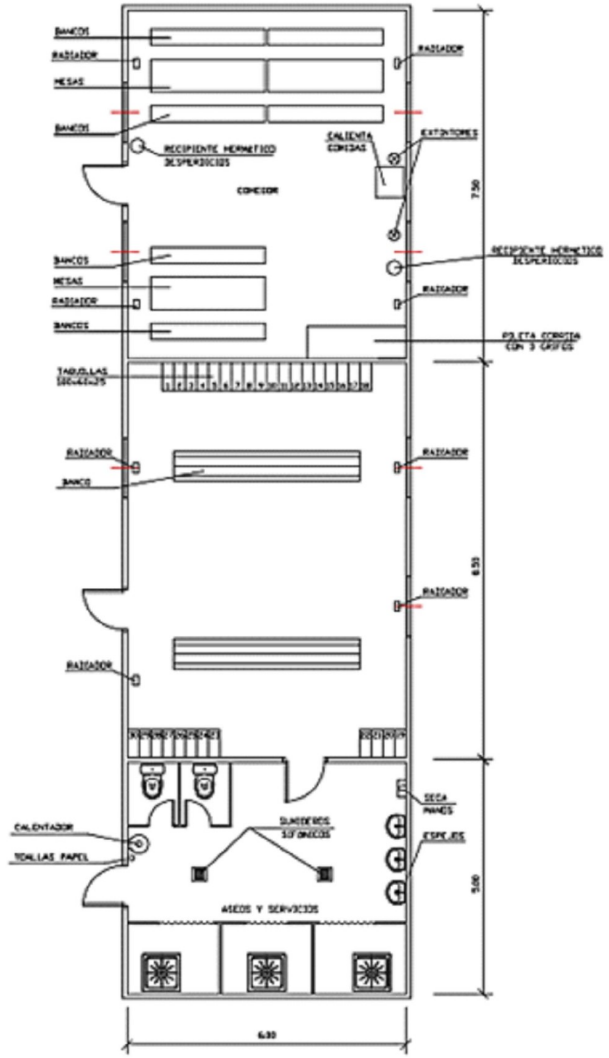


AMORTIGUADOR DE CAIDA (Opcional)

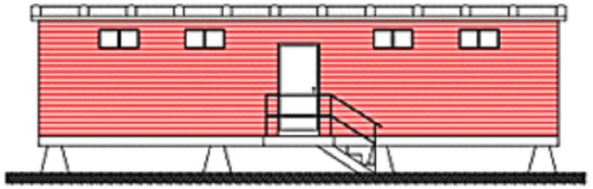


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Equipos de Protección Individual**	Número de plano: Nº5 Escala: Sin Escala	Fecha: Septiembre 2015 Descripción: Anejo Nº 14 Proyecto de Seguridad y Salud

LOCALES DE HIGIENE Y BIENESTAR
MÁXIMO DE OPERARIOS PREVISTO. 30



VESTUARIOS Y ASEOS PORTÁTILES



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Locales de Higiene y Bienestar	Número de plano: Nº5 Escala: Sin Escala	Fecha: Septiembre 2015 Descripción: Anejo Nº 14 Proyecto de Seguridad y Salud

Documento Nº3

"Pliego de Condiciones"

3.1. DISPOSICIONES GENERALES Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

3.1.1. NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS AGRUPADAS

Siendo tan variadas y amplias las normas aplicables a la Seguridad y Salud en el Trabajo, en la ejecución de la obra se establecerán los principios que siguen.

-
- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Ley 31/1995, de 8 de noviembre. BOE nº 269, de 10 de noviembre.
- REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN R.D. 39/1997, de 17 de enero. BOE Nº 27, de 31 de enero.
- ESTATUTO DE LOS TRABAJADORES. R.D.L. de 24 de marzo de 1995. BOE Nº 75, de 29 de marzo.
- ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO OM. De 9 de marzo de 1971. BOE Nº 64, de 16 de marzo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE Nº 256, de 25 de octubre.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE Nº 140, de 12 de junio.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE Nº 97, de 23 de abril.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE Nº 188, de 7 agosto.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre. Condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. BOE de 28 de diciembre.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. R.D. 842/2002, de 2 de agosto. (BOE 224 de 18 de septiembre de 2002).
- Reglamento técnico de líneas aéreas de alta tensión. R.D. 3151/1968, de 28 de noviembre.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras. O.M. 23 de mayo de 1977. BOE 17 de junio.
- Aparatos elevadores: disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528 CEE. R.D. de 30 de marzo de 1988. BOE de 20 de mayo.
- Reglamento general de normas básicas de seguridad minera. R.D.863/1985, de 2 de abril de 1985 y órdenes posteriores aprobando las Instrucciones Técnicas Complementarias. BOE de 12 de junio de 1985.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R.D.3275/1982, de 10 de noviembre. BOE de 1 de diciembre.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT. O.M. de 6 de julio de 1984. BOE de 1 de agosto.

- Ordenanza de trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. O.M. de 28 de agosto de 1970. BOE 5/7/8/9 de septiembre.
- Ordenanza de trabajo para la Industria Siderometalúrgica. O.M. de 29 de julio de 1970. BOE de 25 de agosto.
- Reglamento de Seguridad e Higiene del trabajo en la Industria de la construcción y obras públicas. O.M. de 20 de mayo de 1952. BOE de 15 de junio.
- Reglamento de seguridad en las máquinas. R.D. 1495/1986 de 26 de mayo. BOE de 21 de julio. R.D. de 19 de mayo de 1989. BOE de 3 de junio, modifica los artículos 3 y 144.
- Reglamento de aparatos a presión. R.D. 1244/1979 de 4 de abril. BOE 29 de mayo de 1979.
- Aparatos a presión: disposiciones de aplicación de la Directiva 76/767 CEE. R.D. de 30 de marzo de 1988. BOE Nº 473, de 20 de mayo.
- Reglamento de explosivos. R.D. 230/1998, de 16 de febrero de 1998. BOE de 12 de marzo.
- Normas para la señalización de las obras de carreteras. 8-3IC. O.M. de 31 de mayo de 1997. BOE de 18 de septiembre
- Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto. O.M. de 31 de octubre de 1984.
- Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. R.D. 1316/1989. BOE de 2 de noviembre.
- Reglamento de protección sanitaria contras las radiaciones ionizantes. R.D. 53/1992. BOE de 12 de febrero.
- Protección de los trabajadores de determinados agentes específicos o determinadas actividades. R.D. 88/1990. BOE de 27 de enero.
- Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. R.D. 886/1998. BOE de 5 de agosto.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE Nº 124, de 24 de mayo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE Nº 124, de 24 de mayo.
- Ley 10/1998. de 21 de abril, de Residuos. BOE 96 de 22 de abril de 1998.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE Nº 97, de 23 de abril.
- Ley 22/94 de responsabilidad civil por los daños causados por productos defectuosos
- R.D.- 1630/92 Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE
- R.D.- 1435/92 Máquinas- Comunidad Económica Europea
- R.D.- 56/95 Máquinas (Modificación del anterior)
- Orden 22/5/97 (Funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo)

- R.D. 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras. BOE Nº 240, de 7 de octubre.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores. BOE Nº 97, de 23 de abril.
- Normas Tecnológicas N.T.E. en las que se indican medios, sistemas y normas para prevención y seguridad en el trabajo.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RDL 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 780/1998, de 30 de abril, BOE 01/05/98).
- Desarrollo del RSP (OM de 27/06/97, BOE 04/07/97).
- RD 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el RSP y el RD 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 369/2006 de 31 de marzo por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- RD 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la instrucción técnica complementaria MIE- AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
- Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo sobre la protección de la salud y seguridad de trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Normas UNE 1263-1 Y 2, para la colocación de redes
- RD 2177/2004 sobre trabajos temporales en altura
- NTP-278, Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras.
- NTP-301, Cinturones de seguridad: guías para la elección, uso y mantenimiento

- NTP-239, Escaleras manuales.
- RD 277/2005 por el que se modifica el RD 230/98 sobre explosivos
- RD 396/2006 de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. BOE núm. 86 de 11 de abril.,
- NTP-463, .Exposición a fibras de amianto en ambientes interiores

No aplicable a obras pero sí a otros lugares de trabajo

- R.D. 486/97, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

2.1.2. PERSONAL DEL CONTRATISTA. TECNICO DE SEGURIDAD Y SALUD. SERVICIOS MÉDICOS

2.1.2.1. Personal del contratista

Los trabajadores tendrán el deber, y el derecho, de participar en el establecimiento de condiciones seguras de trabajo, y de expresar su opinión sobre los procedimientos de trabajo adoptados en lo que concierne a su posibles efectos sobre la seguridad y salud.

Los trabajadores tendrán obligación, y derecho, de asistir a las reuniones de formación en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores tendrán el derecho de alejarse de una situación de peligro cuando tengan motivos razonables para pensar que tal situación entraña un riesgo inminente y grave para su seguridad y salud. Por su parte deberán tener la obligación de informar de ello, sin demora, a sus superiores jerárquicos.

De conformidad con las disposiciones vigentes, los trabajadores deberán:

a) Cooperar lo más estrechamente posible con el Contratista en la aplicación de las medidas prescritas en materia de seguridad y salud.

b) Velar razonablemente por su propia seguridad y salud y la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actos u omisiones en el trabajo.

c) Utilizar y cuidar el equipo y las prendas de protección personal y los medios puestos a su disposición, y no utilizar en forma indebida ningún dispositivo que se les haya facilitado para su propia protección o la de los demás.

d) Informar sin demora a su superior jerárquico inmediato y al representante de los trabajadores en materia de seguridad y salud, de toda situación que, a su juicio, pueda entrañar un riesgo potencial y a la que no puedan hacer frente por si solos.

e) Cumplir las medidas establecidas en materia de seguridad y salud.

Salvo en caso de urgencia o de estar debidamente autorizados, los trabajadores no deberán quitar, modificar ni cambiar de lugar los dispositivos de seguridad u otros aparatos destinados a su protección o a la de otras personas, ni dificultar la aplicación de los métodos o procedimientos adoptados para evitar accidentes o daños para la salud.

Los trabajadores no deberán tocar las instalaciones y los equipos que no hayan sido autorizados a utilizar, reparar o mantener en buenas condiciones de funcionamiento.

Los trabajadores no deberán dormir o descansar en lugares potencialmente peligrosos, ni en las inmediaciones de fuegos, sustancias peligrosas y/o tóxicas o máquinas o vehículos pesados en movimiento.

El Contratista está obligado a:

- realizar audiometrías a los trabajadores que participen en la ejecución de túneles, en el momento de su incorporación a la obra.
- incluir en su plan de seguridad las medidas de emergencia, y en su caso de autoprotección, a implantar en la obra.
- contar con un plan de formación de sus trabajadores atendiendo a las particularidades de las actividades a ejecutar.
- comunicar al coordinador en materia de seguridad y salud la incorporación de subcontratas y trabajadores autónomos con la antelación debida.
- incluir en su plan de seguridad todo lo relacionado con el Organigrama preventivo de la obra, incluyendo los Técnicos de Prevención y Trabajadores Designados con el compromiso de ir actualizándolo según avance la obra.
- observar sus obligaciones empresariales relacionadas con la subcontratación (Art. 115 del TRLCAP). Así mismo, se hará mención expresa a las obligaciones empresariales de carácter general como pudieran ser la apertura del centro de trabajo y las cotizaciones a al seguridad y salud.

2.1.2.2. Técnico de Seguridad y Salud

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad, a tiempo completo, cuya misión será:

- Determinar y calificar los riesgos en los distintos tajos de la obra y para cada tipo de trabajo.
- Determinar, controlar y vigilar la aplicación de medidas preventivas colectivas y personales.
- Gestionar el material preventivo (adquisición, control y distribución)
- Vigilancia diaria en los diferentes tajos de cada actividad.
- Participación en el Comité de Seguridad y Salud.
- Planificar la formación del personal.
- Colaborar con el SML en labores preventivas.
- Información sobre la seguridad a la dirección de la obra.

- La obra igualmente dispondrá de una brigada de seguridad para instalación, mantenimiento, reparación de protecciones y señalización.

2.1.2.3. Servicios médicos

El Servicio Médico se implantará y ubicará a pie de obra y contará con la presencia y actividad de un ATS y de un médico laboral disponible en el centro asistencial concertado.

Las actividades del SML son:

- Estudio de evacuación en caso de emergencia y elaboración de la siguiente información para tal fin:
- Ubicación de los centros hospitalarios más cercanos.
- Ubicación y teléfono de Bomberos, Protección Civil y ambulancias.
- Determinación de los tiempos empleados en el transporte de accidentados a los centros de asistencia.
- Dotación necesaria para el equipo de emergencia.
- Impartir los cursos de socorrismo y primeros auxilios.
- Realizar los reconocimientos médicos iniciales, periódicos y especiales (de vuelta al trabajo). Verificar que los trabajadores de subcontratistas han pasado dicho reconocimiento en sus respectivos servicios médicos.
- Prestar la asistencia inicial en caso de producirse accidentes laborales (con y sin baja) y distribución de los pacientes a los centros asistenciales concertados.
- Controlar y valorar todos los accidentes producidos.
- Coordinar con el SSH para el análisis y valoración de riesgos, sobre la adopción de medidas preventivas.
- Participar en el Comité de Seguridad y Salud.
- Informar periódicamente a la dirección de obra sobre la situación higiénico-sanitaria de la obra.

<u>BOTIQUÍN</u>

El botiquín se encontrará en local limpio y adecuado al mismo. Estará señalizado convenientemente y existirá en el exterior señalización de indicación de acceso al mismo. El botiquín se encontrará cerrado, pero no bajo llave o candado para no dificultar el acceso a su material en caso de urgencia. La persona que lo atienda habitualmente, además de los conocimientos mínimos precisos y su práctica, estará preparada, en caso de accidente, para redactar un parte de botiquín que, posteriormente, con más datos, servirá para redactar el parte interno de la empresa y, ulteriormente, si fuera preciso, como base para la redacción del Parte Oficial de Accidente.

El botiquín contendrá lo que sigue: agua oxigenada, alcohol de 96ª, tintura de yodo, mercuro-cromo, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuillas, hervidor, agujas para inyectables, termómetro clínico, agua de azahar, tiritas, pomada de pental, lápiz termosan, pinza de Pean, tijeras, una pinza tiralenguas y un abrebocas.

La persona habitualmente encargada de su uso repondrá, inmediatamente, el material utilizado. Independientemente de ello se revisará mensualmente el botiquín reponiendo o sustituyendo todo lo que fuera preciso.

Se cumplirá ampliamente el Articulo 43 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden Ministerial (Trabajo) de 9 de marzo de 1971.

2.1.3. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se debe prever en la obra un Comité de Seguridad y Salud cuando se dé alguna de las siguientes situaciones:

- Que se contraten 50 ó más trabajadores.
- Que se supere el número de trabajadores necesarios para su constitución, según el Convenio Colectivo de la Construcción de la provincia en la que se vaya a realizar la obra.
- Que por la especial complejidad de la obra, sin que se superen los dos requisitos anteriores, se decida la conveniencia de su existencia.
- Los artículos 18 (apartado 2) y 39 (apartado 3) de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales regulan la participación y coordinación de los trabajadores en el conocimiento y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud adoptado para la obra.
- El Comité de Seguridad y Salud es un órgano colegiado al que se debe prestar la máxima atención por los siguientes motivos:
    a) Es un excelente auxiliar para la puesta en obra del Plan de Seguridad y Salud
    b) Tiene la potestad de presentar propuestas alternativas al Plan de Seguridad, según el contenido expreso del artículo 7 del RD 1627/1997..

Pese a todo puede suceder que por circunstancias coyunturales el Comité de Seguridad y Salud sea un órgano inoperante. Hay que tomar precauciones para lograr una buena calidad y formación en Seguridad de los miembros componentes del Comité de Seguridad y Salud de la obra.

Por último, a modo orientativo, se indica el número de miembros necesarios para constituir un Comité de Seguridad y Salud para que pueda proceder a su valoración económica si se considera necesario, pues no existe unanimidad en este punto.

Obras entre 50 y 100 trabajadores: 1 presidente + 3 vocales. Obras entre 100 y 250 trabajadores: 1 presidente + 4 vocales. Obras con más de 250 trabajadores: 1 presidente + 5 vocales.

Sería conveniente que pese a que se intente integrar en el Comité de Seguridad y Salud al Técnico de Seguridad de la Empresa Constructora y al Ayudante Técnico Sanitario, se conserve siempre el número de vocales para ser cubierto íntegramente por los operarios de oficio de la obra, electos entre sus compañeros para estos puestos. No debe permitirse la inferioridad del número de los trabajadores, ya que interesa la opinión de los que reciben directamente las normas de seguridad.

2.1.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. LIBRO DE INCIDENCIAS.

Plan de Seguridad y Salud.

De acuerdo con el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, en su artículo 7 establece la obligatoriedad de que cada contratista elabore un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio de seguridad y salud en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto el estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud, previa justificación técnica debidamente motivada.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total.

Este Plan, debe ser revisado y aprobado, en su caso, por la

Administración.

Se incluirá en el mismo la periodicidad de las revisiones que han de hacerse a los vehículos y maquinaria.

Libro de Incidencias

El libro de incidencias será facilitado por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. Tendrán acceso al mismo:

- La dirección facultativa de la obra.
- Los contratistas y subcontratistas
- Trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.
- Representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes

Únicamente se podrán hacer anotaciones relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se

realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste

Antes del inicio de la obra se presentará un Programa de Necesidades de Agentes que cuantificará el número de pilotos de vía para el cumplimiento de la normativa vigente en lo que afecta a Seguridad en la Circulación y acorde con el Plan de Obra que regirá todo el proceso de ejecución.

3.1.5. PARTES DE DEFICIENCIA Y ACCIDENTE. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

Los partes de deficiencia se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y las normas ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas.

Los partes del accidente, si los hubiere, se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencia.

Los índices de control se llevarán a un estadillo mensual con gráficos de dientes de sierra, que permitan hacerse una idea clara de evolución de los mismos, con una somera inspección visual; en abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos de forma ordenada:

a) Parte de accidente

- Identificación de la obra
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente
- Hora del accidente
- Nombre del accidentado
- Categoría profesional y oficio del accidentado
- Domicilio del accidentado
- Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente
- Causas del accidente
- Importancia aparente del accidente
- Posible especificación sobre fallos humanos
- Lugar y forma de producirse la primera cura a la persona accidentada (médico, practicante, socorrista, personal de la obra)
- Lugar de traslado para hospitalización
- Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos) Como complemento de esta parte se emitirá un informe que contenga: Cómo se hubiera podido evitar
- Órdenes inmediatas para ejecutar

b) Parte de deficiencias

- Identificación de la obra
- Fecha en que se ha producido la observación
- Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación
- Informe sobre la deficiencia observada
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión

ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

En caso de accidente laboral, se emitirá el PARTE DE ACCIDENTE DE TRABAJO DE LA MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO. Posteriormente, se enviará cumplimentado el INFORME TECNICO DE ACCIDENTE/INCIDENTE de la empresa, al DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE de la Empresa Constructora, quien se encargará de la investigación del mismo y establecerá las medidas correctoras para evitar su repetición.

2.1.6. INDICES ESTADISTICOS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES.

Seguidamente se analiza la siniestralidad y porcentaje de enfermedades profesionales que sufren los trabajadores que pudieran estar afectados durante el transcurso de la obra.

Con la finalidad de efectuar dicho análisis, se definen, previamente, los siguientes conceptos:

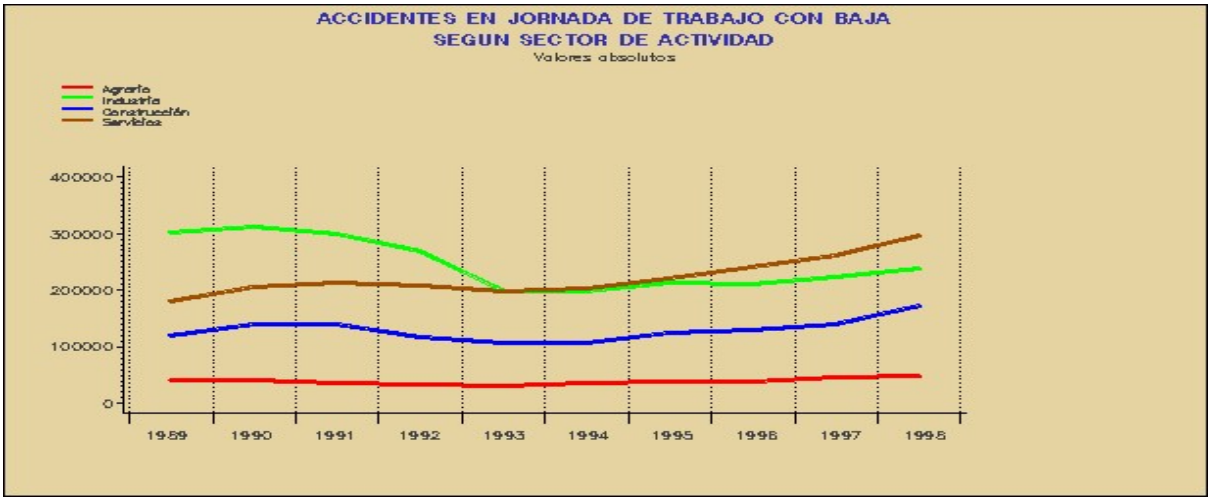
- **Indice de Incidencia (I.I.):** número de accidentes con baja acaecidos durante la jornada de trabajo por cada mil trabajadores expuestos al riesgo
- **Indice de Frecuencia (I.F.):** número de accidentes con baja acaecidos durante la jornada de trabajo por cada millón de horas trabajadas por los trabajadores expuestos al riesgo.
- **Indice de Gravedad (I.G.):** número de días no trabajados por accidentes ocurridos durante la jornada de trabajo por cada mil horas trabajadas por los trabajadores expuestos al riesgo.
- **La Duración Media de las Bajas (D.M.I.):** número de días no trabajados por cada accidente ocurrido durante la jornada de trabajo.

Y se incorporan los gráficos que representan la evolución de los índices estadísticos, anteriormente citados, durante el periodo 1989-1998, para cada sector de actividad

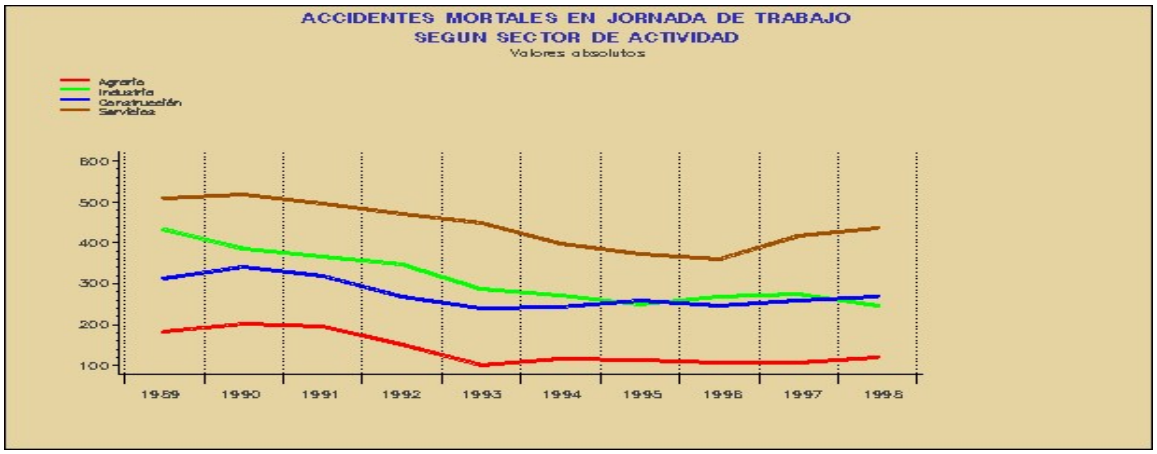
3.1.8. ATE-G.2. ACCIDENTES EN JORNADA DE TRABAJO CON BAJA SEGÚN

GRAVEDAD POR SECTOR DE ACTIVIDAD

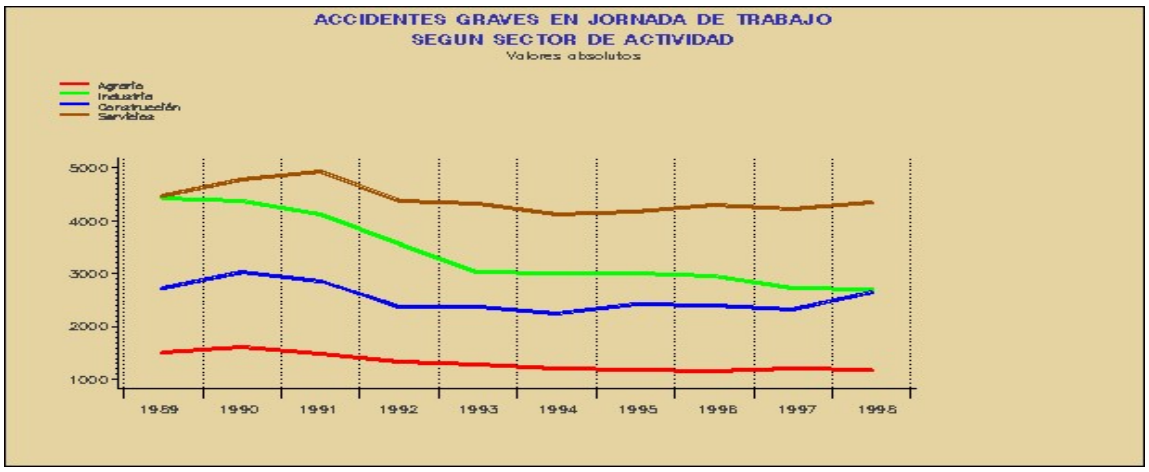
Valores absolutos



Accidentes Mortales

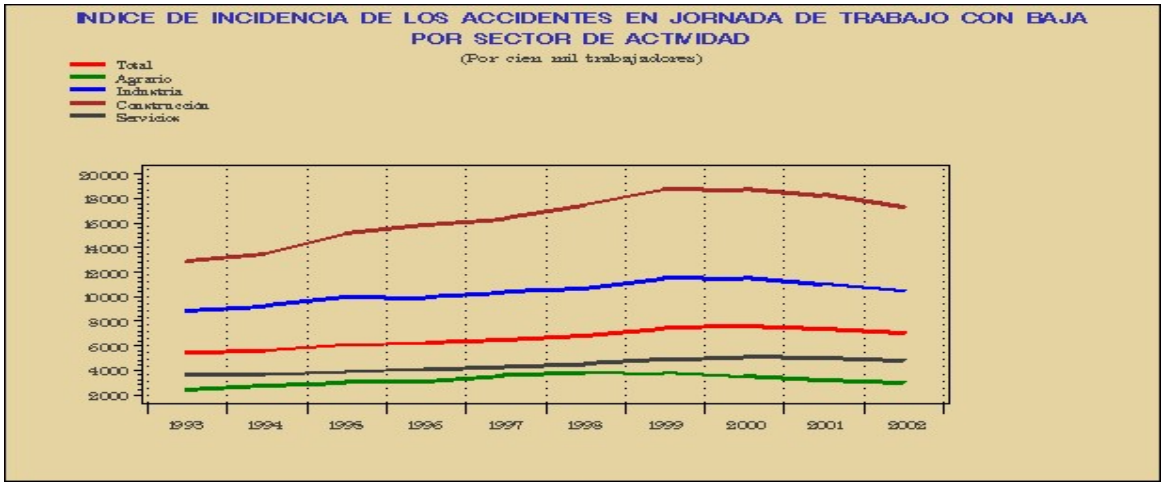


Accidentes Graves

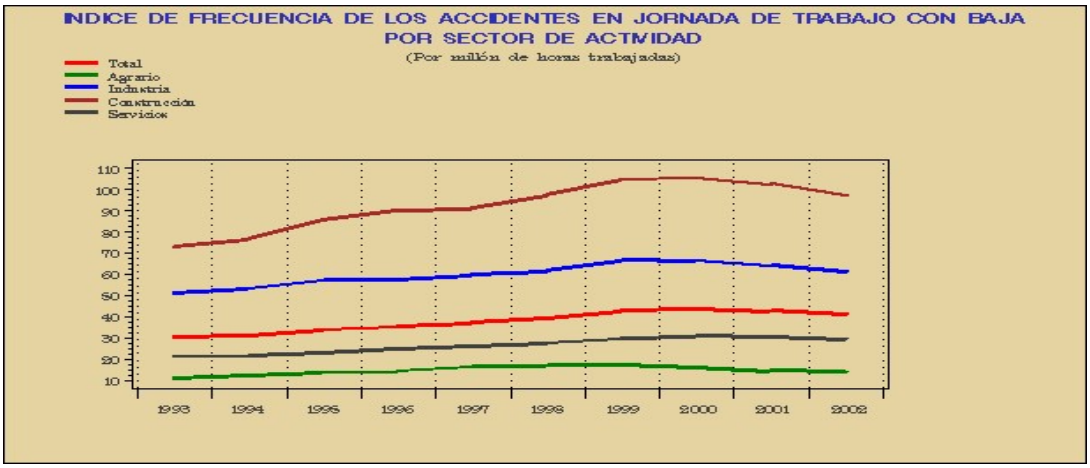


3.1.9. ATE -G.3. INDICES DE INCIDENCIA, FRECUENCIA, GRAVEDAD Y DURACIÓN MEDIA DE LOS ACCIDENTES EN JORNADA DE TRABAJO CON BAJA

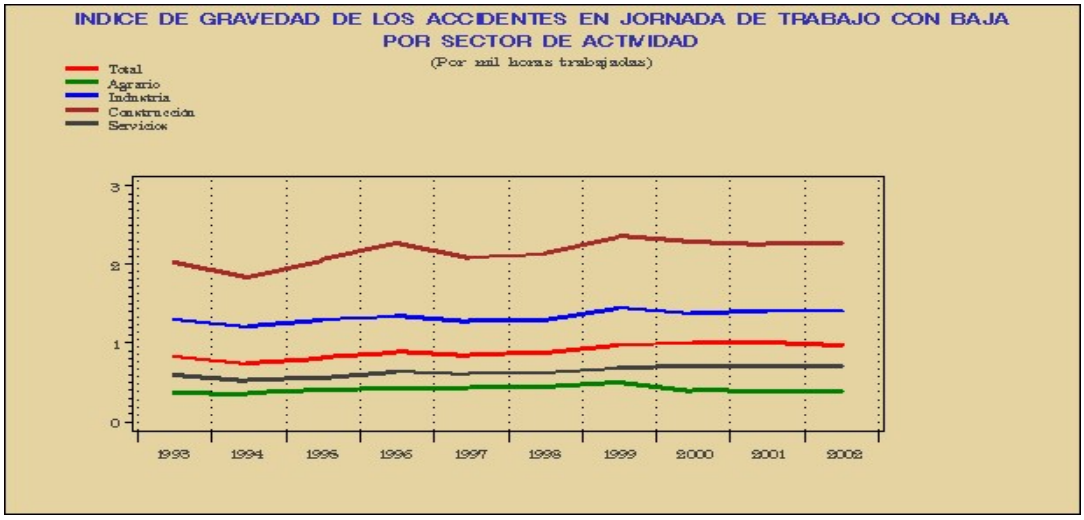
INCIDENCIA



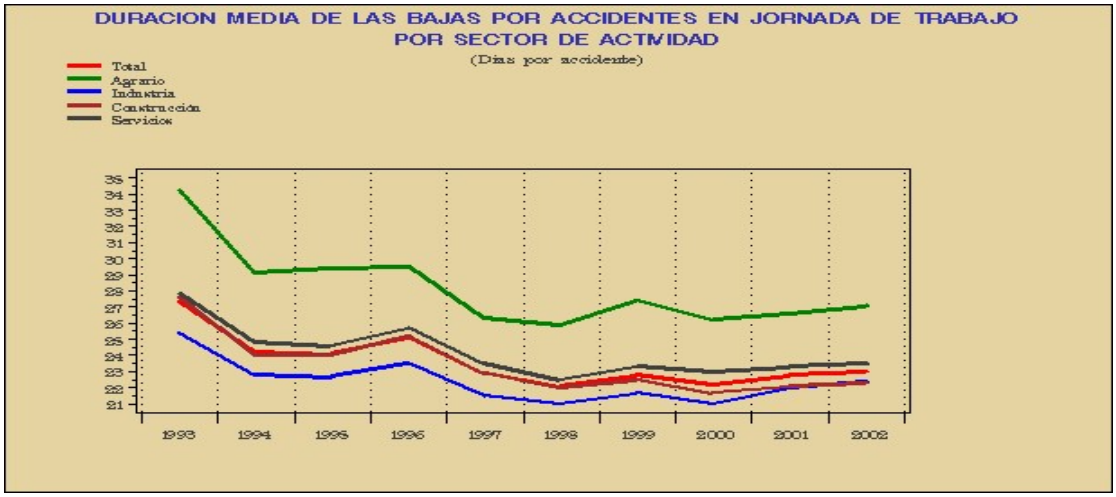
FRECUENCIA



GRAVEDAD



DURACIÓN MEDIA DE LAS BAJAS



3.1.10. FORMACIÓN E INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD Y SALUD A LOS TRABAJADORES.

Formación

El personal que se asigne a las obras a ejecutar deberá recibir una exposición acerca de los métodos de trabajo y los riesgos que pueda contraer. Asimismo se seleccionarán para cada tajo las personas más adecuadas, y se les impartirán cursos de socorrismo y primeros auxilios.

Al comienzo de la obra se realizará una reunión con representantes de los distintos equipos, a fin de analizar el contenido del Plan de Seguridad con objeto de que sean conocidos por todos, las normas y protecciones previstas contra los riesgos previsibles de la ejecución.

Antes de la iniciación de nuevos trabajos, se instruirá a las personas que van a realizarlos sobre los riesgos previstos y sus protecciones.

Cada trabajador recibirá una formación teórico práctica en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración y cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se produzcan cambios en los equipos de trabajo.

Esta formación estará centrada en la función de cada trabajador y se impartirá por la empresa con medios propios o concertados.

Como parte de la formación se indicarán los riesgos a los que va a estar expuesto el trabajador, la necesidad de aptitudes profesionales determinadas y la exigencia de controles médicos especiales.

La formación será impartida a los trabajadores dentro de la jornada o fuera de ésta pero compensando las horas invertidas, con cargo al empresario contratista.

Información

Los trabajadores de la empresa contratista deben ser informados de todos los riesgos que les puedan afectar, bien por ser propios de su trabajo o función, o bien por ser inherente al medio en que se van a ejecutar o ser producto de las materias primas que se van a utilizar, así como de las medidas y actividades de protección y prevención previstas para combatir unos y otros, y de las medidas de emergencia previstas en el Plan correspondiente. A la vez, debe facilitar a los trabajadores el derecho a formular propuestas que mejoren la seguridad del tajo. Igualmente, debe controlar que las empresas subcontratistas faciliten esta información y participación a sus trabajadores.

3.1.11. SEGUROS

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos por culpa o negligencia, imputables al mismo o a las personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de las obras, cuyas garantías cubran como mínimo el importe de ejecución material inicial de las obras, con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

3.2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

3.1. COMIENZO DE LAS OBRAS

Deberá señalarse en el Libro de Ordenes oficial, la fecha de comienzo de obra, que quedará refrendada con las firmas del Ingeniero Director, del Encargado General de la Contrata, y de un representante de la propiedad.

Asimismo y antes de comenzar las obras, deben supervisarse las prendas y los elementos de protección individual o colectiva para ver si su estado de conservación y sus condiciones de utilización son óptimas. En caso contrario se desecharán adquiriendo por parte del contratista otros nuevos.

Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las Normas UNE.

Además, y antes de comenzar las obras, el área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos e incluso si han de producirse excavaciones, regarla ligeramente para evitar la producción de polvo. Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente (del orden de 120 lux en las zonas de trabajo, y de 10 lux en el resto), cuando se ejecuten trabajos nocturnos. Cuando no se ejecuten trabajos durante la noche, deberá mantenerse al menos una iluminación mínima en el conjunto con objeto de detectar posibles peligros y para observar correctamente todas las señales de aviso y de protección.

Deben señalizarse todos los obstáculos indicando claramente sus características como la tensión de una línea eléctrica, la importancia del tráfico en una carretera, etc., e instruir convenientemente a los operarios. Especialmente, el personal que maneja la maquinaria de obra debe tener muy advertido el peligro que representan las líneas eléctricas y que en ningún caso podrá acercarse con ningún elemento de las máquinas a menos de 3 m (si la línea es superior a los 57.000 voltios la distancia mínima será de 5 m).

Todos los cruces subterráneos, y muy especialmente los de energía eléctrica y los de gas, deben quedar perfectamente señalizados sin olvidar su cota de profundidad.

Diariamente y antes del inicio de los trabajos por personal del Contratista especializado en Seguridad y Salud, se informará a los trabajadores individualmente o por grupos homogéneos, según el trabajo a desarrollar, de las medidas de Seguridad que habrán de cumplir, esta información se realizará asimismo en todo cambio de actividad de un operario o de las condiciones de ejecución de los trabajos a lo largo de la jornada.

3.2.2. PROTECCIONES PERSONALES

Todas las prendas de protección individual de los operarios o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Todo elemento de protección personal se ajustara a las Normas UNE, siempre que exista Norma.

En los casos que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a las prestaciones respectivas que se les pide para lo que se pedirá al fabricante informe de los ensayos realizados.

Cuando por circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, por ejemplo por un accidente, será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección, nunca representará un riesgo en sí mismo.

La distribución de los EPI debe ser personalizada, ya que deben ajustarse a las características anatómicas de cada trabajador. Cada usuario debe ser instruido sobre las características de los equipos que se le entregan, siguiendo las indicaciones que se le han dado al respecto, y debe ser responsable de su mantenimiento y conservación.

Antes de comenzar los trabajos deben supervisarse las prendas y los elementos de protección individual, para ver si su estado de conservación y sus condiciones son las óptimas. En caso contrario se procederá a corregir el defecto, bien sustituyendo el elemento dañado o reparándolo o procediendo a su limpieza, colocación correcta, etc

Es imprescindible la intervención del Servicio Técnico de Prevención en el proceso que va desde la elección hasta la correcta utilización o conservación del EPI para conseguir resultados óptimos del equipo necesario ante un riesgo.

El Servicio de Prevención debe estar al corriente de los problemas que se presentan en la utilización de protecciones personales y de la forma correcta de utilización. El Servicio de Prevención debe controlar que no hay excepciones en las zonas en las que el uso de los EPI sea obligado.

Todo elemento de protección individual, se ajustará al R.D. 1407/92, de 20 de Noviembre, y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan. Dichos equipos tendrán el marcado "CE". Así mismo se cumplirá el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección y utilización por los trabajadores en el trabajo.

3.2.2.1. Prescripciones del casco de seguridad no metálico

Los cascos utilizados por los operarios pueden ser: Clase N, cascos de uso normal, aislantes para baja tensión (1.000 V), o clase E, distinguiéndose la clase E-AT aislantes para alta tensión (25.000 V), y la clase E-B resistentes a muy baja temperatura (-15ºC).

El casco constará de casquete, que define la forma general del casco y éste, a su vez, de la parte superior o copa, una parte más alta de la copa, y al borde que se entiende a lo largo del contorno

de la base de la copa. La parte del ala situada por encima de la cara podrá ser más ancha, constituyendo la visera.

El arnés o atalaje son los elementos de sujeción que sostendrán el casquete sobre la cabeza del usuario. Se distinguirá lo que sigue: Banda de contorno, parte del arnés que abraza la cabeza y banda de amortiguación, parte del arnés en contacto con la bóveda craneal.

Entre los accesorios señalaremos el barboquejo, o cinta de sujeción, ajustable, que pasa por debajo de la barbilla y se fija en dos o más puntos. Los accesorios nunca restarán eficacia al casco.

La luz libre, distancia entre la parte interna de la cima de la copa y la parte superior del atalaje, siempre será superior a 21 milímetros.

La altura del arnés, medida desde el borde inferior de la banda de contorno a la zona más alta del mismo, variará de 75 milímetros a 85 milímetros, de la menor a la mayor talla posible.

La masa del casco completo, determinada en condiciones normales y excluidos los accesorios, no sobrepasará en ningún caso los 450 gramos. La anchura de la banda de contorno será como mínimo de 25 milímetros.

Los cascos serán fabricados con materiales incombustibles y resistentes a las grasas, sales y elementos atmosféricos.

Las partes que se hallen en contacto con la cabeza del usuario no afectarán a la piel y se confeccionarán con material rígido, hidrófugo y de fácil limpieza y desinfección.

El casquete tendrá superficie lisa, con o sin nervaduras, bordes redondeados y carecerá de aristas y resaltes peligrosos, tanto exterior como interiormente. No presentará rugosidades, y protectoras del mismo. Ni las zonas de unión ni el atalaje en si causarán daño o ejercerán presiones incómodas sobre la cabeza del usuario.

Entre casquete y atalaje quedará un espacio de aireación que no será inferior a cinco milímetros, excepto en la zona de acoplamiento (Arnés- casquete).

El modelo tipo habrá sido sometido al ensayo de choque, mediante percutor de acero, sin que ninguna parte del arnés o casquete presente rotura. También habrá sido sometido al ensayo de perforación, mediante punzón de acero, sin que la penetración pueda sobrepasar los ocho milímetros. Ensayo de resistencia a la llama, sin que llameen más de quince segundos o goteen. Ensayo eléctrico, sometido a una tensión de dos kilovoltios, 50 Hz, tres segundos, la corriente de fuga no podrá ser superior a tres mA, en el ensayo de perforación elevado la tensión a 2,5 kV, quince segundos, tampoco la corriente de fuga sobrepasará los tres mA.

En el caso del casco clase E-AT, las tensiones de ensayo al aislamiento y a la perforación serán de 25 kV y 30 kV respectivamente. En ambos casos la corriente de fuga no podrá ser superior a 10 mA.

En el caso del casco clase E-B, en el modelo tipo, se realizarán los ensayos de choque y perforación, con buenos resultados habiéndose acondicionado éste a -15 2º C.

Todos los cascos que se utilicen por los operarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente.

2.2.2.2. Prescripciones del calzado de seguridad

El calzado de seguridad que utilizará los operarios, serán botas de seguridad clase III. Es decir, provistas de puntera metálica de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes y aplastamientos, y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.

La bota deberá cubrir convenientemente el pie y sujetarse al mismo, permitiendo desarrollar un movimiento adecuado al trabajo. Carecerá de imperfecciones y estará tratada para evitar deterioros por agua o humedad. El forro y demás partes internas no producirán efectos nocivos, permitiendo, en lo posible, la transpiración. Su peso no sobrepasará los 800 gramos. Llevará refuerzos amortiguadores de material elástico. Tanto la puntera como la suela de seguridad deberán formar parte integrante de la bota, no pudiéndose separar sin que ésta quede destruida. El material será apropiado a las prestaciones de uso, carecerá de rebabas y aristas y estará montado de forma que no entrañe por si mismo riesgo, ni cause daños al usuario. Todos los elementos metálicos que tengan función protectora serán resistentes a la corrosión.

El modelo tipo sufrirá un ensayo de resistencia al aplastamiento sobre la puntera hasta los 1.500 Kg (14.715 N), y la luz libre durante la prueba será superior a
15 milímetros, no sufriendo rotura.

También se ensayará al impacto, manteniéndose una luz libre mínima y no apreciándose rotura. El ensayo de perforación se hará mediante punzón con fuerza mínima de perforación de 110 Kgf (1.079 N), sobre la suela, sin que se aprecie perforación.

Mediante flexómetro, que permita variar el ángulo formado por la suela y el tacón, de 0º a 60º, con frecuencia de 300 ciclos por minuto y hasta
10.000 ciclos, se hará el ensayo de plegado. No se deberán observar ni roturas, ni grietas o alteraciones.

El ensayo de corrosión se realizará en cámara de niebla salina, manteniéndose durante el tiempo de prueba, y sin que presente signos de corrosión.

Todas las botas de seguridad clase III que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

También se ensayará al impacto, manteniéndose una luz libre mínima y no apreciándose rotura. El ensayo de perforación se hará mediante punzón con fuerza mínima de perforación de 110 kgf (1079 N), sobre la suela, sin que se aprecie perforación.

3.2.2.3. Prescripciones del Protector Auditivo

El protector auditivo que utilizarán los operarios, será como mínimo clase E. Es una protección personal utilizada para reducir el nivel de ruido que percibe el operario cuando está situado en ambiente ruidoso. Consiste en dos casquetes que ajustan convenientemente a cada lado de la cabeza por medio de elementos almohadillados, quedando el pabellón externo de los oídos en el interior de los mismos, y el sistema de sujeción por arnés.

El modelo tipo habrá sido probado por una escucha, es decir, persona con una pérdida de audición no mayor de 10 dB, respecto de un audiograma normal en cada uno de los oídos y para cada una de las frecuencias de ensayo.

Se definirá el umbral de referencia como el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir una sensación auditiva en el escucha situado en el lugar de ensayo y sin protector auditivo. El umbral de ensayo será el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir sensación auditiva en el escucha en el lugar de prueba y con el protector auditivo tipo colocado, y sometido a prueba. La atenuación será la diferencia expresada en decibelios, entre el umbral de ensayo y el umbral de referencia.

Como señales de ensayo para realizar la medida de atenuación en el umbral se utilizarán tonos puros de las frecuencias que siguen: 125. 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz.

Los protectores auditivos de clase E cumplirán lo que sigue: Para frecuencias bajas de 250 Hz, la suma mínima de atenuación será 10 dB. Para frecuencias medias de 500 a 4.000 Hz, la atenuación mínima de 20 dB, y la suma mínima de atenuación 95 dB. Para frecuencias altas de 6.000 y 8.000 Hz, la suma mínima de atenuación será de 35 dB.

Todos los protectores auditivos que se utilicen por los operarios estarán homologados por los ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

3.2.2.4. Prescripciones de guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los operarios, serán de uso general anticorte, antipinchazos, y antierosiones para el manejo de materiales, objetos y herramientas.

Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.

La talla, medida del perímetro del contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario.

La longitud, distancia expresada en milímetros, desde la punta del dedo medio o corazón hasta el filo del guante, o límite de la manga, será en general de 320 milímetros o menos. Es decir, los guantes, en general, serán cortos, excepto en aquellos casos que por trabajos especiales haya que utilizar los medios, 320 milímetros a 430 milímetros, o largos, mayores de
430 milímetros.

Los materiales que entren en su composición y formación nunca producirán dermatosis.

3.2.2.5. Prescripciones del cinturón de seguridad

Se debe cumplir lo establecido en la NTP-301, para la adecuada elección de cinturones de seguridad tipos A B ó C según la función requerida. Estando contraindicado el uso de los cinturones A-2, para trabajos en altura.

Es el cinturón de seguridad utilizado por el usuario para sostenerle a un punto de anclaje anulando la posibilidad de caída libre. Estará constituido por una faja y un elemento de amarre, estando provisto de dos zonas de conexión. Podrá ser utilizado abrazando el elemento de amarre a una estructura.

La faja estará confeccionada con materiales flexibles que carezcan de empalmes y deshilachaduras. Los cantos o bordes no deben tener aristas vivas que puedan causar molestias. La inserción de elementos metálicos no ejercerá presión directa sobre el usuario.

Todos los elementos metálicos, hebillas, argollas en D y mosquetón, sufrirán en el modelo tipo, un ensayo a la tracción de 700 Kgf (6.867 N) y una carga de rotura no inferior a 1.000 Kgf (9.810 N). Serán también resistentes a la corrosión.

La faja sufrirá ensayo de tracción, flexión, al encogimiento y al rasgado.

Si el elemento de amarre fuese una cuerda, será de fibra natural, artificial o mixta, de trenzado y diámetro uniforme, mínimo 10 milímetros, y carecerá de imperfecciones. Si fuese una banda debe carecer de empalmes y no tendrá aristas vivas. Este elemento de amarre también sufrirá ensayo a la tracción en el modelo tipo.

Todos los cinturones de seguridad que se utilicen por los usuarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

3.2.2.6. Prescripciones de gafas de seguridad

Las gafas de seguridad que utilizarán los operarios, serán gafas de montura universal contra impactos, como mínimo clase A, siendo convenientes los de clase D.

Las gafas deberán cumplir los requisitos que siguen. Serán ligeras de peso y de buen acabado, no existiendo rebabas ni aristas cortantes o punzantes. Podrán limpiarse fácilmente y tolerarán desinfecciones periódicas sin merma de sus prestaciones. No existirán huecos libres en el ajuste de los oculares a la montura. Dispondrán de aireación suficiente para evitar en lo posible el empañamiento de los oculares en condiciones normales de uso. Todas las piezas o elementos metálicos, en el modelo tipo, se someterán a ensayo de corrosión, no debiendo observarse la aparición de puntos apreciables de corrosión. Los materiales no metálicos que entren en su fabricación no deberán inflamarse al someterse a un ensayo de 500 ºC de temperatura y sometidos a la llama la velocidad de combustión no será superior a 60 mm/minuto. Los oculares estarán firmemente fijados en la montura, no debiendo desprenderse a causa de un impacto de bola de acero de 44 gramos de masa, desde
130 cm de altura, repetido tres veces consecutivas.

Los oculares estarán construidos en cualquier material de uso oftálmico, con tal que soporte las pruebas correspondientes. Tendrán buen acabado, y no presentarán defectos superficiales o estructurales que alteren la visión normal del usuario. El valor de la transmisión media al visible, medida con espectrofotómetro, será superior al 89%.

Si el modelo tipo supera la prueba al impacto de bola de acero de 44 gramos, desde una altura de 130 cm, repetido tres veces, será de clase A. Si supera la prueba de impactos de punzón, será clase B. Si superase el impacto a perdigones de plomo de 4,5 milímetros de diámetro clase C. En el caso que supere todas las pruebas citadas se clasificará como clase D.

Todas las gafas de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

CLASE	DEFINICIÓN	VARIANTES		APLICACIÓN
		TIPO	ELEMENTOS INTEGRANTES	
A MT-13 B.O.E. 2.9.77	**CINTURÓN DE SUJECIÓN** Cinturón de seguridad utilizado para sostener al usuario a un punto de anclaje, anulando la posibilidad de caída libre libre. Está constituido al menos por una faja y uno o más elementos de amarre.	1	Cinturón de sujeción provisto de una zona de conexión.	Deben ser utilizados únicamente en trabajos que no precisen desplazamientos apreciables, sin posibilidad de caída libre, o en los que éstos se limiten a desplazamientos horizontales, verticales y oblicuos, del usuario, en el que pueden utilizarse sistemas auxiliares de anclaje móvil. Trabajos en los que es posible fijar el cinturón abrazando el elemento de amarre a un poste, estructura, etc., tales como trabajos sobre líneas eléctricas aéreas, montaje de estructuras, etc.
		2	Cinturón de sujeción provisto de dos zonas de conexión.	
B MT-21 B.O.E. 16.3.81	**CINTURÓN DE SUSPENSIÓN** Cinturón de seguridad utilizado para suspender al usuario desde uno o más puntos de anclaje. Está constituido por una o varias bandas flexibles y una o más zonas de conexión que permiten mantener al menos el tronco y cabeza del individuo en posición vertical estable.	1	Cinturón de suspensión provisto de una o varias bandas o elementos flexibles que permiten al usuario sentarse.	Los cinturones de suspensión se utilizan en aquellos trabajos en los que sólo tengan que soportar los esfuerzos estáticos debidos al peso del usuario, tales como las operaciones en el que el usuario deba estar suspendido.
		2	Cinturón de suspensión sin bandas o elementos flexibles para sentarse.	
		3	Cinturón de suspensión provisto de una banda o elemento flexible que permite al usuario sentarse o utilizarlo como arnés torácico.	
C MT-22 B.O.E. 17.3.81	**CINTURÓN DE CAÍDA** Cinturón de seguridad utilizado para frenar y detener la caída libre e un individuo, de forma que al final de aquella, la energía que se alcance sea absorbida en gran parte por los elementos integrantes del cinturón, manteniendo los esfuerzos transmitidos a la persona por debajo de un valor prefijado. Está constituido fundamentalmente por un arnés con o sin faja y un elemento de amarre, que puede estar provisto de un amortiguador de caída.	1	Cinturón de caída constituido por un arnés torácico con o sin faja y un elemento de amarre.	Los cinturones de suspensión se utilizan en aquellos trabajos en los que sólo tengan que soportar los esfuerzos estáticos debidos al peso del usuario, tales como las operaciones en el que el usuario deba estar suspendido.
		1A	Tipo a, con amortiguador de caída.	
		2	Cinturón de caída constituido por un arnés extensivo al tronco y piernas, con o sin faja, y un elemento de amarre.	
		2A	Tipo 2, con amortiguador de caída.	

3.2.2.7. Prescripciones de mascarilla antipolvo

La mascarilla antipolvo que emplearán los operarios, estará homologada.

La mascarilla antipolvo es un adaptador facial que cubre las entradas a las vías respiratorias, siendo sometido al aire del medio ambiente, antes de su inhalación por el usuario, a una filtración de tipo mecánico.

Los materiales constituyentes del cuerpo de la mascarilla podrán ser metálicos, elastómeros o plásticos, con las características que siguen. No producirán dermatosis y su olor no podrá ser causa de trastornos en el trabajador. Serán incombustibles o de combustión lenta. Los arneses podrán ser cintas portadoras: los materiales de las cintas serán de tipo elastómero y tendrán las características expuestas anteriormente. Las mascarillas podrán ser de diversas tallas, pero en cualquier caso tendrán unas dimensiones tales que cubran perfectamente las entradas a las vías respiratorias.

La pieza de conexión, parte destinada a acoplar el filtro, en su acoplamiento no presentará fugas.

La válvula de inhalación, su fuga no podrá ser superior a 2.400 ml/minuto a la exhalación, y su pérdida de carga a la inhalación no podrá ser superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa).

En las válvulas de exhalación su fuga a la inhalación no podrá ser superior a 40 ml/minuto, y su pérdida de carga a la exhalación no será superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa).

El cuerpo de la mascarilla ofrecerá un buen ajuste con la cara del usuario y sus uniones con los distintos elementos constitutivos cerrarán herméticamente.

Todas las mascarillas antipolvo que se utilicen por los operarios estarán, como se ha dicho, homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

2.2.2.8. Prescripciones de bota impermeable al agua y a la humedad

Las botas impermeables al agua y a la humedad que utilizarán los operarios, serán clase N, pudiéndose emplear también la clase E.

La bota impermeable deberá cubrir convenientemente el pie y, como mínimo, el tercio inferior de la pierna, permitiendo al usuario desarrollar el movimiento adecuado al andar en la mayoría de los trabajos.

La bota impermeable deberá confeccionarse con caucho natural o sintético u otros productos sintéticos, no rígidos, y siempre que no afecten a la piel del usuario.

Asimismo carecerán de imperfecciones o deformaciones que mermen sus propiedades, así como de orificios, cuerpos extraños u otros defectos que puedan mermar su funcionalidad.

Los materiales de la suela y tacón deberán poseer unas características adherentes tales que eviten deslizamientos, tanto en suelos secos como en aquellos que estén afectados por el agua.

El material de la bota tendrá unas propiedades tales que impidan el paso de la humedad ambiente hacia el interior.

La bota impermeable se fabricará, a ser posible, en una sola pieza, pudiéndose adoptar un sistema de cierre diseñado de forma que la bota permanezca estanca.

Podrán confeccionarse con soporte o sin él, sin forro o bien forradas interiormente, con una o más capas de tejido no absorbente, que no produzca efectos nocivos en el usuario.

La superficie de la suela y el tacón, destinada a tomar contacto con el suelo, estará provista de resaltes y hendiduras, abiertos hacia los extremos para facilitar la eliminación de material adherido.

Las botas impermeables serán lo suficientemente flexibles para no causar molestias al usuario, debiendo diseñarse de forma que sean fáciles de calzar.

Cuando el sistema de cierre o cualquier otro accesorio sean metálicos deberán ser resistentes a la corrosión.

El espesor de la caña deberá ser lo más homogéneo posible, evitándose irregularidades que puedan alterar su calidad, funcionalidad y prestaciones.

El modelo tipo se someterá a ensayos de envejecimiento en caliente, envejecimiento en frío, de humedad, de impermeabilidad y de perforación con punzón, debiendo superarlos.

Todas las botas impermeables, utilizadas por los operarios, deberán estar homologadas de acuerdo con las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

2.2.2.9. Prescripciones de equipo para soldador

El equipo de soldador que utilizarán los soldadores, será de elementos homologados, el que lo esté, y los que no lo estén los adecuados del mercado para su función específica.

El equipo estará compuesto por los elementos que siguen. Pantalla de soldador, mandil de cuero, par de manguitos, para de polainas, y par de guantes para soldador.

La pantalla será metálica, de la adecuada robustez para proteger al soldador de chispas, esquirlas, escorias y proyecciones de metal fundido. Estará provista de filtros especiales para la intensidad de las radiaciones a las que ha de hacer frente. Se podrán poner cristales de protección mecánica, contra impactos, que podrán ser cubrefiltros o antecristales. Los cubrefiltros preservarán a los filtros de los riesgos mecánicos, prolongando así su vida. La misión de los antecristales es la de proteger los ojos del usuario de los riesgos derivados de las posibles roturas que pueda sufrir el filtro, y en aquellas operaciones laborales en las que no es necesario el uso del filtro, como descascarillado de la soldadura o picado de la escoria.

El mandil, manguitos, polainas y guantes, estarán realizados en cuero o material sintético, incombustible, flexible y resistente a los impactos de partículas metálicas, fundidas o sólidas. Serán cómodos para el usuario, no producirán dermatosis y por sí mismos nunca supondrán un riesgo.

Los elementos homologados, lo están en virtud a que el modelo tipo habrá superado las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente.

2.2.2.10. Prescripciones de guantes aislantes de la electricidad

Los guantes aislantes de la electricidad que utilizarán los operarios, serán para actuación sobre instalación de baja tensión, hasta 1.000 V, o para maniobra de instalación de alta tensión hasta 30.000 V.

En los guantes se podrá emplear como materia prima en su fabricación caucho de alta calidad, natural o sintético, o cualquier otro material de similares características aislantes y mecánicas, pudiendo llevar o no un revestimiento interior de fibras textiles naturales. En caso de guantes que posean dicho revestimiento éste recubrirá la totalidad de la superficie interior del guante.

Carecerán de costuras, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.

Podrán utilizarse colorantes y otros aditivos en el proceso de fabricación, siempre que no disminuyan sus características ni produzcan dermatosis.

Se adaptarán a la configuración de las manos, haciendo confortable su uso. No serán, en ningún caso, ambidextros.

Los aislantes de baja tensión serán guantes normales, con longitud desde la punta del dedo medio o corazón al filo del guante menor o igual de

430 milímetros. Los aislantes de alta tensión serán largos, longitud mayor de 430 milímetros. El espesor será variable, según los diversos puntos del guante, pero el máximo admitido será de 2,6 milímetros.

En el modelo tipo, la resistencia a la tracción no será inferior a 110 Kg/cm2, el alargamiento a la rotura no será inferior al 600 por 100 y la deformación permanente no será superior al 18 por ciento.

Serán sometidos a prueba de envejecimiento, después de la cual mantendrán como mínimo el 80 por 100 del valor de sus características mecánicas y conservarán las propiedades eléctricas que se indican.

Los guantes de baja tensión tendrán una corriente de fuga de 8 mA sometidos a una tensión de 5.000 V y una tensión de perforación de 6.500 V, todo ello medido con una fuente de una frecuencia de 50 Hz. Los guantes de alta tensión tendrán una corriente de fuga de 20 mA a una tensión de prueba de 30.000 V y una tensión de perforación de 35.000 V.

Todos los guantes aislantes de la electricidad empleados por los operarios estarán homologados, según las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma UNE correspondiente

2.2.2.11. Prescripciones de seguridad para la corriente eléctrica de baja tensión

No hay que olvidar que está demostrado, estadísticamente, que el mayor número de accidentes eléctricos se produce por la corriente alterna de baja tensión. Por ello, los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión por todos los medios que sigue.

No acercándose a ningún elemento con baja tensión, manteniéndose a una distancia de 0,50 m, si no es con las protecciones adecuadas, gafas de protección, casco, guantes aislantes y

herramientas precisamente protegidas para trabajar a baja tensión. Si se sospechase que el elemento está bajo alta tensión, mientras el contratista adjudicatario averigua oficial y exactamente la tensión a que está sometido, se obligará, con señalización adecuada, a los operarios y las herramientas por ellos utilizados, a mantenerse a una distancia no menor a 4 .

Caso que la obra se interfiriera con una línea aérea de baja tensión, y no se pudiera retirar ésta, se montarán los correspondientes pórticos de protección manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 0,50 m.

Las protecciones contra contactos indirectos se conseguirán combinando adecuadamente las Instrucciones Técnicas Complementarias Ml BT. 039, 021 y 044 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Esta última citada se corresponde con la norma UNE 20383-75).

Se combina, en suma, la toma de tierra de todas las masas posibles con los interruptores diferenciales, de tal manera que en el ambiente exterior de la obra, posiblemente húmedo en ocasiones, ninguna masa tome nunca una tensión igual o superior a 24 V.

La tierra se obtiene mediante una o más picas de acero recubierto de cobre, de diámetro mínimo 14 mm y longitud mínima 2 m. Caso de varias picas, la distancia entre ellas será como mínimo vez y media su longitud, y siempre sus cabezas quedarán 50 cm por debajo del suelo. Si son varias estarán unidas en paralelo. El conductor será cobre de 35 mm2 cuadrados de sección. La toma de tierra así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 ohmios. Se conectará a las tomas de tierra de todos los cuadros generales de obra de baja tensión. Todas las masas posibles deberán quedar conectadas a tierra.

Todas las salidas de alumbrado, de los cuadros generales de obra de baja tensión, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad y todas las salidas de fuerza, de dichos cuadros, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad y todas las salidas de fuerza, de dichos cuadros estarán dotadas con un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.

La toma de tierra se volverá a medir en la época más seca del año.

3.2.2.12. Prescripciones de seguridad para la corriente eléctrica de alta tensión

Dada la suma gravedad que casi siempre supone un accidente con corriente eléctrica de alta tensión, siempre que un elemento con alta tensión intervenga, o como parte de la obra, o se interfiera con ella, el contratista adjudicatario queda obligado a enterarse oficial y exactamente de la tensión. Se dirigirá para ello a la compañía distribuidora de electricidad o a la entidad propietaria del elemento con tensión.

Caso que la obra se interfiriera con una línea aérea de alta tensión, se montarán los pórticos de protección, manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 4 m.

Si esta distancia de 4 m no permitiera mantener por debajo del dintel el paso de vehículos y de operarios, se atendrá a la tabla dada anteriormente.

Por ejemplo, para el caso que haya que atravesar por debajo de la catenaria, la distancia medida en todas direcciones, y más desfavorable, del dintel a los conductores de contacto, no será inferior a 0,50 m. Se fijará el dintel, manteniendo los mínimos dichos, lo más bajo posible, pero de tal manera que permita el paso de vehículos de obra.

Los trabajos en instalaciones de alta tensión se realizarán, siempre, por personal especializado, y al menos por dos personas para que puedan auxiliarse. Se adoptarán las precauciones que siguen.

a) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
b) Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte
c) Reconocimiento de la ausencia de tensión.
d) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
e) Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando la zona de trabajo.

Para la reposición de fusibles de alta tensión se observarán, como mínimo, los apartados a), c) y e).

En trabajos y maniobras en seccionadores e interruptores, se seguirán las siguientes normas:

a) Para el aislamiento del personal se emplearán los siguientes elementos:
    a. Pértiga aislante
    b. Guantes aislantes
    c. Banqueta aislante
    d. Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo.
b) En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen, cuando proceda, que no puede maniobrarse.
c) En trabajos y maniobras en transformadores, se actuará como sigue.
d) El secundario del transformador deberá estar siempre cerrado o en cortocircuito, cuidando que nunca quede abierto.
e) Si se manipulan aceites se tendrán a mano los elementos de extinción.

Si el trabajo es en celda, con instalación fija contra incendios, estará dispuesta para su accionamiento manual. Cuando el trabajo se efectúe en el propio transformador estará bloqueada para evitar que su funcionamiento imprevisto pueda ocasionar accidentes a los trabajos situados en su cuba.

Una vez separado el condensador o una batería de condensadores estáticos de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos, deberán ponerse en cortacircuito y a tierra, esperando lo necesario para su descarga.

En los alternadores, motores síncronos, dinamos y motores eléctricos, antes de manipular en el interior de una máquina se comprobará lo que sigue:

a) Que la máquina está parada.
b) Que las bornas de salida están en cortocircuito y a tierra. c) Que la protección contra incendios está bloqueada.
c) Que están retirados los fusibles de la alimentación del rotor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina.
d) Que la atmósfera no es inflamable o explosiva.

Quedará prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación de alta tensión, antes de dejar sin tensión los conductores y aparatos contenidos en ellas. Recíprocamente, se prohíbe dar tensión sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

Sólo se establecerá el servicio de una instalación eléctrica de alta tensión, cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando en ella

a) En el lugar de trabajo, se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha concluido.

b) En el origen de la alimentación, recibida la comunicación de que se ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

Cuando para necesidades de la obra sea preciso montar equipos de alta tensión, tales como línea de alta tensión y transformador de potencia, necesitando darles tensión, se pondrá el debido cuidado en cumplir el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y especialmente sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 09 y
13.

3.2.2.13. Prescripciones de extintores

Los extintores de incendio, emplazados en la obra, estarán fabricados con acero de alta embutibilidad y alta soldabilidad. Se encontrarán bien acabados y terminados, sin rebabas, de tal manera que su manipulación nunca suponga un riesgo por sí misma.

Los extintores estarán esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y dotados con manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga. Se revisarán periódicamente y como máximo cada seis meses.

El recipiente del extintor cumplirá el Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1244/1979 del 4 de Abril de 1979 (B.O.E. 29-5-1979).

Los extintores estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalará en lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato.

Los extintores estarán a la vista. En los puntos donde su visibilidad quede obstaculizada se implantará una señal que indique su localización.

Los extintores portátiles se emplazarán sobre paramento vertical a una altura de 1,20 m, medida desde el suelo a la base de extintor.

El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP (O.M. 31-5-1982).

Para su mayor versatilidad y evitar dilaciones por titubeos, todos los extintores serán portátiles, de polvo polivalente y de 12 Kg de capacidad de carga.

Si existiese instalación de alta tensión, para el caso que ella fuera el origen del siniestro, se emplazará cerca de la instalación con alta tensión un extintor. Este será precisamente de dióxido de carbono, C02, de 5 Kg de capacidad de carga

2.2.2.14. Prescripciones para incendios forestales

Dentro de las infraestructuras de prevención de incendios forestales se considera necesario disponer en la zona de instalaciones de un depósito transportable de poliester con una capacidad de 3.000 litros de características tales que cumplan, con garantía la función para la que está prevista.

Será transportado mediante un vehículo apropiado a la zona donde se produzca el incendio y estará dotado de equipo de bombeo y mangueras, para iniciar las tareas de extinción.

2.2.3.2. Protecciones colectivas en zonas o puntos peligrosos

Barandillas y vallas para la protección y limitación de zonas peligrosas. Tendrán una altura de al menos 90 cm. y estarán construidas de tubos o redondos metálicos de rigidez suficiente, dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

Señales. Todas las señales deberán tener las dimensiones y colores reglamentados por el Ministerio de Fomento.

Cordón de balizamiento. Se colocará en los límites de zonas de trabajo o de paso en las que exista peligro de caída por desnivel o por caída de objetos, como complemento a la correspondiente protección colectiva. Si es necesario, será reflectante.

Jalón de señalización. Se colocará como complemento del cordón de balizamiento, en las zonas donde sea preciso limitar el paso.

Bandas de separación con la vía en servicio o en carreteras de gran tráfico. Se colocarán con pies derechos metálicos bien empotrados en el balasto o en el terreno. La banda será de plástico de colores amarillo y negro en trozos de unos diez cms. de longitud. Podrá ser sustituida por cuerdas varillas metálicas con colgantes de colores vivos cada diez cms. En ambos casos la resistencia mínima a tracción será de 50 kg.

Conos de separación en carreteras. Se colocarán lo suficientemente próximos para delimitar en todo caso la zona de trabajo o de peligro.

Los topes de desplazamiento de vehículos se dispondrán en los límites de zonas de acopio y vertido de materiales, para impedir vuelcos. Se podrán realizar con un par de tablones embridados fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Pasillos de seguridad. Podrán realizarse a partir de pórticos con pies derechos y dintel basado en tablones embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos basados en tubo o perfiles y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).

Cerramientos de huecos. Serán de madera, chapa, mallazo, etc., sólidamente fijados, e impedirán la caída de personas y objetos.

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca.

El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamida, protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será como mínimo de 10 mm de diámetro y los módulos de red serán atados entre sí con cuerda de poliamida como mínimo de 3 mm. de diámetro.

Las líneas de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Las plataformas de trabajo tendrán como mínimo 60 mm de ancho y las situadas a más de 2 m. del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

Las plataformas voladas tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.

Las escaleras de mano irán provistas de zapatas antideslizantes.

Todas las transmisiones mecánicas deberán quedar señalizadas en forma eficiente de manera que se eviten posibles accidentes.

2.2.3.3. Protecciones colectivas en trabajos con maquinaria

Pórtico de limitación de gálibo. Para prevenir contactos o aproximaciones excesivas de máquinas o vehículos en las cercanías de una línea hacia el exterior.

En evitación de peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado, especialmente los dedicados al movimiento de tierras y todos los que han de circular por caminos sinuosos.

Toda la maquinaria de obra, vehículos de transporte y maquinaria pesada de vía, estará pintada en colores vivos y tendrá los equipos de seguridad reglamentarios en buenas condiciones de funcionamiento.

Para su mejor control deben llevar bien visibles placas donde se especifiquen la tara y la carga máxima, el peso máximo por eje y la presión sobre el terreno de la maquinaria que mueve sobre cadenas.

También se evitará exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.

Todos los vehículos de motor llevarán correctamente los dispositivos de frenado, para lo que se harán revisiones muy frecuentes. También deben llevar frenos servidos los vehículos remolcados.

2.2.3.4. Protecciones colectivas en trabajos en carretera

En los trabajos en carretera se establecerán reducciones de velocidad para todo tipo de vehículos según las características del trabajo. En las de mucha circulación se colocarán bandas de balizamiento de obra en toda la longitud del tajo.

2.2.3.5. Protecciones colectivas en trabajos con riesgo eléctrico

En las cercanías de las líneas eléctricas no se trabajará con maquinaria cuya parte más saliente pueda quedar, a menos de 2 m. de la misma, excepto si está cortada la corriente eléctrica, en cuyo caso será necesario poner una toma de tierra de cobre de 25 milímetros cuadrados de sección mínima conectada con una pila bien húmeda o a los carriles. Si la línea tiene más de 50 Kv la aproximación mínima será de 4 m.

En las instalaciones eléctricas de alumbrado se colocarán interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad y de 30 ó 300 mA para las máquinas, dependiendo del valor de su toma de tierra. La resistencia de las tomas de tierra será como máximo la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto de 24v. su resistencia se medirá periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

Se situarán Transformadores de seguridad a 24v en las líneas alimentadoras de herramientas y lámparas manuales cuando se trabaje en zonas con alto contenido de humedad.

La maquinaria eléctrica que haya de utilizarse en forma fija, o semifija, tendrá sus cuadros de acometida a la red provistos de protección contra sobrecarga, cortocircuito y puesta a tierra.

Los trabajos en la catenaria se cortarán la tensión y se realizará la puesta a tierra de ambos lados de la zona de trabajo.

2.2.3.6. Protecciones colectivas en trabajos con explosivos

Se debe señalizar convenientemente el área de peligro, se pondrá vigilancia en la misma y se harán señales acústicas al comienzo de la voladura y una vez terminada. Debe tenerse muy presente que no se iniciará está operación hasta que se tenga plena seguridad de que en el área de peligro no queda ninguna persona ajena a la voladura y a los agentes de vigilancia y que estos están suficientemente protegidos.

En los trabajos de excavación en desmontes con explosivos se denominan protecciones a todos aquellos elementos que se emplean para cubrir las voladuras, con el fin de evitar proyecciones de roca u otros materiales que pudieran dañar a personas, edificios o bienes materiales. Se pueden emplear bandas o mallas, o bien mediante un cubrimiento de arena con una altura de 1 m. de la zona de voladura

2.3.PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA Y DE LOS MEDIOS AUXILIARES.

2.3.1. Maquinaria

En cuanto a los requisitos legales exigibles a las máquinas, distinguiremos entre máquinas comercializadas y/o puestas en servicio a partir del 1 de enero de 1995 y las máquinas existentes en las empresas con anterioridad al 27 de agosto de 1997

- Máquinas comercializadas y/o puestas en servicio a partir del 1 de enero de 1995 (Fecha de aplicación obligatoria del Real Decreto 1435/1992)

Los requisitos formales que deben reunir las máquinas son los siguientes:

- Deben ir provistas del "marcado CE".
- Deben disponer de la declaración "CE" de conformidad, redactada en castellano, que deberá comprender, entre otras cosas: el nombre y la dirección del fabricante o de su representante legalmente establecido en la Comunidad; descripción de la máquina y todas las disposiciones pertinentes a las que se ajuste la máquina.
- Cada máquina debe llevar un manual de instrucciones redactado, como mínimo, en castellano, en el que se indique otras cosas: la instalación, la puesta en servicio, la utilización, el mantenimiento, etc.
- Máquinas existentes en la empresa con anterioridad al 27 de agosto de 1997 (Fecha de entrada en vigor del Real Decreto 1215/1997)

En la aplicación de esta disposición, se pueden dar dos situaciones:

1 Si las máquinas fueron adquiridas con posterioridad al 1 de enero de 1995, el usuario está obligado a garantizar, a través de mantenimiento adecuado, que las prestaciones iniciales de la máquina en materia de seguridad se conservan a lo largo de la vida de la misma.

2. Si las máquinas fueron adquiridas con anterioridad al 1 de enero de 1995, con carácter general, no irán con el "marcado CE", ni acompañadas de la declaración "CE" de conformidad ni con el manual de instrucciones, aunque es posible que algunas máquinas comercializadas a partir del 1 de enero de 1993 ya dispusieran de estos requisitos. En estas máquinas se deben identificar y evaluar los posibles riesgos existentes e implantar las medidas oportunas que, como mínimo, se ajustarán a los requisitos del Anexo I del citado Real Decreto.

2.3.2. Grúas autopropulsadas

El Contratista cumplirá el R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.

Las grúas móviles autopropulsadas serán revisadas de acuerdo con lo establecido por el fabricante de la grúa móvil o de los conjuntos incorporados a ésta, en los manuales específicos para revisión y mantenimiento, cumpliendo lo establecido en el capítulo 5 de la Norma UNE 58-508-78.
El mantenimiento y revisiones de las grúas serán responsabilidad del propietario.

Las revisiones se efectuarán por las empresas conservadoras que cumplan lo establecido en los artículos 10 y 12 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
Dichas empresas conservadoras deberán contar en su plantilla y a jornada completa, en la Comunidad Autónoma en que desarrollen sus actividades, como mínimo, con un operario cualificado por cada 30 grúas o fracción a conservar, de los cuales al menos uno dispondrá de carné de operador de grúa móvil autopropulsada correspondiente a la categoría de las grúas a conservar. Estas empresas deberán inscribirse en el Registro de establecimientos industriales, y dispondrán de local con equipamiento necesario.
La responsabilidad civil de aquéllas deberá estar cubierta mediante una póliza de seguros que cubra el riesgo derivado de sus actuaciones, o mediante aval u otra garantía suficiente contratada con entidad debidamente autorizada, con una cobertura mínima, por siniestro, de 1.000.000 de euros, la cual será revisada anualmente de acuerdo con las revisiones del Índice de Precios de Consumo publicado por el Instituto Nacional de Estadística para dicho período.
Las revisiones que deba efectuar la empresa conservadora se realizarán, como mínimo, cada seis meses, conforme a las prescripciones de la Norma UNE 58-508-78, y deberá quedar reflejado el resultado de esta revisión en el libro historial de la grúa móvil autopropulsada.
El propietario o la empresa alquiladora tendrá a disposición del órgano competente de la Comunidad Autónoma o del organismo de control el historial en el que haga constar todas las incidencias derivadas de la utilización o conservación de la grúa, tales como:

a) Identificación de la grúa.
b) Sustitución o reparación de motores.
c) Sustitución o reparación de mecanismos o componentes hidráulicos.
d) Sustitución o reparación de elementos estructurales. e. Inspecciones oficiales de base.
e) Inspecciones oficiales de la estructura.
f) Revisiones.
g) Modificaciones de las características de la grúa. i. Accidentes ocurridos en la utilización de la grúa. j. Sustitución de cables de elevación.

Para el montaje y manejo de las grúas móviles autopropulsadas se exigirá la posesión del carné de operador de grúa móvil autopropulsada de, al menos, categoría igual o superior a la correspondiente a su carga nominal.
El carné que se establece se delimita en las siguientes categorías:

- Categoría A: habilita a su titular para el montaje y manejo de grúas móviles autopropulsadas de hasta 130 t de carga nominal, inclusive.
- Categoría B: habilita a su titular para el montaje y manejo de grúas móviles autopropulsadas de más de 130 t de carga nominal.

Para el correcto montaje y manejo de las grúas móviles autopropulsadas, la persona que trabaja con ella deberá contar con carné oficial de operador de grúa móvil autopropulsada, y que tendrá carácter nacional, todo ello con independencia de que en el caso de que además sea el conductor del vehículo deba cumplir las disposiciones vigentes sobre la materia.

En todo caso, el manejo de la grúa móvil autopropulsada se realizará bajo la dirección y supervisión del director de la obra o la persona designada por él con carácter previo al inicio de las operaciones.
Corresponderá al operador de la empresa alquiladora o titular de la grúa las operaciones de montaje y de manejo de ésta, y especialmente:

a. En el montaje:
   - La conducción de la grúa móvil.
   - La instalación y comprobación del funcionamiento del indicador de capacidad/limitador de capacidad, así como de todos los dispositivos de seguridad de la grúa.
   - El emplazamiento de la grúa a partir de los datos sobre resistencia del terreno, pesos, balance de cargas y distancias, alturas y profundidades a operar durante las maniobras, debidamente aportadas por el arrendatario.
   - La colocación y comprobación de las placas de apoyo y de los gatos de apoyo.

b. En el manejo:
   - La conducción de la grúa móvil.
   - Conocer las instrucciones del fabricante para las operaciones de elevación y mantenimiento de la grúa.
   - La aplicación de la información contenida en registros y tablas de cargas relativas al rango de usos y de un uso seguro de la grúa.
   - Comprobar el funcionamiento del limitador de cargas y del indicador de cargas.
   - El uso correcto y seguro de los gatos de apoyo y de la colocación de las placas de apoyo de éstos.
   - El funcionamiento de la grúa, teniendo en cuenta los efectos del viento y otros efectos climáticos sobre la carga y sobre la grúa.

Igualmente, y en el marco de operaciones y responsabilidad del operador de grúa móvil autopropulsada, y de los distintos agentes que actúan en el conjunto de operaciones de montaje y manejo de las grúas y preparación de los trabajos que se deban efectuar, será responsabilidad de la empresa usuaria de la grúa móvil autopropulsada, especialmente:

- La elección de la grúa de/con la capacidad adecuada a/para los servicios que se solicitan.
- La designación del jefe de la maniobra, responsable de la supervisión y dirección de la maniobra.
- La eliminación de obstáculos que impliquen riesgos, incluidas las líneas eléctricas de alta y baja tensión con conductores desnudos, o, en caso de ser imposible su eliminación, la toma de las medidas preventivas oportunas.
- La comprobación de que el terreno sobre el que va a trabajar y circular la grúa tenga la resistencia suficiente.
- Ejecutar, con personas debidamente formadas, las técnicas y labores de estrobaje y señalización.

3.3.3. Medios auxiliares

En los medios auxiliares, que se han descrito en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, se han de cumplir las siguientes condiciones generales:

- Disponer de accesos fáciles y seguros.
- No situarse en las proximidades de estos medios auxiliares
- No utilizar medios auxiliares resultado de improvisar elementos no adecuados a tal fin. Es mejor utilizar los medios auxiliares fabricados para esos trabajos.
- Utilizar escaleras metálicas o de aluminio frente a las de madera.
- Planificar su utilización y llevar a cabo un buen mantenimiento.
- En el caso de ser necesario su montaje (Andamios), que sea realizado por personal especializado.
- Realizar la prueba de carga antes de su uso (Andamios colgados)
- No utilizar los medios auxiliares para otro fin al que no son destinados.
- Comprobar que las barandillas están colocadas y son sólidas y resistentes.
- Señalizar y delimitar las áreas de trabajo con posibilidad de caída de materiales (Andamios, Plataformas de carga y descarga de materiales, conductos para el desescombro, etc.)
- Utilización de los equipos de protección individual necesarios.
- Tener en cuenta los riesgos y adoptar las medidas adecuadas en los trabajos en zonas próximas a líneas eléctricas.
- Avisar a los mandos cuando se observen fallos o irregularidades.

3.4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES PROVISIONALES

El Contratista está obligado a contar con procedimientos de montaje y cálculos justificativos de la estabilidad de todas las instalaciones auxiliares de obra convenientemente firmados por un técnico competente.

2.4.1. Instalaciones eléctricas

- Las instalaciones de electricidad básicas deben estar aisladas y protegidas.
- La manipulación de estas instalaciones se debe restringir a técnicos cualificados.
- Todos los aparatos eléctricos y conductores deben ser seleccionados, ajustados, instalados, protegidos y mantenidos de acuerdo al trabajo que desempeñen.
- Todos los aparatos eléctricos y conductores deben colocarse y protegerse de tal manera que ninguna persona pueda electrocutarse al tocar inintencionadamente alguna parte. Para esto se debe disponer de tomas de tierra apropiadas, combinadas con dispositivos de corte en las máquinas eléctricas.
- Los aparatos de protección eléctrica y las luces de emergencia serán revisadas cada mes por personal cualificado. Por otro lado, los interruptores deben revisarse a diario.
- Los interruptores y aislantes deben ser los correspondientes a las intensidades y voltajes que se estén utilizando, de esta manera se previenen posibles incendios.
- Los cables deben estar sujetos a las paredes o hastiales mediante soportes, y estar bien anclados a la pared para evitar descolgamientos con el paso del tiempo.
- Todos los accesorios eléctricos estarán protegidos contra el agua y la humedad.
- Se dispondrá de un circuito auxiliar eléctrico que funcionará en el caso de que falle el principal.

- Esto es especialmente importante cuando la falta de energía eléctrica puede causar riesgos importantes al afectar a diversas operaciones auxiliares: bombas de desagüe, circuito de ventilación, red de aire comprimido, etc.
- Los motores y las hélices de los ventiladores deben ser resistentes al fuego y ser capaces de operar después de estar expuestos a una temperatura de 250º C durante una hora.

Medidas de seguridad respecto al voltaje

- La tensión de seguridad será de 24v.
- Cualquier voltaje superior a 50v debe ser considerado como peligroso.
- El suministro a instalaciones permanentes con una tensión por encima de 220V se hará mediante cables armados.

Medidas de seguridad respecto a los cables

- La distancia mínima entre tomas de tierra será de 15 m. (tomas de tierra eléctricamente independientes).
- Los cables estarán fabricados con materiales que al ser quemados no emitan gases nocivos.
- La toma de tierra nunca será un electrodo de hierro (al oxidarse se convierte en aislante)
- Todos los cables deberán estar sujetos a una comprobación de puesta a tierra a intervalos regulares.
- Los cables únicamente se colocarán después de haberlos sometido a todas las pruebas y condiciones para las cuales han sido elegidos.
- Es importante que los cables nunca toquen el suelo, ya que debido a la fuerte degradación de éstos podría ocasionarse un accidente de electrocución.

3.4.2. Instalaciones de aire comprimido

- El aire comprimido no debe utilizarse para eliminar el polvo y limpiar los frentes de trabajo y suelos.
- El aire comprimido saliendo a través de conductos abiertos pueden causar daños a máquinas y a personas.
- Un simple escape de aire puede provocar daños en el aparato auditivo así como en los ojos. Es recomendable la utilización de cascos antirruido y gafas de protección.
- Se debe prestar especial atención a los niveles de ruido producido por los escapes de aire comprimido.
- Los compresores portátiles se accionan en general con motores de gasoil, lo cual puede ser un problema en las obras subterráneas debido a la contaminación del aire si las instalaciones no se sitúan en el exterior.

3.4.3. Plantas de hormigonado

Las normas de utilización de este tipo de instalaciones se exponen a continuación:

- Dado que la alimentación y los motores que la componen son eléctricos y que en el entorno existe una humedad constante, existe un riesgo de contactos eléctricos directos o indirectos. Para reducir los riesgos es necesario prever la protección y mantenimiento periódico del sistema

eléctrico, la revisión de cables y mangueras, procurando efectúen su recorrido aéreo convenientemente enterrado o utilizando adecuadas cubiertas protectoras.

- Las grandes plantas de hormigón, de 50 m3/h en adelante, vienen dotadas de una seguridad integrada. No es el caso de las pequeñas o de las adquiridas hace años. En estos casos es necesario que éstas deban someterse a reformas, dotándolas de barandillas, pasillos de seguridad, plataformas antideslizantes, escaleras, etc. que permitan el paso de personas e impidan su posible caída.
- Dado el gran número de elementos motrices y partes móviles, es necesario disponer en todos ellos de carcasas adecuadas. Así mismo no se realizará ningún trabajo en la zona próxima a estas partes con la maquinaria en marcha y sin haber desconectado la corriente.
- Debido a la aglomeración de maquinaria móvil en su entorno: palas y camiones alimentadores de árido, camiones hormigonera, etc., es necesario acotar, conservar y señalizar las zonas de paso e impedir cualquier otro acceso, así como la presencia de personas en esas áreas.
- Dado que los elementos principales son cemento y hormigón, es frecuente la dermatosis producida por el contacto o salpicadura. Debiendo estar dotados los operarios de protecciones individuales y muy especialmente de casco, botas antideslizantes, guantes, gafas, mascarillas y trajes de agua.
- Las plantas de hormigonado son instalaciones metálicas de gran altura (hay torres de hormigón que pueden alcanzar 3 m de altura). Para reducir estos riesgos se debe dotar estas instalaciones de pararrayos eficaces
- Debe estudiarse y construirse minuciosamente la cimentación de las instalaciones, tanto la máquina en sí como los silos y estrella de áridos. No es el primer silo que cae al suelo o la primera pared divisionaria que se abre, provocando accidentes y graves averías.

3.4.4. Plantas asfálticas

Los riesgos inherentes a su implantación y uso, son en general comunes a las plantas de hormigón, por lo que se deben seguir los mismos criterios.

Las plantas asfálticas deben utilizarse siguiendo las siguientes normas:

- Estas máquinas, sobre las que se monta una de las mayores instalaciones fijas, disponen en la cabina de mando de complejas instalaciones eléctricas dotadas de armarios con buen aparellaje y protección; así mismo, complejos paneles de mando, en los que prácticamente todo funciona de manera automática. Es en la alimentación eléctrica donde mayor riesgo existe, dada la cantidad de motores que dispone y abundancia de partes metálicas que componen su estructura. Es necesario proteger a las personas a través de interruptores diferenciales y correctas tomas de tierra en todos los motores.

- Dada la necesidad de subida, bajada y permanencia de operarios en estas instalaciones, es preciso atención especial, en alturas superiores a 2 m. Dotar de pasarelas con barandillas, con rodapié y escaleras con pasamanos, facilitando el paso de personas en las zonas de tránsito o lugares de accionamiento de compuertas, básculas, etc., de la máquina, que impida su posible caída.
- Debido a la presencia de partes móviles existe el riesgo, tanto en su manipulación como por descuido, en zonas de tránsito, es necesario dotar de carcasas o pantallas protectoras y en todo caso parar la máquina, antes de proceder a ninguna reparación o manipulación en estas zonas. Así

mismo, a nivel del suelo se debe proteger el perímetro, impidiendo el acceso a personas en las proximidades de la misma.

- Se debe establecer un circuito fijo de circulación de vehículos, debidamente señalizado, evitando, en lo posible, el paso de personas por él. Los vehículos que llevan materiales a la planta, no deben obstaculizar el paso de los que llevan el asfalto mezclado a los tajos.
- Dada la presencia de materiales inflamables en las inmediaciones, especialmente, los tanques de fuel-oil y betún, se prohibirá fumar o hacer fuego en sus inmediaciones. Así mismo es preciso acotar con vallas el perímetro del recinto de ubicación de los tanques.

Por otra parte el calentamiento de la salida de las cisternas de betún, se hará lejos de los depósitos de líquidos inflamables. En todo caso la planta estará dotada de medios de extinción de incendios.

- Debido al alto punto de temperatura que experimentan las calderas y aglomerado, el contacto accidental, reviste consecuencias de extrema gravedad. Si es preciso encender manualmente la planta, se hará siempre con un mechero o hisopo de gran longitud. Así mismo las tuberías de aceite caliente y de asfalto, se aislarán convenientemente, para proteger al personal e impedir la pérdida de calor.
- Al proyectar su emplazamiento, se ha de tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes, para no contaminar zonas habitadas o frecuentadas por personas. Así como esmerar la atención en una buena señalización de seguridad.
- Los operarios que trabajen en la planta asfáltica, deberían ir provistos de medios de protección personal, siendo especialmente necesarios los siguientes: casco, botas, mascarilla contra gases o vapores, gafas contra proyecciones y guantes de amianto o similar.
- En ésta, como en todas las máquinas es preciso realizar un mantenimiento adecuado y periódico evitando riesgos imprevisibles contra personas, así como reparaciones de alto costo. En particular se ha de prestar atención especial a las revisiones de la instalación eléctrica, juntas de tuberías y sus posibles pérdidas y las temperaturas del fuel y del aceite, vigilando los termostatos.

3.5. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES

3.5.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS SERVICIOS SANITARIOS.

Los servicios sanitarios deben cumplir la prevención en medicina del trabajo. Para ello se llevarán a cabo unas técnicas preventivas de la medicina del trabajo,
como son:

Vigilancia permanente:

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores, se debe realizar mediante las correspondientes revisiones médicas.
Los resultados de estas revisiones médicas han de poder ser estudiados con las condiciones de trabajo, y para ello se debe:

- Conocer los riesgos higiénicos y las condiciones de trabajo
- Evaluar el estado de salud individual y colectivo
- Detectar precozmente las alteraciones de la salud
- Proponer y controlar posteriormente los programas preventivos

Investigación epidemiológica:

Para el conocimiento de la frecuencia y distribución de los problemas de la salud, con el objetivo de determinar los factores que los han causado, y así poder prevenirlos, controlarlos y eliminarlos.

Educación Sanitaria:

La educación sanitaria es una técnica pluridisciplinar que tiende a conseguir los siguientes objetivos:

- Hacer de la salud un patrimonio colectivo de la comunidad
- Modificar las conductas negativas para convertirlas en positiva
- Informar y formar a la colectividad para su participación en los planes sanitarios y preventivos de promoción de salud.

3.5.2. INSTALACIONES MÉDICAS

Se incluirá en el Plan de Seguridad y Salud la información actualizada sobre la ubicación de los centros hospitalarios más cercanos y en particular el hospital o clínica de la Mutua de Accidentes de Trabajo del Contratista. En dicho informe se indicarán los tiempos estimados para el transporte de accidentados a los centros de asistencia.

Se dispondrá de un local para primeros auxilios a pie de obra con los medios necesarios para primeras curas de accidentes en este tipo de obra y de la asistencia inmediata de una ambulancia para el traslado urgente de heridos.

El instrumental y existencias de farmacia se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

3.5.3. INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR

De locales para vestuarios, servicios higiénicos y comedor debidamente dotados.
Vestuario con taquillas individuales con llave, asientos, iluminación y calefacción.
Servicios Higiénicos con calefacción, iluminación, un lavabo con espejo y una ducha, con agua caliente y fría, por cada 10 trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores.
El Comedor dispondrá de mesas, asientos, pila lavavajillas, calienta comidas, calefacción para el invierno y recipiente para desperdicios.
Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

2.7. prescripciones de seguridad referentes a los equipos de medición de gases en el interior de los túneles.

Para la detección de gases, se empleará un detector de gases con batería recargable, compuesto por:

- 2 sensores.
- Cargador de baterías.

Transformador.
Se realizará una revisión trimestral del detector de gases, consistente en:

- Comprobación funcional del circuito electrónico de la central, y ajuste, si fuera necesario de los valores nominales de buen funcionamiento.
- Calibración y ajuste de la sensibilidad de los sensores con gas patron CH4.
- Informe de los ajustes realizados y estado general de detección.

2.8. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN.

Se recomienda no consentir en esta materia la aplicación del principio: "Partida no ejecutada, partida no abonada". Obligar a ejecutar todas las partidas de prevención valoradas o aquellas que en la transición de Proyecto a Plan de Seguridad, han sido sustituidas por otras.

Por otra parte se recuerda que, como medida precautoria, se ha podido diseñar un procedimiento sancionador por parte de la propiedad de la obra, con el que reforzar la obligación de ejecutar las partidas de seguridad previstas.

El método de ejecución de la certificación es el habitual al uso. El capítulo de seguridad es uno más del presupuesto con igual rango y tratamiento

Existe una serie de criterios a la hora de imputar los costes derivados de la disposición de los elementos previstos que deberán ser respetados. Ello quiere decir que si bien dichos elementos aparecen de manera clara en la memoria y en el pliego de condiciones del estudio, los costes de dichos elementos son de abono en otras partidas presupuestarias del proyecto y no en el presupuesto del estudio.

Los equipos de protección individual exigibles con carácter mínimo para la ejecución de una determinada unidad de obra. (p.ej: cascos, botas, monos....) no se abonan con cargo al estudio (sólo se presentan las mediciones en el capítulo correspondiente del Presupuesto de este Estudio).

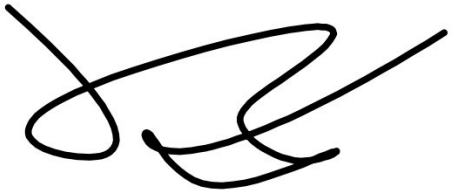
Los medios auxiliares de obligada inclusión en el proyecto para la correcta ejecución de los trabajos como andamios de tipo europeo, entibaciones, cimbras y similares, y los elementos de seguridad de los mismos (puntales, barandillas....) no se justifican mediante partidas en el presupuesto del ESS.

Los costes de las medidas de emergencia han sido repercutidos en las correspondientes unidades del proyecto.

El contratista principal debe definir en su plan de seguridad la forma de satisfacer sus obligaciones en materia preventiva (modelo de coordinación de actividades empresariales, vigilancia del cumplimiento del plan de seguridad, presencia de los recursos preventivos, planificación preventiva, formación e información....)

Torrelavega, Septiembre de 2015

EL AUTOR DEL PROYECTO



Jesús Sobrino Trueba

DOCUMENTO Nº4

"Presupuesto"

"4.1 Mediciones"

1 01.001 CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO, CLASE N, AISLANTE PARA BAJA TENSION, PARA TODOS

LOS OPERARIOS, INCLUIDOS LOS VISITANTES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

2 01.002 CASCO DE SEGURIDAD, NO METALICO, PARA

ALTA TENSION, CLASE E-AT, HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

3 01.003 PANTALLA DE SEGURIDAD AUTOGENA PARA SOLDADOR, CON FIJACION EN LA CABEZA, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

4 01.004 PANTALLA DE SEGURIDAD CONTRA PROYECCION DE PARTíCULAS, CON SUJECION EN LA CABEZA,
COMPLETA Y HOMOLOGADA..

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

5 01.005 GAFAS ANTIPOLVO Y ANTI-IMPACTO, CON CRISTAL INCOLORO, ANTIEMPAñABLE Y PANORAMICO, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

6 01.006 GAFAS DE SEGURIDAD PARA OXICORTE, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

7 01.007 MASCARILLA ANTIPOLVO PARA RESPIRACION, COMPLETA Y HOMOLOGADA.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

8 01.008 FILTRO PARA MASCARILLA ANTIPOLVO,

HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
					———————
					—
				TOTAL	240,000

9 01.009 PROTECTOR AUDITIVO CON ARNES A LA NUCA, COMPLETO Y HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

10 01.010 CINTURON DE SEGURIDAD TIPO B, HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

12 01.012 MONO O BUZO DE TRABAJO, HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

13 01.013 TRAJE IMPERMEABLE DE TRABAJO, INCLUSO PROTECCION DE CABEZA, HOMOLOGADO..

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

15 01.015 MANGUITOS PARA SOLDADOR, HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

16 01.016 POLAINAS PARA SOLDADOR, HOMOLOGADAS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

18 01.018 GUANTES FINOS DE GOMA, HOMOLOGADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

19 01.019 GUANTES DE CUERO, HOMOLOGADOS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

21 01.021 BOTAS IMPERMEABLES AL AGUA Y A LA HUMEDAD, HOMOLOGADAS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	240,000

22 01.022 BOTAS DE SEGURIDAD DE LONA.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	90,000

23 01.023 BOTAS DE SEGURIDAD DE CUERO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	90,000

24 01.024 GUANTES DIELECTRICOS, HOMOLOGADOS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

25 01.025 BOTAS DIELECTRICAS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				90,000
				TOTAL	**90,000**

26 01.026 CHALECO REFLECTANTE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				240,000
				TOTAL	**240,000**

2. PROTECCIONES COLECTIVAS

31 02.005 TOPES ANTIDESPLAZAMIENTO DE CAMIONES, INCLUSO COLOCACION Y DESMONTAJE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	40,00				40,000
				TOTAL	40,000

32 02.006 VALLA AUTONOMA METALICA DE 2,50 M DE LONGITUD PARA CONTENCION DE ESPACIOS Y PEATONES, FORMADA POR ELEMENTOS AUTONOMOS NORMALIZADOS DE 2,5 M DE LONGITUD Y 1 M DE ALTURA.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	500,00				500,000
				TOTAL	500,000

33 02.007 JALON DE SEÑALIZACION.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	400,00				400,000
				TOTAL	**400,000**

34 02.008 ALARMA DE AIRE COMPRIMIDO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	2,00				20,000
				TOTAL	**20,000**

35 02.009 PERTIGA PARA ALTA TENSION

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	5,00				50,000
				TOTAL	**50,000**

37 02.011 7.080,000 m2 PLATAFORMA DE MADERA EN VOLADIZO, INCLUIDA CONFECCION, COLOCACION Y DESMONTAJE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	7.080,00				7.080,00
				TOTAL	7.080,00

38 02.012 3.540,000 m2 PROTECCION VERTICAL ANDAMIADA CON MALLA TUPIDA DE TEJIDO PLASTICO, INCLUSO P.P. DE CUERDAS DE SUJECION, COLOCACION Y MONTAJE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
				TOTAL	3.540,000

39 02.013 125,000 m2 PASARELA DE PROTECCION DE ZANJAS, POZOS O HUECO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN EXCAVACIONES DE OBRAS DE FABRICA: P.S.	5,00	10,000	2,500		125,000
				TOTAL	125,000

40 02.015 20,000 ud PORTICO PROTECTOR DE LINEAS ELECTRICAS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN AFECCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS				20,00	20,000

TOTAL 20,000

41 02.017 2.000,000 h CAMION DE RIEGO, INCLUIDO EL CONDUCTOR.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN CAMINOS DE ACCESO A OBRA Y ACTUALES				2.000,00	2.000,000

TOTAL 2.000,000

42 02.018 250,000 h MANO DE OBRA DE BRIGADA DE SEGURIDAD EMPLEADA EN MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE PROTECCIONES.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	250,00				250,000

TOTAL 250,000

43 02.019 10,000 ud SEÑAL DE SILBAR

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	10,00				10,000
				TOTAL	10,000

44 02.020 3.540,000 m RED VERTICAL DE SEGURIDAD DE MALLA DE POLIAMIDA DE PASO, ENNUDADA CON CUERDA Ø 3 MM, INCLUSO PESCANTE METALICO TIPO HORCA, ANCLAJES DE RED, CUERDAS DE UNION Y RED INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
3.540,00					
				TOTAL	3.540,000

45 02.021 3.540,000 m BARANDILLA DE PROTECCION PARA LOSAS Y TABLEROS, CON SOPORTE TIPO SARGENTO PARA 10 USOS (CADA 2 M APROX.), INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
				TOTAL	3.540,000

02.022 300,000 m2 RED DE SEGURIDAD DE COLOCACION

46 **HORIZONTAL, INCLUSO CUERDAS DE UNION, RED, COLOCACION Y DESMONTAJE.**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	300,00				300,000
				TOTAL	**300,000**

47 02.023 3.540,000 m BARANDILLA DE PROTECCION DE PERíMETROS DE FORJADOS, COMPUESTA POR GUARDACUERPOS METALICOS CADA 2,5 M, PASAMANOS FORMADO POR TABLON DE 20X5 CM, RODAPIE Y TRAVESAÑO, INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
				TOTAL	**3.540,000**

36 02.010 3.540,000 m LINEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD, TOTALMENTE COLOCADA.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO TOTAL	PARCIAL
					3.540,000

49 02.025 100,000 m2 PROTECCION HORIZONTAL EN CUBIERTAS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
	100,00				100,000
				TOTAL	100,000

50 02.026 3.540,000 m CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE DE CINTURON DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
				TOTAL	3.540,000

52 02.028 500,000 m2 VALLA DE CERRAMIENTO OPACA DE PANELES DE CHAPA CPN FORMADA DE ACERO GALVANIZADO DE 0,6 MM DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE CIMENTACIÓN, AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y DESMONTAJE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
		500,000		1,000	500,000
				TOTAL	500,000

3. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

27 02.001 40,000 ud SEÑAL NORMALIZADA DE TRAFICO, CON SOPORTE METALICO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
			40,00		40,000

TOTAL 40,000

28 02.002 150,000 ud CARTEL INDICATIVO, CON SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
			150,00		150,000

TOTAL 150,000

29 02.003 40,000 ud CARTEL INDICATIVO, SIN SOPORTE METALICOE INCLUIDA LA COLOCACION.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
			40,00			40,000
					TOTAL	**40,000**

30 02.004 8.000,000 m CORDON DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, INCLUIDOS SOPORTES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	8.000,00					8.000,000
					TOTAL	**8.000,000**

48 02.024 800,000 m BALIZAMIENTO LUMINOSO, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y DESMONTAJE.

	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
DESCRIPCIÓN			2,00	400,000	800,000

TOTAL 800,000

51 02.027 900,000 ud CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, AMORTIZABLE EN CINCO USOS

	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
DESCRIPCIÓN			900,00		900,000

TOTAL 900,000

4. INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR

53 05.001 16,000 ud MESA DE MADERA CON CAPACIDAD PARA DIEZ PERSONAS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN CASETA DE OBRA			5,00		5,000
EN CASETA DE OBRA			5,00		5,000
EN CASETA DE OBRA			6,00		6,000
				TOTAL	**16,000**

64 05.013 30,000 me s ALQUILER DE UNA (1) CASETA DE OBRA PARA PRIMEROS AUXILIOS (INCLUYENDO DISTRIBUCIÓN INTERIOR, INSTALACIONES Y APARATOS SANITARIOS), CON MOBILIARIO PARA PRIMEROS AUXILIOS O SALA DE CURAS COMPRENDIENTO CAMILLA FIJA Y TRANSPORTABLE, BOTIQUIN PORTATIL, TAQUILLAS DE CRISTAL PARA MEDICAMENTOS E INSTRUMENTAL, MESA, ASIENTOS, PERCHA Y PAPELERA, TOTALMENTE INSTALADAS.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
			30,00		30,000

TOTAL 30,000

56 05.004 6,000 ud CALIENTA COMIDAS PARA 50 SERVICIOS, COLOCADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
			6,00		6,000

TOTAL 6,000

57 05.005 20,000 ud RADIADOR DE INFRARROJOS DE 1.000 W, TOTALMENTE INSTALADO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN CASETA DE OBRA	6,00			6,000	
EN CASETA DE OBRA	6,00			6,000	
EN CASETA DE OBRA	6,00			6,000	
EN CASETA DE OBRA PRIMEROS AUXILIOS			2,00		2,000

TOTAL 20,000

58 05.006 4,000 ud PILETA CORRIDA CONSTRUIDA EN OBRA Y DOTADA DE TRES GRIFOS,

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN CASETA DE OBRA		1,00			1,000	
EN CASETA DE OBRA		1,00			1,000	
EN CASETA DE OBRA		1,00			1,000	
EN CASETA DE OBRA PRIMEROS AUXILIOS				1,00		1,000

TOTAL 4,000

59 05.007 4,000 ud RECIPIENTE PARA RECOGIDA DE BASURAS.

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL
EN CASETA DE OBRA		1,00			1,000	
EN CASETA DE OBRA		1,00			1,000	
EN CASETA DE OBRA		1,00			1,000	
EN CASETA DE OBRA PRIMEROS AUXILIOS				1,00		1,000

TOTAL 4,000

61 05.009 161,000 ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL CON LLAVE, COLOCADA.

		UNIDA				
DESCRIPCIÓN		**D**	**LARGO**	**ANCHO**	**ALTO**	**PARCIAL**
EN CASETA DE OBRA	50,00				50,000	
EN CASETA DE OBRA	50,00				50,000	
EN CASETA DE OBRA	60,00				60,000	
EN CASETA DE OBRA PRIMEROS AUXILIOS				1,00		1,000

TOTAL 161,000

63 05.011 1.800,000 h MANO DE OBRA EMPLEADA EN LIMPIEZA Y CONSERVACION DE INSTALACIONES DE PERSONAL.

		UNIDA				
DESCRIPCIÓN		**D**	**LARGO**	**ANCHO**	**ALTO**	**PARCIAL**
		1.800,00				1.800,000

TOTAL 1.800,000

“4.2 Cuadro de Precios”

“4.2.1 Cuadro de Precios Nº1”

Los precios designados en letra en este cuadro, con el incremento de base de licitación son los que sirven de base al contrato. El Contratista no podrá reclamar que se produzca modificación alguna de ellos bajo pretexto de error u omisión.

	CÓDIG Nº	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
1	01.001	ud	CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO, CLASE N, AISLANTE PARA BAJA TENSION, PARA TODOS LOS OPERARIOS, INCLUIDOS LOS VISITANTES	Tres euros con sesenta y siete céntimos.	3,67
2	01.002	ud	CASCO DE SEGURIDAD, NO METALICO, PARA ALTA TENSION, CLASE E-AT, HOMOLOGADO.	Tres euros con diecinueve céntimos.	3,19
3	01.003	ud	PANTALLA DE SEGURIDAD AUTOGENA PARA SOLDADOR, CON FIJACION EN LA CABEZA, COMPLETA Y HOMOLOGADA..	Dieciocho euros con sesenta y tres céntimos.	18,63

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
4	01.004	ud	PANTALLA DE SEGURIDAD CONTRA PROYECCION DE PARTíCULAS, CON SUJECION EN LA CABEZA, COMPLETA Y HOMOLOGADA..	Ocho euros con ochenta y dos céntimos.	8,82
5	01.005	ud	GAFAS ANTIPOLVO Y ANTI- IMPACTO, CON CRISTAL INCOLORO, ANTIEMPAñABLE Y PANORAMICO, COMPLETA Y HOMOLOGADA..	Diecisiete euros con treinta y seis céntimos.	17,36
6	01.006	ud	GAFAS DE SEGURIDAD PARA OXICORTE, COMPLETA Y HOMOLOGADA..	Trece euros con treintay ocho céntimos.	13,38
7	01.007	ud	MASCARILLA ANTIPOLVO COMPLETA Y HOMOLOGADA.	Doce euros con noventa céntimos.	12,90
8	01.008	ud	FILTRO PARA MASCARILLA ANTIPOLVO,	Noventa y dos céntimos.	0,92
9	01.009	ud	PROTECTOR AUDITIVO CON ARNES A LA NUCA,		

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
			COMPLETO Y HOMOLOGADO.	Veintiséis euros con veintiocho céntimos.	26,28
10	01.010	ud	CINTURON DE SEGURIDAD TIPO B, HOMOLOGADO.	Veintiún euros con dieciocho céntimos.	21,18
11	01.011	ud	CINTURON DE SEGURIDAD ANTIVIBRATORIO.	Dieciséis euros con cuarenta y un céntimos.	16,41
12	01.012	ud	MONO O BUZO DE TRABAJO, HOMOLOGADO.	Veinticinco euros con treinta y dos céntimos.	25,32
13	01.013	ud	TRAJE IMPERMEABLE DE TRABAJO, INCLUSO PROTECCION DE CABEZA, HOMOLOGADO..	Quince euros con ochenta y siete céntimos.	15,87
14	01.014	ud	MANDIL DE CUERO PARA SOLDADOR, HOMOLOGADO.	Veinticinco euros con sesenta y cuatro céntimos.	25,64

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
16	01.016	par	POLAINAS PARA SOLDADOR, HOMOLOGADAS.	Siete euros con cincuenta y ocho céntimos.	7,5
17	01.017	par	GUANTES PARA SOLDADOR, HOMOLOGADOS.	Ocho euros con treinta y un céntimos.	8,31
18	01.018	par	GUANTES FINOS DE GOMA, HOMOLOGADO.	Un euro con ochenta y ocho céntimos.	1,88
19	01.019	par	GUANTES DE CUERO, HOMOLOGADOS.	Diez euros con trece céntimos.	10,13
20	01.020	par	GUANTES ANTICORTE, HOMOLOGADOS.	Diez euros con treinta y seis céntimos.	10,36
21	01.021	par	BOTAS IMPERMEABLES AL AGUA Y A LA HUMEDAD, HOMOLOGADAS.	Veinticinco euros con cuarenta y dos	25,42

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
				céntimos.	
22	01.022	par	BOTAS DE SEGURIDAD DE LONA.	Veintiún euros con setenta y cinco céntimos.	21,75
23	01.023	par	BOTAS DE SEGURIDAD DE CUERO.	Veinticinco euros con cuarenta y cinco céntimos.	25,45
24	01.024	par	GUANTES DIELECTRICOS, HOMOLOGADOS.	Cuarenta euros con veintinueve céntimos.	40,29
25	01.025	par	BOTAS DIELECTRICAS.	Cuarenta y seis euros con dieciocho céntimos.	46,18
26	01.026	ud	CHALECO REFLECTANTE.	Veinticinco euros con treinta y dos céntimos.	25,32
27	02.001	ud	SEÑAL NORMALIZADA DE TRAFICO, CON SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.	Ciento ochenta y siete euros con noventa y siete céntimos.	187,97
28	02.002	ud	CARTEL INDICATIVO, CON SOPORTE METALICO E		

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
			INCLUIDA LA COLOCACION.	Ciento setenta y siete euros con seis céntimos.	177,06
29	02.003	ud	CARTEL INDICATIVO, SIN SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.	Noventa y ocho euros con ochenta y cinco céntimos.	98,85
30	02.004	m	CORDON DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y DESMONTAJE.	Un euro con catorce céntimos.	1,14
31	02.005	ud	TOPES ANTIDESPLAZAMIENTO DE CAMIONES, INCLUSO COLOCACION Y DESMONTAJE.	Treinta y tres euros con noventa y ocho céntimos.	33,98
32	02.006	m	VALLA AUTONOMA METALICA DE 2,50 M DE LONGITUD PARA CONTENCION DE ESPACIOS Y PEATONES, FORMADA POR ELEMENTOS AUTONOMOS NORMALIZADOS DE 2,5 M DE LONGITUD Y 1 M DE ALTURA.	Diecinueve euros con setenta y cinco céntimos.	19,75
33	02.007	ud	JALON DE SEÑALIZACION.		

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
				Diez euros con cuatro céntimos.	10,04
34	02.008	ud	ALARMA DE AIRE COMPRIMIDO	Ciento sesenta y cinco euros con cuarenta y ocho céntimos.	165,48
35	02.009	ud	PERTIGA PARA ALTA TENSION	Cuarenta y nueve euros con tres céntimos.	49,03
36	02.010	m	LINEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD, TOTALMENTE COLOCADA.	Dos euros con nueve céntimos.	2,09
37	02.011	m2	PLATAFORMA DE MADERA EN VOLADIZO, INCLUIDA CONFECCION, COLOCACION Y DESMONTAJE.	Once euros con veinte céntimos.	11,20
38	02.012	m2	PROTECCION VERTICAL ANDAMIADA CON MALLA TUPIDA DE TEJIDO PLASTICO, INCLUSO P.P. DE CUERDAS DE SUJECION, COLOCACION Y MONTAJE	Dos euros con setenta y tres céntimos.	2,73

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
39	02.013	m2	PASARELA DE PROTECCION DE ZANJAS, POZOS O HUECO	Ocho euros con setenta y nueve céntimos.	8,79
40	02.015	ud	PORTICO PROTECTOR DE LINEAS ELECTRICAS.	Doscientos noventa y siete euros con setenta céntimos.	297,70
41	02.017	h	CAMION DE RIEGO, INCLUIDO EL CONDUCTOR.	Treinta y cinco euros con noventa y seis céntimos.	35,96
42	02.018	h	MANO DE OBRA DE BRIGADA DE SEGURIDAD EMPLEADA EN MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE PROTECCIONES.	Veinticuatro euros con setenta y siete céntimos.	24,77
43	02.019	ud	SEÑAL DE SILBAR	Cincuenta y siete euros con sesenta y dos céntimos.	57,62
44	02.020	m	RED VERTICAL DE SEGURIDAD DE MALLA DE POLIAMIDA DE PASO,		

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
			ENNUDADA CON CUERDA Ø 3 MM, INCLUSO PESCANTE METALICO TIPO HORCA, ANCLAJES DE RED, CUERDAS DE UNION Y RED INCLUSO MONTAJE.	Trece euros con setenta céntimos. COLOCACION Y	13,70
45	02.021	m	BARANDILLA DE PROTECCION PARA LOSAS Y TABLEROS, CON SOPORTE TIPO SARGENTO PARA 10 USOS (CADA 2 M APROX.), INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.	Quince euros con noventa y cinco céntimos.	15,95
46	02.022	m2	RED DE SEGURIDAD DE COLOCACION HORIZONTAL, INCLUSO CUERDAS DE UNION, RED, COLOCACION Y DESMONTAJE.	Diez euros con diecisiete céntimos.	10,17
47	02.023	m	BARANDILLA DE PROTECCION DE PERíMETROS DE FORJADOS, COMPUESTA POR GUARDACUERPOS METALICOS CADA 2,5 M, PASAMANOS FORMADO POR TABLON DE 20X5 CM,	Siete euros con siete céntimos.	7,07

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
			RODAPIE Y TRAVESAÑO, INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.		
48	02.024	m	BALIZAMIENTO LUMINOSO, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y DESMONTAJE.	Cuatro euros con cuarenta y cuatro céntimos.	4,44
49	02.025	m2	PROTECCION HORIZONTAL EN CUBIERTAS	Tres euros con quince céntimos.	3,15
50	02.026	m	CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE DE CINTURON DE SEGURIDAD	Seis euros con setenta y dos céntimos.	6,72
51	02.027	ud	CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, AMORTIZABLE EN CINCO USOS, INCLUIDA LA COLOCACION	Tres euros con sesenta y cuatro céntimos.	3,64
52	02.028	m2	VALLA DE CERRAMIENTO OPACA DE PANELES DE CHAPA CPN FORMADA DE ACERO GALVANIZADO DE 0,6 MM DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE CIMENTACIÓN,	Nueve euros con	

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
			AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y DESMONTAJE	ochenta y cinco céntimos.	9,85
53	05.001	ud	MESA DE MADERA CON CAPACIDAD PARA DIEZ PERSONAS.	Ciento ochenta y un euros con cuarenta y un céntimos.	181,41
54	05.002	me s	ALQUILER DE TRES (3) CASETAS DE OBRA COMPUESTAS POR VESTURARIO, COMEDOR Y ASEOS (INCLUSO INODOROS, DUCHAS, LAVABOS Y CALENTADOR), TOTALMENTE INSTALADAS.	Seis mil novecientos setenta y dos euros con nueve céntimos.	6.972,09
55	05.003	ud	BANCO DE MADERA CON CAPACIDAD PARA CINCO PERSONAS.	Ciento cincuenta y cinco euros con cuarenta y dos céntimos.	155,42
56	05.004	ud	CALIENTA COMIDAS PARA 50 SERVICIOS, COLOCADO.	Ciento sesenta y un euros con noventa y ocho céntimos.	161,98

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
57	05.005	ud	RADIADOR DE INFRARROJOS DE 1.000 W, TOTALMENTE INSTALADO.	Ochenta y un euros con setenta céntimos.	81,70
58	05.006	ud	PILETA CORRIDA CONSTRUIDA EN OBRA Y DOTADA DE TRES GRIFOS, TOTALMENTE MONTADA.	Doscientos veintisiete euros con doce céntimos.	227,12
59	05.007	ud	RECIPIENTE PARA RECOGIDA DE BASURAS.	Cuarenta y un euros con veintinueve céntimos.	41,29
60	05.008	ud	ACOMETIDA DE AGUA, SANEAMIENTO Y ENERGIA ELECTRICA PARA COMEDOR, TOTALMENTE TERMINADA Y EN SERVICIO.	Seiscientos cuarenta y seis euros con sesenta y tres céntimos.	646,63
61	05.009	ud	TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL CON LLAVE, COLOCADA.	Dieciocho euros con cincuenta y tres céntimos.	18,53
62	05.010	ud	ACOMETIDA DE AGUA Y		

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
			SANEAMIENTO PARA ASEOS Y ENERGIA ELECTRICA PARA VESTUARIOS Y ASEOS, TERMINADA Y EN SERVICIO.	Mil trescientos diecisiete euros con cuarenta y siete céntimos.	1.317,47
63	05.011	h	MANO DE OBRA EMPLEADA EN LIMPIEZA Y CONSERVACION DE INSTALACIONES DE PERSONAL.	Doce euros con nueve céntimos.	12,09
64	05.013	me s	ALQUILER DE UNA (1) CASETA DE OBRA PARA PRIMEROS AUXILIOS (INCLUYENDO DISTRIBUCIÓN INTERIOR, INSTALACIONES Y APARATOS SANITARIOS), CON MOBILIARIO PARA PRIMEROS AUXILIOS O SALA DE CURAS COMPRENDIENTO CAMILLA FIJA Y TRANSPORTABLE, BOTIQUIN PORTATIL, TAQUILLAS DE CRISTAL PARA ASIENTOS, PERCHA Y PAPELERA, TOTALMENTE INSTALADAS.	Seiscientos veintisiete E euros con cincuenta y seis céntimos.	627,56

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	Precio (letra)	Precio (cifra)
65	06.001	ud	BOTIQUIN TOTALMENTE DOTADO E INSTALADO EN LOS DIVERSOS TAJOS.	Trescientos ochenta y cuatro euros con quince céntimos.	384,15
66	06.002	ud	REPOSICION DE MATERIAL SANITARIO DURANTE EL TRANSCURSO DE LA OBRA.	Doscientos veintisiete euros con setenta y cinco céntimos.	227,75

"4.2.2 Cuadro de Precios Nº2"

Los precios del presente cuadro se aplicarán única y exclusivamente en los casos en que sea preciso abonar obras incompletas, cuando por rescisión u otra causa no lleguen a terminarse los contratos; sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en este cuadro.

El Contratista no puede, con ningún pretexto de error u omisión, reclamar modificación alguna respecto a los precios señalados en letra en el Cuadro nº 1, los cuales son los que sirven de base a la adjudicación y los únicos aplicables a los trabajos contratados (con el incremento de base de licitación).

1 01.001 ud CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO, CLASE N, AISLANTE PARA BAJA TENSION, PARA TODOS LOS OPERARIOS, INCLUIDOS LOS VISITANTES

ud Casco de seguridad homologado. 3,67

———————

———————

—

TOTAL..... 3,67

———————

———————

—

2 01.002 ud CASCO DE SEGURIDAD, NO METALICO, PARA ALTA TENSION, CLASE E-AT, HOMOLOGADO.

ud Casco de seguridad no metálico 3,19

———————

———————

—

TOTAL..... 3,19

3 01.003 ud PANTALLA DE SEGURIDAD AUTOGENA PARA

SOLDADOR, CON FIJACION EN LA CABEZA, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

ud Pantalla de seguridad autógena 18,63

———————

———————

—

TOTAL..... 18,63

———————

———————

—

4 01.004 ud PANTALLA DE SEGURIDAD CONTRA PROYECCION DE PARTíCULAS, CON SUJECION EN LA CABEZA, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

ud Pantalla de seguridad contra proye 8,82

———————

———————

—

TOTAL..... 8,82

———————

———————

—

5 01.005 ud GAFAS ANTIPOLVO Y ANTI-IMPACTO, CON CRISTAL INCOLORO, ANTIEMPAñABLE Y PANORAMICO, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

ud Gafas antipolvo y anti-impacto. 17,36

TOTAL..... 17,36

6 01.006 ud GAFAS DE SEGURIDAD PARA OXICORTE, COMPLETA Y HOMOLOGADA..

ud Gafas de seguridad para oxicorte. 13,38

TOTAL..... **13,38**

7 01.007 ud MASCARILLA ANTIPOLVO RESPIRACION

ud Mascarilla antipolvo para respirac 12,90

TOTAL..... **12,90**

8 01.008 ud FILTRO PARA MASCARILLA ANTIPOLVO, HOMOLOGADO.

ud Filtro para mascarilla antipolvo. 0,92

TOTAL..... **0,92**

9 01.009 ud PROTECTOR AUDITIVO CON ARNES A LA NUCA,

COMPLETO Y HOMOLOGADO.

ud Proyector auditivo. 26,28

———————

———————

—

TOTAL..... 26,28

———————

———————

—

10 01.010 ud CINTURON DE SEGURIDAD TIPO B, HOMOLOGADO. ud Cinturón de seguridad. 21,18

———————

———————

—

TOTAL..... 21,18

———————

———————

—

11 01.011 ud CINTURON DE SEGURIDAD ANTIVIBRATORIO.

ud Cinturón de seguridad antivibrator 16,41

———————

———————

—

TOTAL..... 16,41

12 01.012 ud MONO O BUZO DE TRABAJO, HOMOLOGADO.

ud Mono o buzo de trabajo. 25,32

TOTAL..... 25,32

13 01.013 ud TRAJE IMPERMEABLE DE TRABAJO, INCLUSO PROTECCION DE CABEZA, HOMOLOGADO..

ud Impermeable. 15,87

TOTAL..... 15,87

14 01.014 ud MANDIL DE CUERO PARA SOLDADOR, HOMOLOGADO.

ud Mandil de cuero para soldador. 25,64

TOTAL..... 25,64

15 01.015 par MANGUITOS PARA SOLDADOR, HOMOLOGADO.

par Manguitos para soldador. 7,74

				———————
				—
			TOTAL.....	**7,74**
				———————
				———————
				—
16	01.016	par	POLAINAS PARA SOLDADOR, HOMOLOGADAS.	
			par Polainas para soldador.	7,58
				———————
				———————
				—
			TOTAL.....	**7,58**
				———————
				———————
				—
17	01.017	par	GUANTES PARA SOLDADOR, HOMOLOGADOS.	
			par Guantes para soldador.	8,31
				———————
				———————
				—
			TOTAL.....	**8,31**
				———————
				———————
				—
18	01.018	par	GUANTES FINOS DE GOMA, HOMOLOGADO.	
			par Guantes finos de goma.	1,88

			TOTAL.....	**1,88**
19	01.019	par GUANTES DE CUERO, HOMOLOGADOS.		
		par Guantes de cuero.		10,13
			TOTAL.....	**10,13**
20	01.020	par GUANTES ANTICORTE, HOMOLOGADOS.		
		par Guantes anticorte.		10,36
			TOTAL.....	**10,36**
21	01.021	par BOTAS IMPERMEABLES AL AGUA Y A LA HUMEDAD, HOMOLOGADAS.		
		par Botas impermeables al agua y a la		25,42

———————

———————

—

TOTAL..... 25,42

———————

———————

—

22 01.022 par BOTAS DE SEGURIDAD DE LONA.

par Botas de seguridad de lona. 21,75

———————

———————

—

TOTAL..... 21,75

———————

———————

—

23 01.023 par BOTAS DE SEGURIDAD DE CUERO.

par Botas de seguridad de cuero. 25,45

———————

———————

—

TOTAL..... 25,45

—

24 01.024 par GUANTES DIELECTRICOS, HOMOLOGADOS.

———————

———————

—

TOTAL..... 40,29

———————

———————

25 01.025 par BOTAS DIELECTRICAS. —

par Botas dieléctricas. 46,18

———————

———————

—

TOTAL..... 46,18

———————

———————

—

26 01.026 ud CHALECO REFLECTANTE.

ud Chaleco reflectante. 25,32

———————

———————

—

TOTAL..... 25,32

—

27 02.001 ud SEÑAL NORMALIZADA DE TRAFICO, CON SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.

ud Señal de peligro triangular de 90 58,29

ud Anclaje metálico de señal a poste. 12,47 ud Cruceta metálica.

23,42

Otros conceptos 71,84

———————

———————

—

TOTAL..... 187,97

———————

———————

—

28 02.002 ud CARTEL INDICATIVO, CON SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.

ud Cartel indicativo normalizado 98,24 m Poste galvanizado de

sección 80 x 4 21,96 ud Anclaje metálico de señal a poste.

6,23 ud Cruceta metálica. 23,42

Otros conceptos 27,21

———————

———————

—

TOTAL..... 177,06

29 02.003 ud CARTEL INDICATIVO, SIN SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.

ud Cartel indicativo normalizado 98,24

Otros conceptos 0,61

———————

———————

—

TOTAL..... 98,85

———————

———————

—

30 02.004 m CORDON DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y DESMONTAJE.

m Cordón de balizamiento reflectante. 0,35 m Redondo de acero de Ø

10 mm para in 0,36

Otros conceptos 0,42

———————

———————

—

TOTAL.....

1,14

———————

———————

31 02.005 ud TOPES ANTIDESPLAZAMIENTO DE CAMIONES, —

INCLUSO COLOCACION Y DESMONTAJE.

m Tablón de 0,20 x 0,07 m. 22,90 m Redondo de acero de Ø

10 mm para in 2,4

Otros conceptos 8,67

———————

———————

—

TOTAL..... 33,98

———————

———————

—

32 02.006 m VALLA AUTONOMA METALICA DE 2,50 M DE LONGITUD PARA CONTENCION DE ESPACIOS Y PEATONES, FORMADA POR ELEMENTOS AUTONOMOS NORMALIZADOS DE 2,5 M DE LONGITUD Y 1 M DE ALTURA.

ud Valla autónoma metálica. 19,75

———————

———————

—

TOTAL..... 19,75

———————

———————

—

33 02.007 ud JALON DE SEÑALIZACION.

ud Jalón de señalización. 10,04

———————

———————

—

TOTAL..... 10,04

———————

34 02.008 ud ALARMA DE AIRE COMPRIMIDO

ud Alarma de aire comprimido 165,48

TOTAL..... 165,48

35 02.009 ud PERTIGA PARA ALTA TENSION

ud Pértiga para alta tensión 49,03

TOTAL..... 49,03

36 02.010 m LINEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD, TOTALMENTE COLOCADA.

m Tubo Ø42 mm 1,49 ud Sujeción de dos tubos

0,57

Otros conceptos 0,03

———————

—

TOTAL..... 2,09

———————

———————

—

37 02.011 m2 PLATAFORMA DE MADERA EN VOLADIZO, INCLUIDA CONFECCION, COLOCACION Y DESMONTAJE.

m Tablón de 0,20 x 0,20 m para dos us 0,86 m Tabla para cosido de tablones. 0,29

Otros conceptos 10,05

———————

———————

—

TOTAL..... 11,20

———————

———————

—

38 02.012 m2 PROTECCION VERTICAL ANDAMIADA CON MALLA TUPIDA DE TEJIDO PLASTICO, INCLUSO P.P. DE CUERDAS DE SUJECION, COLOCACION Y MONTAJE

m2 Malla tupida tejido sintético 0,56

Otros conceptos 2,18

———————

———————

—

			TOTAL.....	**2,73**

39 02.013 m2 PASARELA DE PROTECCION DE ZANJAS, POZOS O HUECO

m2 Placa de acero de e=12 mm	3,76
Otros conceptos	5,03
TOTAL.....	**8,79**

40 02.015 ud PORTICO PROTECTOR DE LINEAS ELECTRICAS.

ud Pórtico protector para líneas eléc	288,60
Otros conceptos	9,11
TOTAL.....	**297,70**

41 02.017 h CAMION DE RIEGO, INCLUIDO EL CONDUCTOR.

Sin descomposición.	35,96

				TOTAL.....	**35,96**
42	02.018	h	MANO DE OBRA DE BRIGADA DE SEGURIDAD EMPLEADA EN MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE PROTECCIONES.		
			Sin descomposición.		24,77
				TOTAL.....	**24,77**
43	02.019	ud	SEÑAL DE SILBAR		
			ud Señal de silbar		57,02
			Otros conceptos		0,60
				TOTAL.....	**57,62**

44 02.020 m RED VERTICAL DE SEGURIDAD DE MALLA DE POLIAMIDA DE PASO, ENNUDADA CON CUERDA Ø 3
MM, INCLUSO PESCANTE METALICO TIPO HORCA,
ANCLAJES DE RED, CUERDAS DE UNION Y RED
INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.

m3 Red de seguridad de poliamida 7x7 1,07

ud Pescante metálico tipo horca de 8 1,57 ud Gancho anclaje forjado

Ø 16 mm 1,11 ud Gancho montaje red Ø12 mm 0,52

m Cuerda poliamida Ø10 mm 0,44

Otros conceptos 8,98

———————

———————

—

TOTAL..... 13,70

———————

———————

—

45 02.021 m BARANDILLA DE PROTECCION PARA LOSAS Y TABLEROS, CON SOPORTE TIPO SARGENTO PARA
10 USOS (CADA 2 M APROX.), INCLUSO COLOCACION Y
MONTAJE.

Otros conceptos 4,57 ud Soporte tipo sargento

8,33

m Chapa metálica h= 1.00 m 3,05

———————

———————

—

TOTAL..... 15,95

———————

———————

—

46 02.022 m2 RED DE SEGURIDAD DE COLOCACION HORIZONTAL, INCLUSO CUERDAS DE UNION, RED, COLOCACION Y DESMONTAJE.

m2 Red de seguridad de poliamida 100x100 Ø4 mm. 1,59 ud Gancho anclaje forjado Ø8 mm 0,85 ud Gancho montaje red Ø12 mm 0,52

m Cuerda poliamida Ø12 mm 0,61

Otros conceptos 6,60

———————

———————

—

TOTAL..... 10,17

———————

———————

—

47 02.023 m BARANDILLA DE PROTECCION DE PERíMETROS DE FORJADOS, COMPUESTA POR GUARDACUERPOS METALICOS CADA 2,5 M, PASAMANOS FORMADO

POR TABLON DE 20X5 CM, RODAPIE Y TRAVESAÑO, INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.

ud Guardacuerpos metálico		1,21 m3 Tabloncillo madera pino	
20 x 5 cm	0,53 m3 Tabla madera pino 15 x 5 cm		0,76
	Otros conceptos		4,57
		TOTAL.....	**7,07**

48 02.024 m BALIZAMIENTO LUMINOSO, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y DESMONTAJE.

ud Bombilla		3,34 m Cable eléctrico	
0,62 m Redondo de acero de Ø 10 mm para in		0,36	
	Otros conceptos		0,12
		TOTAL.....	**4,44**

49 02.025 m2 PROTECCION HORIZONTAL EN CUBIERTAS

m Pasarela con listones 0,27 m Pasarela de circulación

0,86 m Escalera plana 0,09 ud Sistema anclaje

0,39 m Protección vertical 0,18

Otros conceptos 1,36

TOTAL..... 3,15

50 02.026 m CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE DE CINTURON DE SEGURIDAD

m Cable de seguridad 2,51

Otros conceptos 4,21

TOTAL..... 6,72

———————

—

51 02.027 ud CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, AMORTIZABLE EN CINCO USOS, INCLUIDA LA COLOCACION

ud Cono balizamiento reflectante 3,15

Otros conceptos 0,48

———————

———————

—

TOTAL..... 3,64

———————

———————

—

52 02.028 m2 VALLA DE CERRAMIENTO OPACA DE PANELES DE CHAPA CPN FORMADA DE ACERO GALVANIZADO DE
0,6 MM DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE CIMENTACIÓN, AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y DESMONTAJE

m2 VALLA DE CERRAMIENTO OPACA 5,42

Otros conceptos 4,43

———————

—

TOTAL..... 9,85

53 05.001 ud MESA DE MADERA CON CAPACIDAD PARA DIEZ PERSONAS.

ud Mesa de madera de 2,50 x 0,90 m. 181,41

TOTAL..... 181,41

54 05.002 me s

ALQUILER DE TRES (3) CASETAS DE OBRA COMPUESTAS POR VESTURARIO, COMEDOR Y ASEOS (INCLUSO INODOROS, DUCHAS, LAVABOS Y

CALENTADOR), TOTALMENTE INSTALADAS.

Sin descomposición. 6.972,09

TOTAL..... 6.972,09

55 05.003 ud BANCO DE MADERA CON CAPACIDAD PARA CINCO PERSONAS.

ud Banco de madera de 2,50 m de largo 155,42

TOTAL..... 155,42

56 05.004 ud CALIENTA COMIDAS PARA 50 SERVICIOS, COLOCADO.

ud Calienta comidas para 50 servicios 161,98

TOTAL..... 161,98

57 05.005 ud RADIADOR DE INFRARROJOS DE 1.000 W, TOTALMENTE INSTALADO.

ud Radiador infrarrojos de 1.000 W. 81,70

TOTAL..... 81,70

58 05.006 ud PILETA CORRIDA CONSTRUIDA EN OBRA Y DOTADA DE TRES GRIFOS, TOTALMENTE MONTADA.

ud Pileta corrida construida en obra 227,12

TOTAL..... 227,12

59 05.007 ud RECIPIENTE PARA RECOGIDA DE BASURAS.

ud Recipiente para recogida de basura 41,29

TOTAL..... 41,29

60 05.008 ud ACOMETIDA DE AGUA, SANEAMIENTO Y ENERGIA ELECTRICA PARA COMEDOR, TOTALMENTE TERMINADA Y EN SERVICIO.

Sin descomposición. 646,63

TOTAL..... 646,63

61 05.009 ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL CON LLAVE, COLOCADA.

ud Taquilla individual para 3 usos. 18,53

TOTAL..... 18,53

62 05.010 ud ACOMETIDA DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA ASEOS Y ENERGIA ELECTRICA PARA VESTUARIOS Y ASEOS, TERMINADA Y EN SERVICIO.

Sin descomposición. 1.317,47

TOTAL..... 1.317,47

63 05.011 h MANO DE OBRA EMPLEADA EN LIMPIEZA Y CONSERVACION DE INSTALACIONES DE PERSONAL.

Sin descomposición. 12,09

TOTAL..... 12,09

64 05.013 me s

ALQUILER DE UNA (1) CASETA DE OBRA PARA PRIMEROS AUXILIOS (INCLUYENDO DISTRIBUCIÓN INTERIOR, INSTALACIONES Y APARATOS SANITARIOS), CON MOBILIARIO PARA PRIMEROS AUXILIOS O SALA DE CURAS COMPRENDIENTO CAMILLA FIJA Y TRANSPORTABLE, BOTIQUIN PORTATIL, TAQUILLAS DE CRISTAL PARA MEDICAMENTOS E INSTRUMENTAL, MESA,

ASIENTOS, PERCHA Y PAPELERA, TOTALMENTE INSTALADAS.

Sin descomposición. 627,56

TOTAL..... 627,56

65 06.001 ud BOTIQUIN TOTALMENTE DOTADO E INSTALADO EN LOS DIVERSOS TAJOS.

Sin descomposición. 384,15

TOTAL..... 384,15

66 06.002 ud REPOSICION DE MATERIAL SANITARIO DURANTE EL TRANSCURSO DE LA OBRA.

Sin descomposición. 227,75

TOTAL..... 227,75

"4.3 PRESUPUESTO"

"4.3.1 PRESUPUESTO PARCIALES"

2. PROTECCIONES COLECTIVAS

Nº	CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	PRESUPUESTO
31	02.005	ud	TOPES ANTIDESPLAZAMIENTO DE CAMIONES, INCLUSO COLOCACION Y DESMONTAJE.	40,000	33,98	1.359,20
32	02.006	m	VALLA AUTONOMA METALICA DE 2,50 M DE LONGITUD PARA CONTENCION D ESPACIOS PEATONES, FORMADA POR ELEMENTOS AUTONOMOS NORMALIZADOS DE 2,5 M DE LONGITUD Y 1 M DE ALTURA.	500,000	19,75	9.875,00
33	02.007	ud	JALON DE SEÑALIZACION.	40,000	10,04	401,60
34	02.008	ud	ALARMA DE AIRE COMPRIMIDO	20,000	165,48	3.309,60
35	02.009	ud	PERTIGA PARA ALTA TENSION	50,000	49,03	2.451,50
37	02.011	m2	PLATAFORMA DE	7.080,000	11,20	79.296,00

			MADERA EN VOLADIZO, INCLUIDA CONFECCION, COLOCACION Y DESMONTAJE.				
38	02.012	m2	PROTECCION VERTICAL ANDAMIADA CON MALLA TUPIDA DE TEJIDO PLASTICO, INCLUSO P.P. DE CUERDAS DE SUJECION, COLOCACION Y MONTAJE	3.540,000	2,73	9.664,20
39	02.013	m2	PASARELA DE PROTECCION DE ZANJAS, POZOS O HUECO	125,000	8,79	1.098,75
40	02.015	ud	PORTICO PROTECTOR DE LINEAS ELECTRICAS.	20,000	297,70	5.954,00
41	02.017	h	CAMION DE RIEGO, INCLUIDO EL CONDUCTOR.	2.000,000	35,96	71.920,00
42	02.018	h	MANO DE OBRA DE BRIGADA DE	250,000	24,77	6.192,50

			SEGURIDAD EMPLEADA EN MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE PROTECCIONES.			
43	02.019	ud	SEÑAL DE SILBAR	10,000	57,62	576,20
44	02.020	m	RED VERTICAL DE SEGURIDAD DE MALLA DE POLIAMIDA DE PASO, ENNUDADA CON CUERDA Ø 3 MM, INCLUSO PESCANTE METALICO TIPO HORCA, ANCLAJES DE RED, CUERDAS DE UNION Y RED INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.	3.540,000	13,70	48.498,00
45	02.021	m	BARANDILLA DE PROTECCION PARA LOSAS Y TABLEROS, CON SOPORTE TIPO SARGENTO PARA 10 USOS (CADA 2 M APROX.), INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.	3.540,000	15,95	56.463,00

46	02.022	m2	RED DE SEGURIDAD DE COLOCACION HORIZONTAL, INCLUSO CUERDAS DE UNION, RED, COLOCACION Y DESMONTAJE.	300,000	10,17	3.051,00
47	02.023	m	BARANDILLA DE PROTECCION DE PERíMETROS DE FORJADOS, COMPUESTA POR GUARDACUERPOS METALICOS CADA 2,5 M, PASAMANOS FORMADO POR TABLON DE 20X5 CM, RODAPIE Y TRAVESAÑO, INCLUSO COLOCACION Y MONTAJE.	3.540,000	7,07	25.027,80
36	02.010	m	LINEA DE ANCLAJE DE CINTURONES SEGURIDAD, DE TOTALMENTE COLOCADA.	3.540,000	2,09	7.398,60
49	02.025	m2	PROTECCION HORIZONTAL EN CUBIERTAS	100,000	3,15	315,00

50	02.026	m	CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE DE CINTURON DE SEGURIDAD	3.540,000	6,72	23.788,80
52	02.028	m2	VALLA DE CERRAMIENTO OPACA DE PANELES DE CHAPA CPN FORMADA DE ACERO GALVANIZADO DE 0,6 MM DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE CIMENTACIÓN, AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y DESMONTAJE	500,000	9,85	4.925,00

TOTAL

CAP. 2. 36.518,15

3. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	PRESUPUESTO
27	02.001	ud	SEÑAL NORMALIZADA DE TRAFICO, CON SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.	40,000	187,97	7.518,80
28	02.002	ud	CARTEL INDICATIVO, CON SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.	150,000	177,06	26.559,00
29	02.003	ud	CARTEL INDICATIVO, SIN SOPORTE METALICO E INCLUIDA LA COLOCACION.	40,000	98,85	3.954,00
30	02.004	m	CORDON DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y DESMONTAJE.	8.000,000	1,14	9.120,00
48	02.024	m	BALIZAMIENTO LUMINOSO, INCLUIDOS SOPORTES, COLOCACION Y	800,000	4,44	3.552,00

51	02.027	ud	CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, AMORTIZABLE EN CINCO USOS, INCLUIDA LA COLOCACION	900,000	3,64	3.276,00

TOTAL

CAP. 3. **53.979,80**

4. INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR

PRESUPUESTO

Nº	**O**	**UD.**	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	
53	05.001	ud	MESA DE MADERA CON CAPACIDAD PARA DIEZ PERSONAS.	16,000	181,41	2.902,56
54	05.002	me s	ALQUILER DE TRES (3) CASETAS DE OBRA COMPUESTAS POR VESTURARIO, COMEDOR Y ASEOS (INCLUSO INODOROS, DUCHAS, LAVABOS Y	30,000	6.972,09	209.162,70

			CALENTADOR), TOTALMENTE INSTALADAS.			
64	05.013	me s	ALQUILER DE UNA (1) CASETA DE OBRA PARA PRIMEROS AUXILIOS (INCLUYENDO DISTRIBUCIÓN INTERIOR, INSTALACIONES Y APARATOS SANITARIOS), CON MOBILIARIO PARA PRIMEROS AUXILIOS O SALA DE CURAS COMPRENDIENTO CAMILLA FIJA Y TRANSPORTABLE, BOTIQUIN PORTATIL, TAQUILLAS DE CRISTAL PARA MEDICAMENTOS E INSTRUMENTAL, MESA, ASIENTOS, PERCHA Y PAPELERA, TOTALMENTE INSTALADAS.	30,000	627,56	18.826,80

56	05.004	ud	CALIENTA COMIDAS PARA 50 SERVICIOS, COLOCADO.	6,000	161,98	971,88	
57	05.005	ud	RADIADOR DE INFRARROJOS DE 1.000 W, TOTALMENTE INSTALADO.	20,000	81,70	1.634,00	
58	05.006	ud	PILETA CORRIDA CONSTRUIDA EN OBRA Y DOTADA DE TRES GRIFOS, TOTALMENTE MONTADA.	4,000	227,12	908,48	
59	05.007	ud	RECIPIENTE PARA RECOGIDA DE BASURAS.	4,000	41,29	165,16	
60	05.008	ud	ACOMETIDA DE AGUA, SANEAMIENTO Y ENERGIA ELECTRICA PARA COMEDOR, TOTALMENTE TERMINADA Y EN SERVICIO.	3,000	646,63	1.939,89	

62	05.010	ud	ACOMETIDA DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA ASEOS Y ENERGIA ELECTRICA PARA VESTUARIOS Y ASEOS, TERMINADA Y EN SERVICIO.	4,000	1.317,47	5.269,88
63	05.011	h	MANO DE OBRA EMPLEADA EN LIMPIEZA Y CONSERVACION DE INSTALACIONES DE PERSONAL.	1.800,000	12,09	21.762,00

TOTAL

CAP. 4. 27.150,12

5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Nº	CODIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	PRESUPUESTO
65	06.001	ud	BOTIQUIN TOTALMENTE DOTADO E INSTALADO EN LOS DIVERSOS TAJOS.	20,000	384,15	7.683,00

66	06.002	ud	REPOSICION DE MATERIAL SANITARIO DURANTE EL TRANSCURSO DE LA OBRA.	297,000	227,75	67.641,75

TOTAL

CAP. 5. **75.324,75**

"4.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL"

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL

2. PROTECCIONES COLECTIVAS: 36.518,15 €

3. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO: 53.979,80 €

4. INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR: 27.150,12 €

5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS: 75.324,75 €

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL: 192.972,82 €

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Torrelavega, Diciembre de 2015

EL AUTOR DEL PROYECTO

Jesús Sobrino Trueba

Proyecto de construcción de dos túneles, en el ramal Autovía A-67 Barreda-Sierrapando

ANEJO Nº15

"Plan de obra"

INDICE

1. Plan de Obra

1. Plan de Obra

Plan de obra	*Meses*																			
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*
Tareas iniciales, preparación del terreno																					
Apertura emboquilles																					
Sur Norte																					
Norte Sur																					
Excavación y sostenimiento																					
Sur Norte																					
Norte Sur																					
Servicios de explotación																					
Sur Norte																					
Norte Sur																					
Seguridad y salud																					
Sur Norte																					
Norte Sur																					
Auscultación y comprobaciones																					
Sur Norte																					
Norte Sur																					

ANEJO Nº16

"Justificación de precios"

INDICE

1. **Introducción**
2. **Precios básicos**
3. **Calendario laboral**
4. **Justificación de precios**

1. Introducción

Este anejo a la memoria, que como los demás anejos, carece de carácter contractual, se redacta para justificar ante la administración la formación e los nuevos precios que figuran en el cuadro de precios nº1 y que se descomponen en el cuadro de precios nº2, ambos de Documento nº 4: Presupuesto, que son los que únicamente han de tenerse en cuenta para el abono de las unidades de obra completas o incompletas.

Se redacta de acuerdo con las normas complementarias contenidas en la Orden del Ministerio de Obras Publicas de fecha 5 de Julio de 1968, para aplicación de los artículos 63 y 67 del Reglamento General de Contratación del Estado.

Los precios de ejecución material se obtienen calculando los costes directos y los indirectos que correspondan a cada unidad de obra, teniendo en cuenta en el segundo concepto los imprevistos de obra, que se estiman en el 2%.

De acuerdo con la citada Orden Ministerial, cada precio se obtiene por aplicación de la fórmula:

$$P_n = (1 + \frac{K}{100}) x C_n$$

En la que C_n comprende los costes directos y K es el porcentaje de los costes indirectos, que se calcula aquí con valor único para todos los precios de la obra que engloba, el 2% de imprevistos.

Se calcula el importe de los costes directos de cada precio, incluyendo en él el coste de los materiales a pie de obra, gastos de jornales y equipos de personal, que afecta exclusivamente a cada unidad de obra, según su rendimiento horario, y costes de las atenciones sociales de este personal, así como el de la maquinaria o medios auxiliares empleados en cada unidad, y la parte del valor que corresponda a estos elementos en cada precio.

2. Precios básicos

Coste horario de la mano de obra

El coste de la mano de obra que figura en los precios del presente proyecto se obtienen teniendo en cuenta las disposiciones vigentes de la Industria de la Construcción y Obras Públicas, así como los resultados del Convenio Colectivo para la provincia de Cantabria.

A continuación se presenta el cálculo de jornales de personal atendiendo a los siguientes puntos:

a) Partidas sujetas a cotización.
b) Partidas no sujetas a cotización.
c) Cotización al régimen General de la Seguridad Social y Seguro de Accidente.

El cálculo del coste horario de la mano de obra queda establecida por Orden Ministerial de 21 de Mayo de 1979 (B.O.E. nº127 de 28 de Mayo de 1979), basándose en la siguiente fórmula:

$$C = (1 + K)xA + B$$

Siendo:
C= Coste horario para la empresa en €/h
K= Coeficiente tipo de cotización
A= Retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente, en €/h
B= Retribución total del trabajador con carácter no salarial, en €/h

La retribución con carácter no salarial incluye seguros de convenio y los gastos que se han de realizar como consecuencia de la actividad laboral como son gastos de transporte y/o pluses de distancia y dietas, desgaste de ropa de trabajo y herramientas.

Para el cálculo del coste de cada una de las categorías, se procede conforme a lo acordado en el convenio correspondiente a Cantabria para el año 2015.

3. Calendario Laboral

Ausencias

- *Ausencias varias*
  - *Enfermedad, accidente (estimado)* — *4*
  - *Sin justificar* — *5*
- *Ausencias justificadas*
  - *Domingos* — *52*
  - *Sábados* — *52*
  - *Festivos* — *15*
  - *Vacaciones* — *22*

Días naturales anuales		365
Días naturales de permanencia	365-(5+4)	356
Días de trabajo al año	365-(52+52+15+22+4+5)	215
Horas de trabajo al año	215x8	1720

Coeficiente tipo de cotización

Contingencias comunes	*23.60%*
Desempleo	*6.20%*
Fondo garantía salarial	*0.40%*
Formación profesional	*0.60%*

Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales	*6.84%*
Total	*37.64%*

Los coeficientes a aplicar por cada concepto son los siguientes:

$$(1 + K))1 + 37.64/100 = 1{,}40$$

Retribución de carácter salarial anual: KxS siendo S el coste proporcional a la hora efectiva trabajada (véase Convenio Colectivo del Sector Construcciones y Obras Públicas de Cantabria) más la parte proporcional correspondiente a la antigüedad del trabajador y el aumento voluntario.

Retribución de carácter no salarial B:

- Plus de dietas (se supone media dieta): 8.11€/8h = 1.01 €/h
- Plus por desplazamiento (supuestos 30 km diario a 0.19€/km): 30 x 0.19/8= 0.71€/h
- Plus por desgaste de herramientas: según el tipo de trabajador se consideran cantidades que van desde los 1.00 a los 2.64 € al dia
- Prima de seguros (120.20€ Anuales): 120.20/1720= 0.07€/h

4. Justificación de precios

Código	Resumen		Precio
	Capítulo 1 Demoliciones		
001/01	m2 Desbroce del terreno		
	Desbroce del terreno en boca de túnel	Mano de obra.....	0,13 €
		Maquinaria.....	0,44 €
		Resto de obra y materiales.....	0,04 €
		TOTAL PARTIDA.....	0,61 €
001/02	ud Tala de arboles		
	Tala de arboles medianos con extraccion de tocón	Mano de obra.....	9,38 €
		Maquinaria.....	19,89 €
		Resto de obra y materiales.....	1,81 €
		TOTAL PARTIDA.....	31,08 €

Codigo	Resumen		Precio
	Capítulo 2 Movimientos de tierras		
002/01	m3 Formación de pedraplen		
	Formación de firme nuevo - Explanada	Mano de obra.....	0,38 €
		Maquinaria.....	1,12 €
		Resto de obra y materiales.....	0,15 €
		TOTAL PARTIDA.....	1,65 €

Codigo	Resumen

	Capítulo 3 Túneles		
	Subcapitulo 3,1 Excavación		
003.1/01	m3 Excavación en roca con explosivos		
	Sección túnel	Mano de obra.....	8,88 €
		Maquinaria.....	11,85 €
		Resto de obra y materiales.....	4,17 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,90 €
003.1/02	m3 Excavación con Martillo hidraulico acoplado a retroesxavadora	Mano de obra.....	1,46 €
	Sección túnel	Maquinaria.....	9,41 €
		Resto de obra y materiales.....	0,66 €
		TOTAL PARTIDA.....	11,53 €
	Subcapitulo 3,2 Sostenimiento		
003.2/01	m3 Hormigon proyectado HP-30		
	Sección túnel	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	150,65 €
		TOTAL PARTIDA.....	150,65 €
003.2/02	m Bulón MN16		
	Sección túnel	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	13,72 €
		TOTAL PARTIDA.....	13,72 €

	Subcapitulo 3,3 Revestimiento		
003.3/01	m3 Hormigon HM-30 encofrado		
	Hormigon HM-30 encofrado	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	123,20 €
		TOTAL PARTIDA.....	123,20 €
003.3/02	m3 Hormigon HM-30 en aceras y zapatas		
	Hormigon HM-30 en aceras y zapatas	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	51,25 €
		TOTAL PARTIDA.....	51,25 €
003.3/03	Kg Acero B500 S en barras corrugadas		
	Acero B500S en barras corrugadas	Mano de obra.....	0,25 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	0,84 €
		TOTAL PARTIDA.....	1,09 €
	Subcapitulo 3.4 Drenaje y Solera		
003.4/01	m3 Hormigon HM-20 en solera y zanja		
	Hormigon HM-20 en solera y zanja	Mano de obra.....	1,59 €
		Maquinaria.....	0,26 €
		Resto de obra y materiales.....	54,52 €
		TOTAL PARTIDA.....	56,37 €

003.4/02	m Tubo dren de 160 mm de diametro		
	Tubo dren de 160 mm de diametro	Mano de obra.....	3,94 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	7,20 €
		TOTAL PARTIDA	11,14 €
003.4/03	m Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm		
	Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	19,09 €
		TOTAL PARTIDA.....	19,09 €
003.4/05	ud Pozo HA-25 con rejilla,100x160 cm2		
	Pozo registro punto vertido colectores d=400 y dren d=160	Mano de obra.....	27,15 €
		Maquinaria.....	26,05 €
		Resto de obra y materiales.....	1.391,49 €
		TOTAL PARTIDA.....	1.444,69 €
003.4/06	ud Sumidero HM-20 con rejilla de 60x40 cm		
	Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 60x40 cm	Mano de obra.....	14,61 €
		Maquinaria.....	1,14 €
		Resto de obra y materiales.....	100,64 €
		TOTAL PARTIDA.....	116,39 €
003.4/07	ud Arqueta de hormigon de 60 cm de diametro interior		
	Conexiones sumidero túnel cada 50 metros a cada margen	Mano de obra.....	10,44 €

		Maquinaria.....	3,26 €
		Resto de obra y materiales.....	244,98 €
		TOTAL PARTIDA.....	258,68 €
	Subcapitulo 3,5 Boquilla		
003.5/01	m3 Excavación en roca con explosivo		
	Formación emboquille	Mano de obra.....	8,88 €
		Maquinaria.....	11,85 €
		Resto de obra y materiales.....	4,17 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,90 €
003.5/02	m Paraguas de micropilotes D127-9 mm		
	Paraguas de micropilotes D127-9 mm Y 165mm de diametro de perfora.	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	70,50 €
		TOTAL PARTIDA.....	70,50 €
003.5/03	m Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm		
	Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	31,17 €
		TOTAL PARTIDA.....	31,17 €
003,5/04	m Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud		
	Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €

		Resto de obra y materiales……	28,88 €
		TOTAL PARTIDA……..	28,88 €
003.5/05	m2 Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor		
	Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	17,99 €
		TOTAL PARTIDA……..	17,99 €
003.5/06	ud balsa de decantación		
	balsa de decantación	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	3.150,00 €
		TOTAL PARTIDA……..	3.150,00 €
003.5/07	m3 Hormigon proyectado HP-30		
	Hormigon proyectado HP-30	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	150,65 €
		TOTAL PARTIDA……..	150,65 €
003.5/08	m Bulón D25 mm		
	Bulón D25 mm	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	11,47 €
		TOTAL PARTIDA……..	11,47 €

003.5/09	m2 Malla de 150 x 150 x0,6		
	Malla de 150 x 150 x0,6	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	9,97 €
		TOTAL PARTIDA.....	9,97 €
003.5/10	ud Cercha TH-29		
	Cercha TH-29	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	675,13 €
		TOTAL PARTIDA.....	675,13 €
003.5/11	m3 Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial		
	Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	60,65 €
		TOTAL PARTIDA.....	60,65 €

Subcapitulo 3.6 Instalaciones auxiliares

003,6/01 ud Ventilador de obra modelo ZVN 1-14-75/4

Suministro y colocación de ventilador de obra modelo ZVN 1-14-75/4
o semejate compuesto por:
Tobera de admisión
Carcasa admisión-rodete
Carcasa motor

	Rodete regulación individual alabes aluminio		
	Motor electrico 75 Kw - 4 polos -IP-55- 400 V - 50 Hz		
	Amortiguador de ruido FAR-140/200		
	Piezas de conexión tipo "A" dia 1400/1400x150		
	Bastidor ventilador	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	20.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	20.000,00 €
003,6/05	m Red contraincendios D200 + D100		
	Red contraincendios D200 + D100	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	24,92 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,92 €
Codigo	Resumen		
	Capítulo 4 Firmes y pavimentos		
004/01	t Zahorra artificial en obra c/mat de excavación		
	Zahorra artificial en obra c/mat de excavación	Mano de obra.....	0,40 €
		Maquinaria.....	1,80 €
		Resto de obra y materiales.....	8,39 €
		TOTAL PARTIDA.....	10,59 €
004/02	t Emulsión ECI riego imprimación		
	Emulsión ECI riego imprimación	Mano de obra.....	19,16 €
		Maquinaria.....	26,09 €

		Resto de obra y materiales……	267,21 €
		TOTAL PARTIDA……..	312,46 €
004/03	t Emulsión ECI-1 riego imprimación		
	Emulsión ECI-1 riego imprimación	Mano de obra……	28,72 €
		Maquinaria……..	35,34 €
		Resto de obra y materiales……	287,58 €
		TOTAL PARTIDA……..	351,64 €
004/04	t MBC, en capa de rodadura		
	MBC, en capa de rodadura	Mano de obra……	1,57 €
		Maquinaria……..	9,64 €
		Resto de obra y materiales……	13,12 €
		TOTAL PARTIDA……..	24,33 €
004/05	t MBC, en capa intermedia		
	MBC, en capa intermedia	Mano de obra……	2,05 €
		Maquinaria……..	8,74 €
		Resto de obra y materiales……	6,63 €
		TOTAL PARTIDA……..	17,42 €
004/06	t MBC, en capa intermedia		
	MBC, en capa intermedia	Mano de obra……	1,78 €
		Maquinaria……..	8,18 €
		Resto de obra y materiales……	6,53 €
		TOTAL PARTIDA……..	16,49 €

004/07	t Betún de cualquier penetración		
	Betún de cualquier penetración	Mano de obra.....	7,38 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	329,04 €
		TOTAL PARTIDA.....	336,42 €
004/08	m Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5		
	Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5	Mano de obra.....	4,75 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	4,92 €
		TOTAL PARTIDA.....	9,67 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 5 Topografía y auscultaciones		
005/01	PA Labores topgraficas durante la ejecución de la obra		
	Partida alzada de abono integro para realización de labores topograficas	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	25.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	25.000,00 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 6 Drenaje		
006/01	m Cuneta VA-100		
	Cuneta de hormigon ejecutada en obra tipo VA-100	Mano de obra.....	2,51 €
		Maquinaria.....	4,16 €

		Resto de obra y materiales……	10,82 €
		TOTAL PARTIDA……..	17,49 €
006/02	m Cuneta en tierra VT-125		
	Cuneta en tierra VT-125	Mano de obra……	0,07 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	0,45 €
		TOTAL PARTIDA……..	0,52 €
006/03	m2 Trasdosado de cuneta		
	Trasdosado de cuneta	Mano de obra……	1,05 €
		Maquinaria……..	1,08 €
		Resto de obra y materiales……	7,53 €
		TOTAL PARTIDA……..	9,66 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones		
007/01	ud Caja de acometida y general de protección		
	Caja de acometida y general de protección	Mano de obra……	164,85 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	595,87 €
		TOTAL PARTIDA……..	760,72 €
007/02	ud Cuadro general de maniobra, protección y distribución		
	Cuadro general de maniobra, protección y distribución	Mano de obra……	259,18 €
		Maquinaria……..	0,00 €

		Resto de obra y materiales……	849,41 €
		TOTAL PARTIDA……..	1.108,59 €
007/03	m Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2		
	Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2	Mano de obra……	0,70 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	12,56 €
		TOTAL PARTIDA……..	13,26 €
007/04	ud Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3		
	Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3	Mano de obra……	11,50 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	63,76 €
		TOTAL PARTIDA……..	75,26 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 8 Señalización de obra		
008/01	ud Señal movil circular tipo TR acero D=60cm, nivel 1		
	Señal movil circular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	Mano de obra……	7,69 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	48,08 €
		TOTAL PARTIDA……..	55,77 €
008/02	ud Señal Vertical triangular tipo TR acero L=90cm, nivel 1		
	Señal vertical triangular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	Mano de obra……	12,24 €
		Maquinaria……..	0,00 €

		Resto de obra y materiales……	55,95 €
		TOTAL PARTIDA……..	68,19 €
008/03	ud Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, nivel 1		
	Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, con retroreflectancia nivel 1	Mano de obra……	5,46 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	7,42 €
		TOTAL PARTIDA……..	12,88 €
008/04	ud Piquete de balizamiento, rojo y blanco, con retroreflectancia		
	Piquete de balidación de obra con panel reflexivo con retroreflectancia nivel 2	Mano de obra……	5,46 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	7,42 €
		TOTAL PARTIDA……..	12,88 €
008/05	ud Cono PVC base lastrada, h=0,75m, nivel 2		
	Cono PVC base lastrada, h=0,75m, con reroreflectancia nivel 2	Mano de obra……	2,27 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	14,09 €
		TOTAL PARTIDA……..	16,36 €
008/06	ud Cono PVC base, h=0,75m, nivel 2		
	Cono PVC base, h=0,75m, con retroreflectancia nivel 2	Mano de obra……	1,36 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	14,28 €
		TOTAL PARTIDA……..	15,64 €

Codigo	Resumen		
	Capítulo 9 Señalización definitiva		
	Subcapitulo 9.1 Señalización Horizontal		
009.1/01	m Marca vial productos termoplastico 10 cm		
	Marca vial tipo 2 termoplastica de aplicación caliente de 10 cm de ancho	Mano de obra.....	0,23 €
		Maquinaria.....	0,02 €
		Resto de obra y materiales.....	0,42 €
		TOTAL PARTIDA.....	0,67 €
	Subcapitulo 9.2 Señalización Vertical		
009.2/01	ud Señal vertical circular tipo R acero D=90cm, nivel 2		
	Señal vertical circular tipo R de hacer galvanizado con retroalimentación nivel 2	Mano de obra.....	12,24 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	128,01 €
		TOTAL PARTIDA.....	140,25 €
009.2/02	ud Señal vertical rectangular tipo S acero 90x135 cm, nivel 2		
	Señal vertical rectangular tipo S de acero galvanizado con retroalimentación nivel 2	Mano de obra.....	12,24 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	193,18 €
		TOTAL PARTIDA.....	205,42 €

Codigo	Resumen
	Capitulo 10 Adecuación ambiental
010/01	PA Reabilitación mediambiental

	Partida alzada de abono integro para reabilitación mediambiental	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	15.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	15.000,00 €

Codigo	Resumen		
	Capitulo 11 Cerramientos		
011/01	m Cierre de malla de simple torsión 1,50x50x3		
	Cierre de malla simple de torsión de alambre de acero galvanizado		
	3mm de diametro 50mm de luz de malla y 1,50 m de altura de cierre	Mano de obra.....	4,40 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	9,77 €
		TOTAL PARTIDA.....	14,17 €

Codigo	Resumen		
	Capitulo 12 Gestión de residuos		
012/1	PA Gestión de residuos generados en la obra		
	Partida alzada de abono integro para gestión de residuos generados en la obra	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	20.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	20.000,00 €

Codigo	Resumen		
	Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates		
013/1	PA Limpieza y terminación de las obras		
	Partida alzada de abono integro para limpieza y terminación de las obras	Mano de obra.....	0,00 €

Maquinaria……..	0,00 €
Resto de obra y materiales……	25.000,00 €
TOTAL PARTIDA……..	25.000,00 €

ANEJO Nº17

"Presupuesto para el conocimiento de la administración"

INDICE

1. **Presupuesto de ejecución material**
2. **Presupuesto de ejecución por contrata**
3. **Revisión de precios**

1. Presupuesto de ejecución material

El presupuesto de ejecución material, según se representa del Documento nº 4 del proyecto, se desglosa en los siguientes capítulos:

CAPITULOS	IMPORTE
Capítulo 1 Demoliciones	**3.138,56 €**
Capítulo 2 Movimientos de tierras	**2.316,35 €**
Capítulo 3 Túneles	**20.280.402,53 €**
Capítulo 4 Firmes y pavimentos	**877.255,92 €**
Capítulo 5 Topografia y auscultación	**25.000,00 €**
Capitulo 6 Drenaje	**2.713,66 €**
Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones	**86.040,32 €**
Capitulo 8 Señalización de obra	**5.123,27 €**
Capítulo 9 Señalización definitiva	**14.692,72 €**
Capitulo 10 Adecuación ambiental	**15.000,00 €**
Capitulo 11 Cerramientos	**2.834,00 €**
Capitulo 12 Gestión de residuos	**20.000,00 €**
Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates	**25.000,00 €**
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**21.359.517,33 €**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **VEINTIUN MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS DIECISIETE EUROS con TREINTA Y TRES CENTIMOS.**

2. Presupuesto de ejecución por contrata

Se obtiene incrementando el presupuesto de ejecución material con porcentajes establecidos por los diferentes conceptos:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**21.359.517,33 €**
13% Gastos generales	2.776.737,25 €
6% Beneficio industrial	1.281.571,04 €
Seguridad y salud	192.972,82 €
Suma de G.G , B.I. y S.S.	**4.251.281,11 €**
21 % de I.V.A.	**5.378.267,67 €**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**30.989.066,12 €**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **TREINTA MILLONES NOVECIENTOS OCHENTAY NUEVE MIL SESENTA Y SEIS EUROS con DOCE CENTIMOS.**

Torrelavega, Diciembre de 2015
Autor del proyecto

Fdo.: Jesús Sobrino Trueba

3. Revisión de precios

La revisión de precios tendrá lugar, y salvo que la procedencia de la revisión se hubiese previsto expresamente en el contrato, cuando este se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 % de su importe y hubiese transcurrido un año desde su formalización. En consecuencia, el primer 20 % y el primer año transcurrido desde la formación quedara excluidos de la revisión.

Cuando resulte procedente, la revisión de precios se llevara a cabo mediante la aplicación de índices de precios de mano de obra y materiales aplicables a la revisión de precios de contratos de las Administraciones Públicas y que periódicamente son publicados en el BOE.

La fórmula que se establece refleja la ponderación en el precio del contrato del coste de los materiales básicos y de la energía incorporada al proceso de generación de las prestaciones objeto del mismo. No se incluye en ella el coste de la mano de obra, los costes financieros, los gastos generales o de estructura ni el beneficio industrial.

La fórmula de revisión aplicable al contrato será invariable durante la vigencia del mismo y determinara la revisión de precios en cada fecha respecto a la fecha de formación del contrato.

Los índices reflejaran, al alza o a la baja, las variaciones reales de los precios de la energía y materiales básicos observadas en el mercado.

El importe de las revisiones que procedan se efectuara mediante el abono o descuento correspondiente en las certificaciones, o pagos parciales, o excepcionalmente, cuando no hayan podido incluirse en las certificaciones o pagos parciales, en la liquidación del contrato.

El contrato deberá detallar, en su caso, la formula o sistema de revisión aplicable, se propone la siguiente:

FORMULA DE REVISION DE PRECIOS:

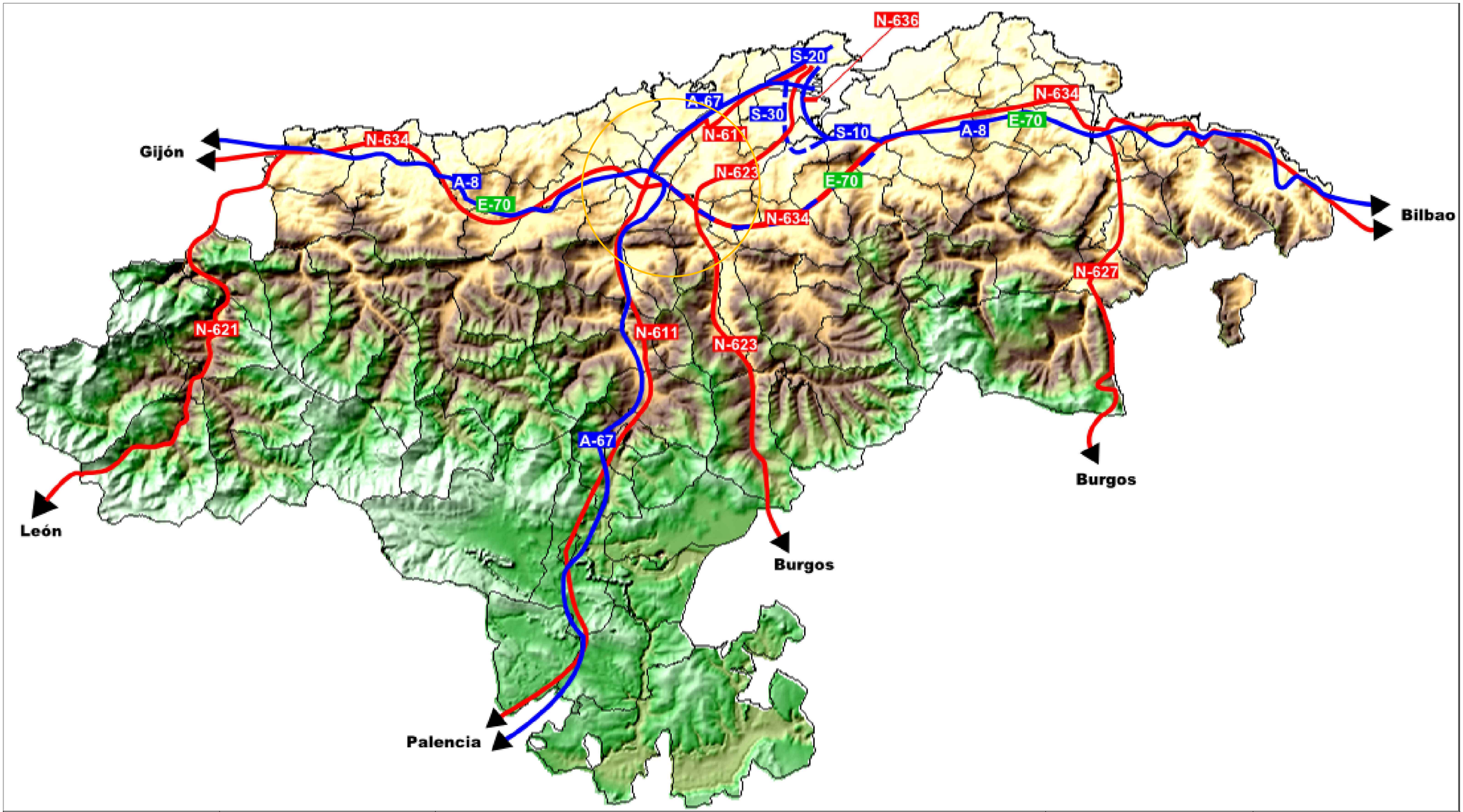
$$K_t = \frac{0.01B_t}{B_0} + \frac{0.08C_t}{C_0} + \frac{0.16E_t}{E_0} + \frac{0.02P_t}{P_0} + \frac{0.02Q_t}{Q_0} + \frac{0.07R_t}{R_0} + \frac{0.12S_t}{S_0} + \frac{0.02T_t}{T_0} + \frac{0.01U_t}{U_0} + 0.49$$

Documento Nº2

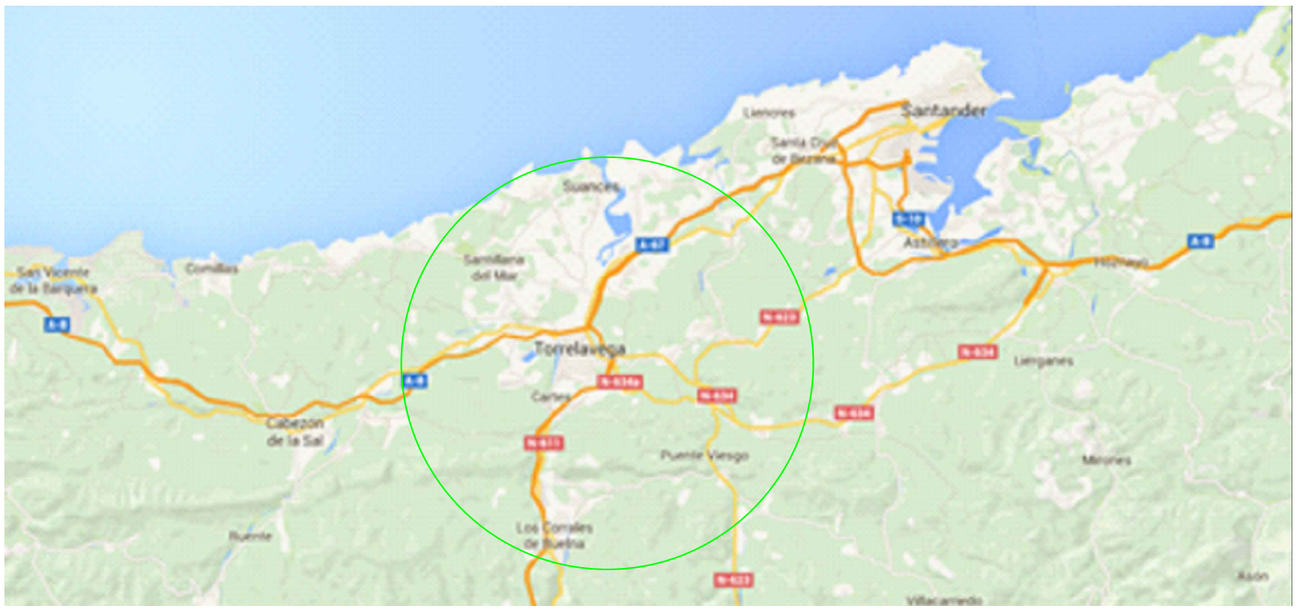
"Planos"

INDICE

1. **Mapa general de Cantabria**
2. **Emplazamiento**
3. **Mapa geológico**
4. **Topografía general**
5. **Trazado en Planta**
6. **Sección tipo**
7. **Perfiles longitudinales**
8. **Trazado de los túneles**
   - 8.1. **Trazado de los túneles– Zona 1**
   - 8.2. **Trazado de los túneles– Zona 2**
   - 8.3. **Trazado de los túneles– Zona 3**
   - 8.4. **Trazado de los túneles– Zona 4**
   - 8.5. **Trazado de los túneles– Zona 5**
   - 8.6. **Trazado de los túneles– Zona 6**
   - 8.7. **Trazado de los túneles– Zona 7**
   - 8.8. **Trazado de los túneles– Zona 8**
   - 8.9. **Trazado de los túneles– Zona 9**
   - 8.10. **Trazado de los túneles– Zona 10**
9. **Sistema de ejecución del túnel**
   - 9.1. **Sistema de ejecución del túnel – Esquema de emboquille**
   - 9.2. **Detalle viga de atado**
   - 9.3. **Sostenimiento avance del túnel**
10. **Distribución de servicios Túneles**



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Mapa General Cantabria**	Número de plano: Nº1 Escala: 1/25000	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos



Coordenadas zona emboquille Norte.

Coordenadas Geodésicas:

ϕ= 43º22'18,19'' N *λ= 4º2'15,26'' W*

Coordenadas UTM emplazadas en el Huso 30:

X= 415.940,47 m *Y= 4.802.617,59 m*

Cota sobre el nivel medio del mar en Alicante:

Z= 19 m

Coordenadas zona emboquille Sur.

Coordenadas Geodésicas:

ϕ= 43º21'11,5'' N *λ= 4º2'14,1'' W*

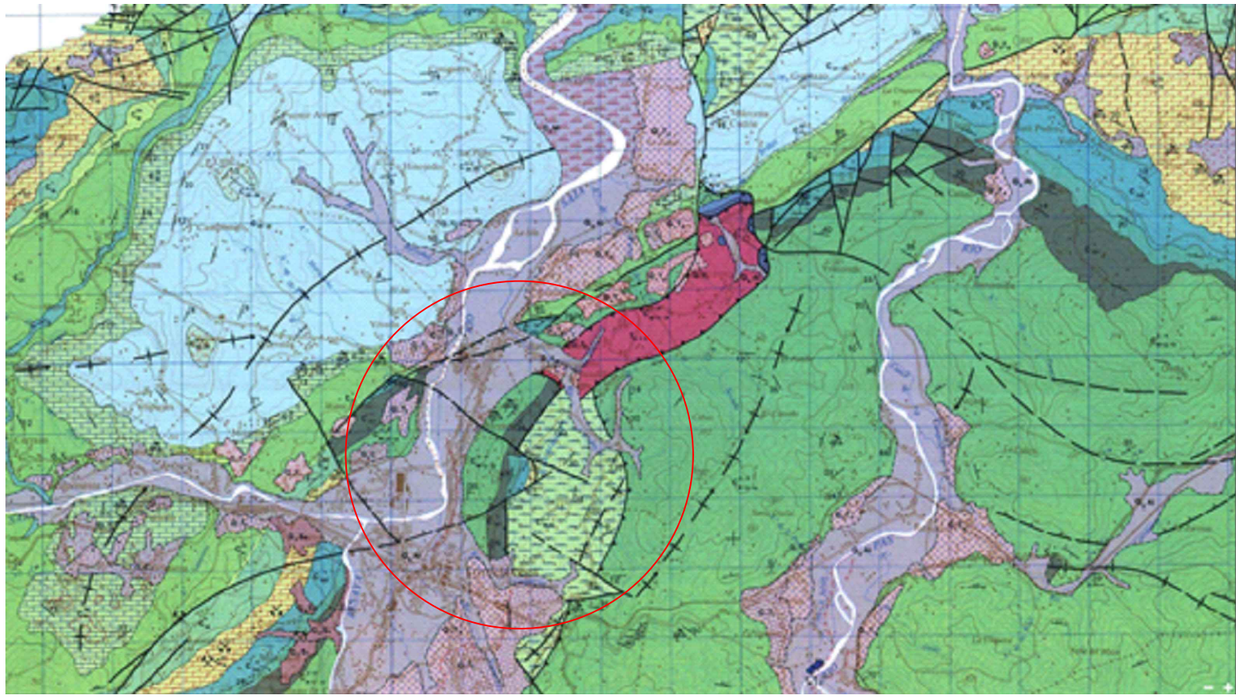
Coordenadas UTM emplazadas en el Huso 30:

X= 415.941,01 m *Y= 4.800.562,51 m*

Cota sobre el nivel medio del mar en Alicante:

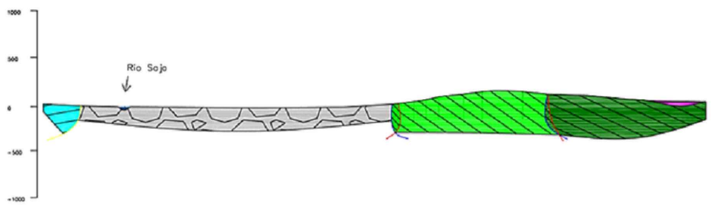
Z= 50 m

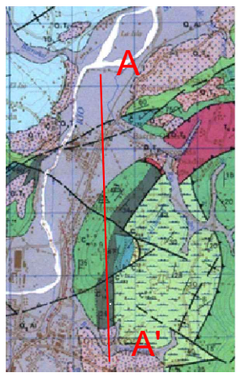
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Emplazamiento**	Número de plano: Nº2 Escala: 1/5000	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos



A

A'





Falla inversa

Contacto normalo concordante

Contacto anormalo discordante

Aluviales

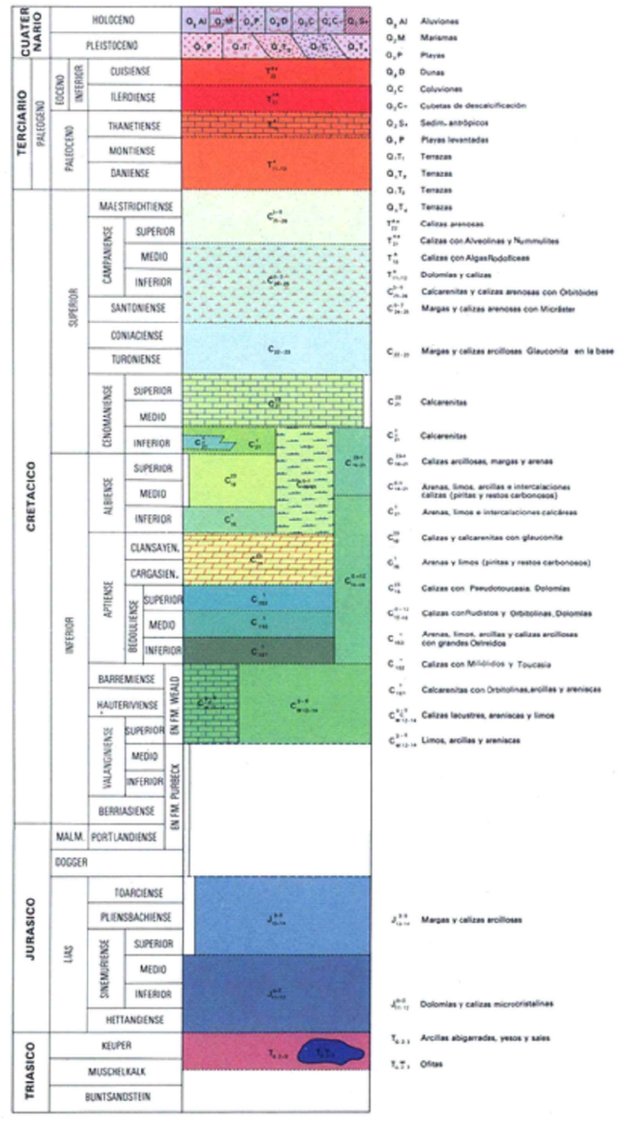
Terrazas

Margas Calizas Arcillosas Glauconita en la base

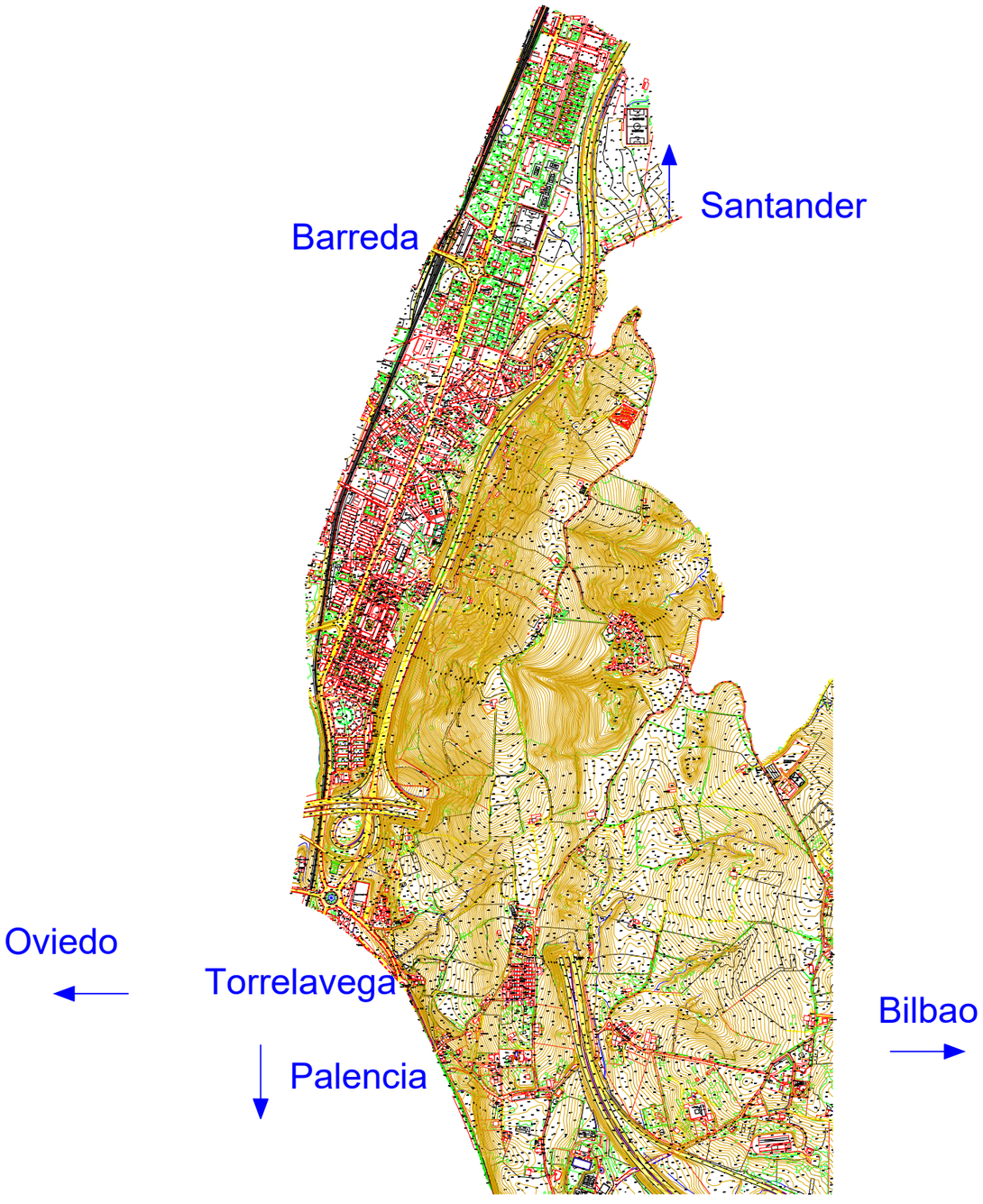
Calcarenisca con Orbitolinas,arcillas y areniscas

Limos, arcillas y areniscas

LEYENDA



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Mapa Geológico**	Número de plano: Nº3 Escala: Sin escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

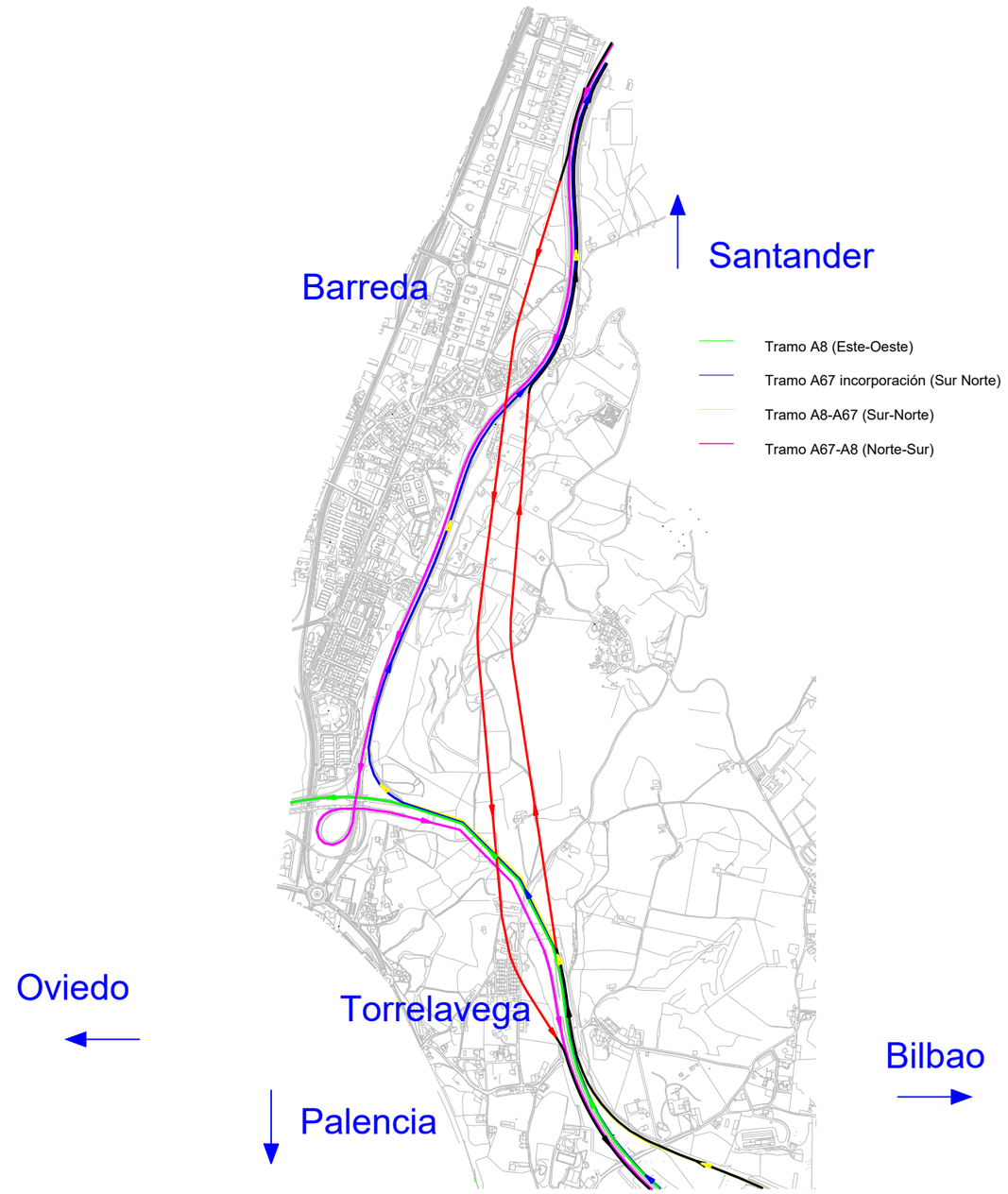
Topografía General

Número de plano:
Nº4

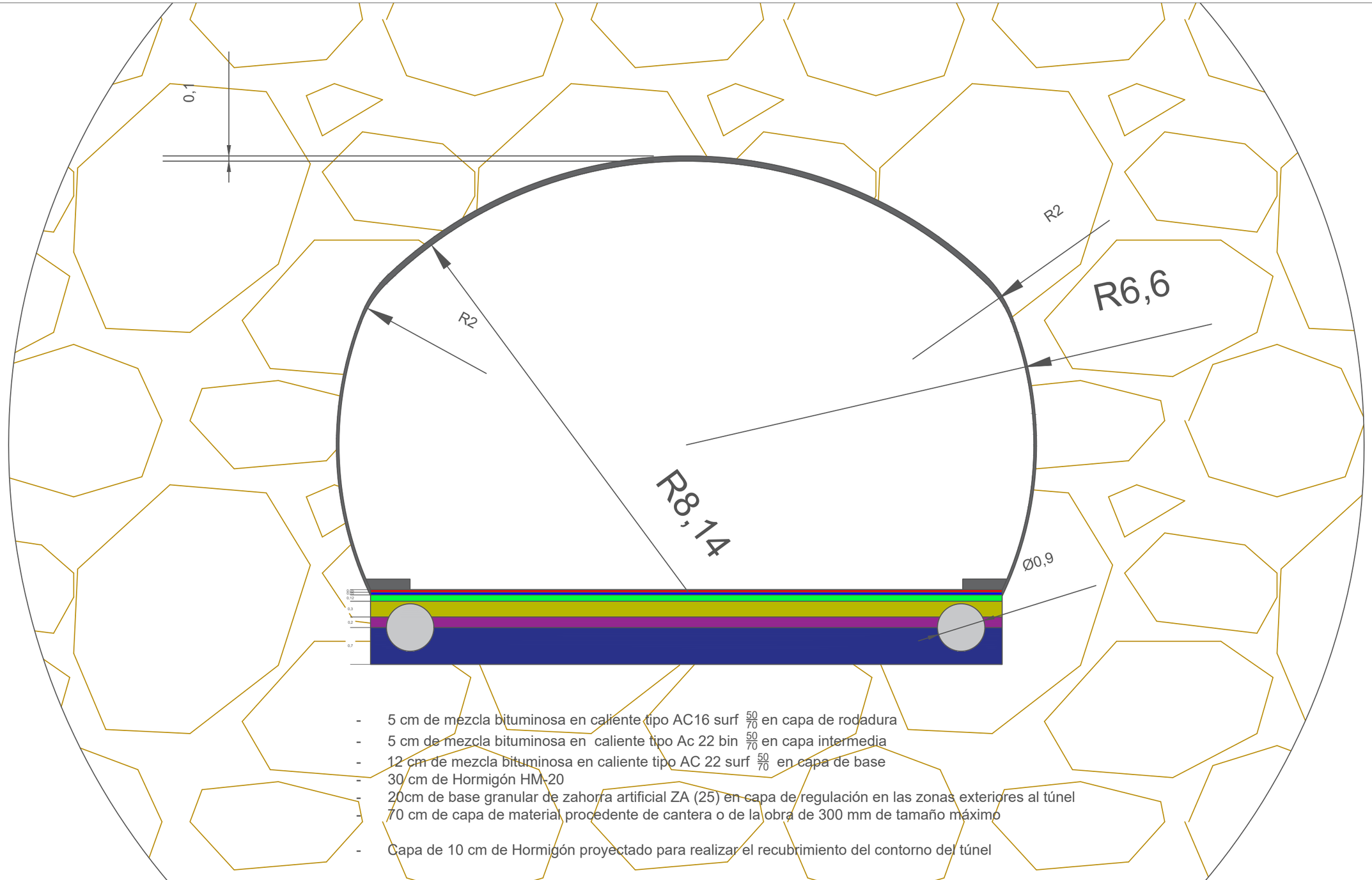
Escala:
1/1000

Fecha:
Diciembre 2015

Descripción:
Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Trazado en planta**	Número de plano: Nº5 Escala: Sin escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos



- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf $\frac{50}{70}$ en capa de rodadura
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo Ac 22 bin $\frac{50}{70}$ en capa intermedia
- 12 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 surf $\frac{50}{70}$ en capa de base
- 30 cm de Hormigón HM-20
- 20cm de base granular de zahorra artificial ZA (25) en capa de regulación en las zonas exteriores al túnel
- 70 cm de capa de material procedente de cantera o de la obra de 300 mm de tamaño máximo

- Capa de 10 cm de Hormigón proyectado para realizar el recubrimiento del contorno del túnel

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor: Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

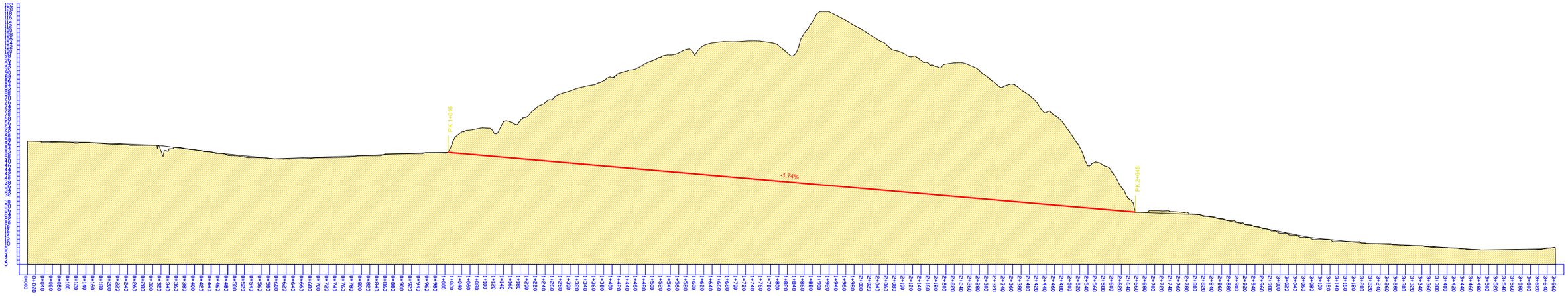
Sección tipo

Número de plano: Nº6

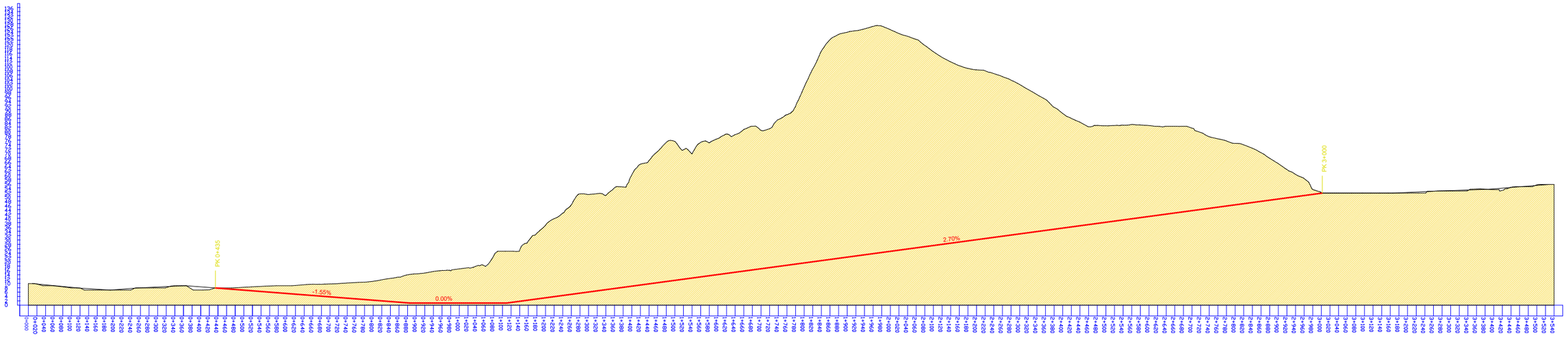
Escala: Sin escala

Fecha: Diciembre 2015

Descripción: Documento Nº 2 Planos

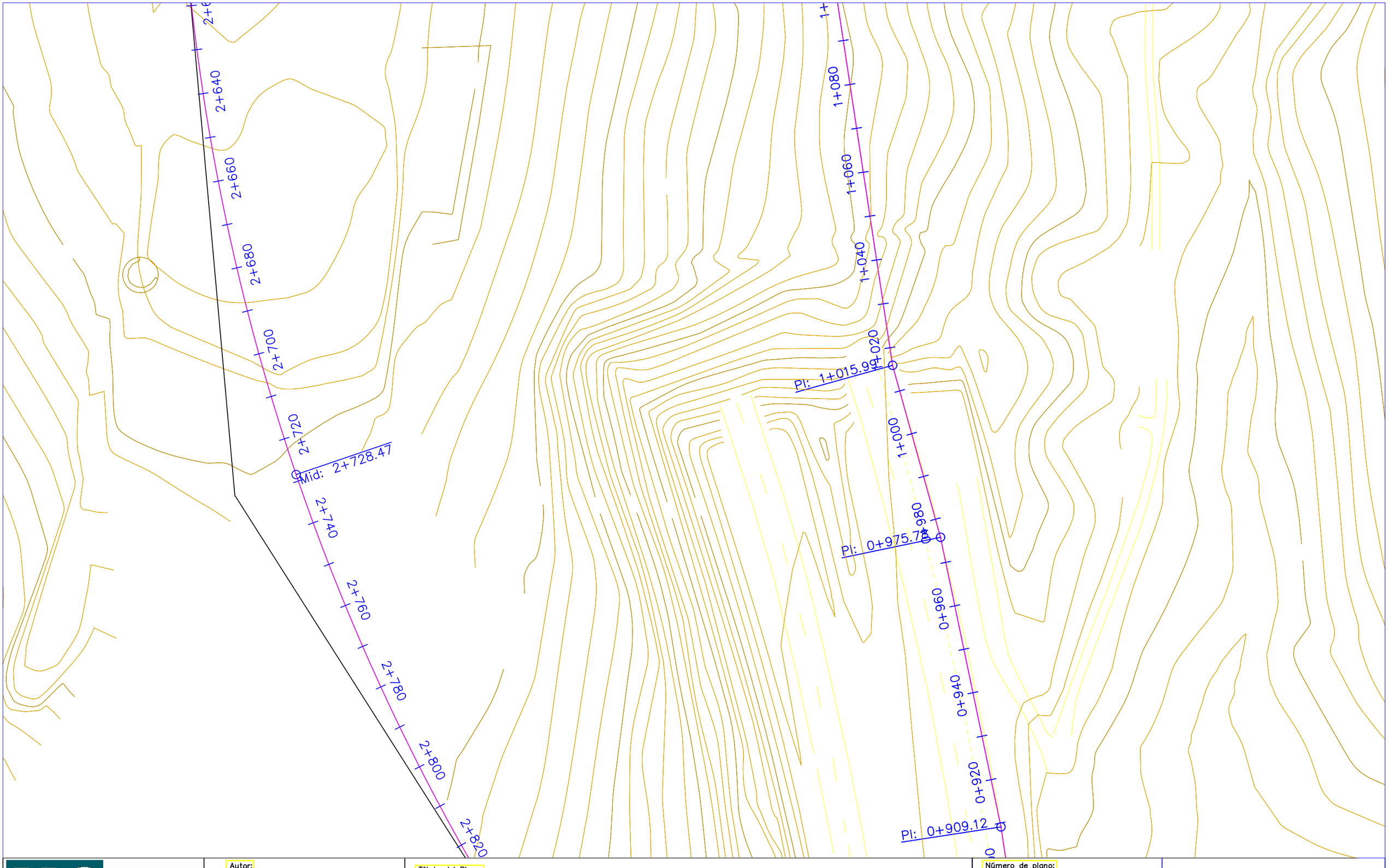


Perfil Sur Norte

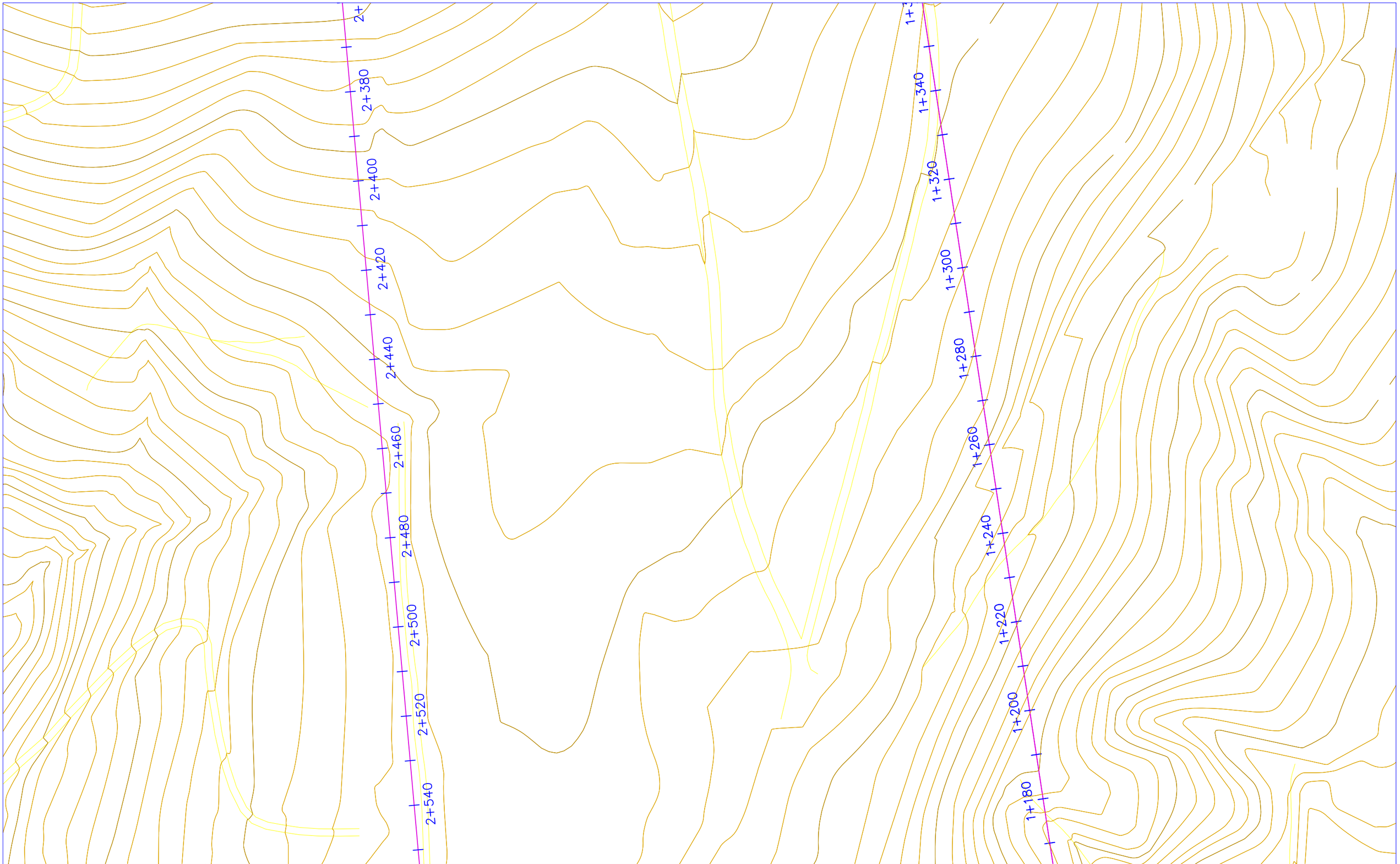


Perfil Norte Sur

UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Perfiles Longitudinales**	Número de plano: Nº7 Escala: Sin escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos



UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: **Trazado de los túneles - Zona 1**	Número de plano: NÜ8.1 Escala: 1: 200
			Diciembre 2015 Documento Nº 2 Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

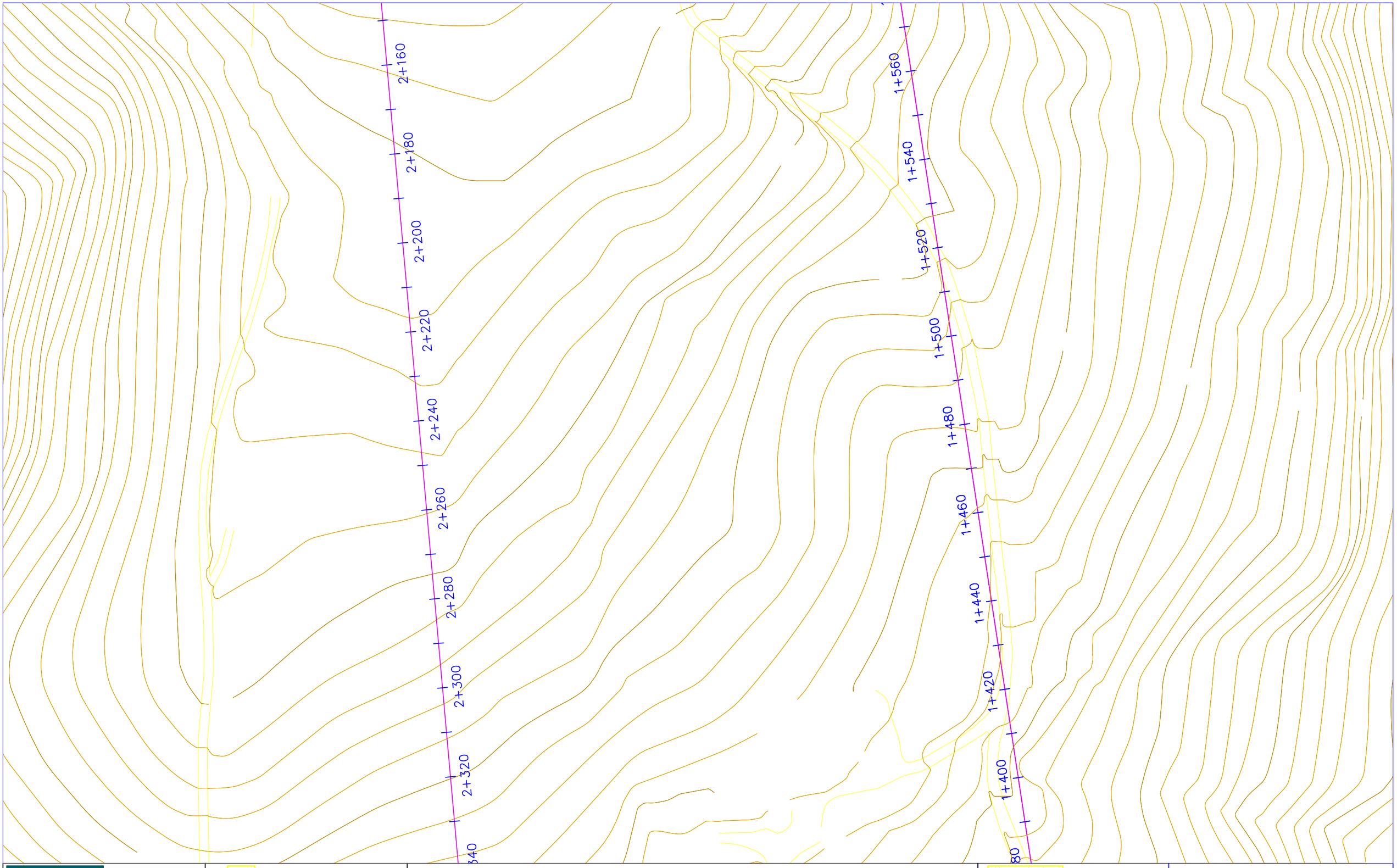
Trazado de los túneles - Zona 2

Número de plano:
NÜ8.2

Escala:
1: 200

Diciembre 2015

Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

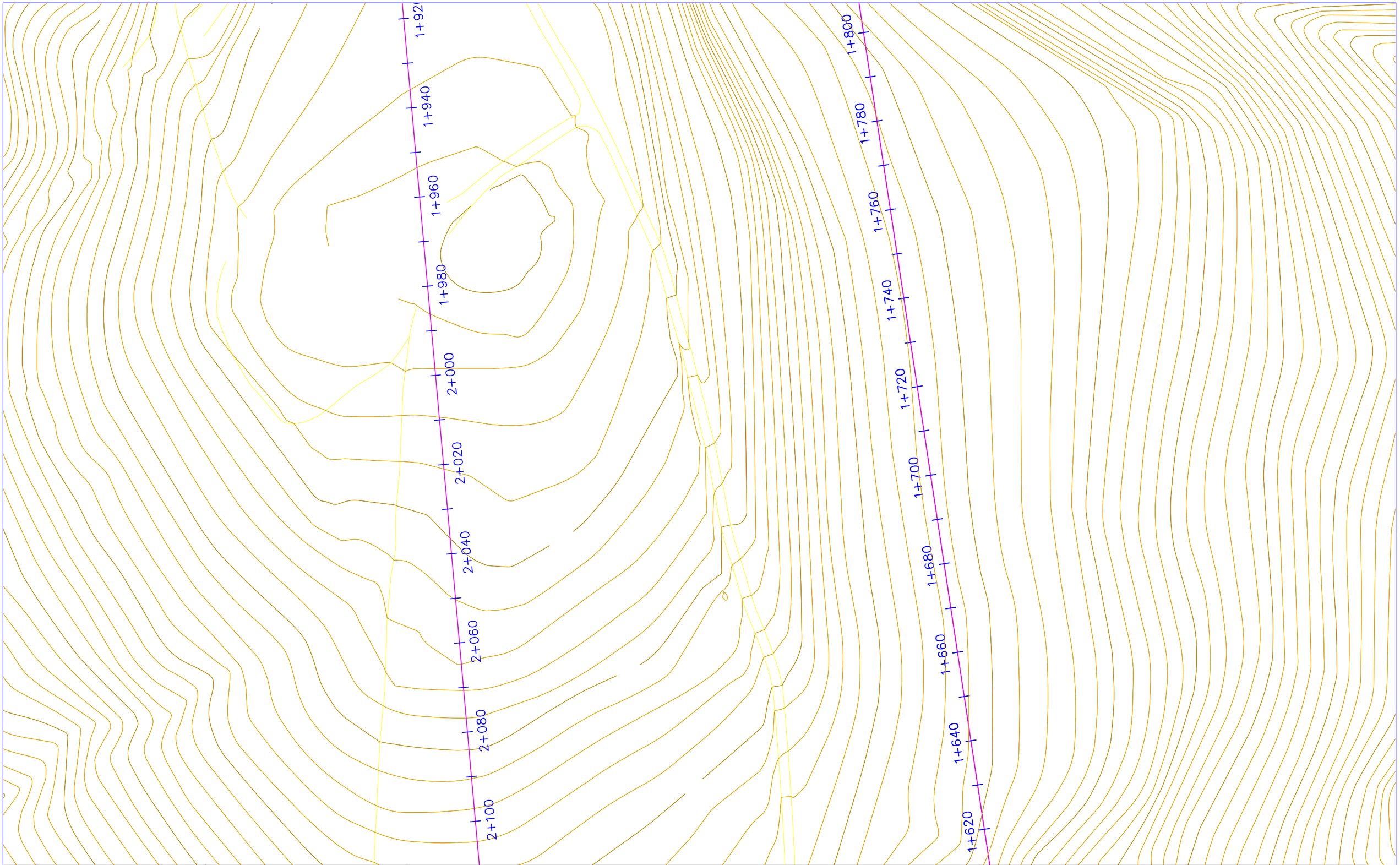
Trazado de los túneles - Zona 3

Número de plano:
NÜ8.3

Escala:
1: 200

Diciembre 2015

Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

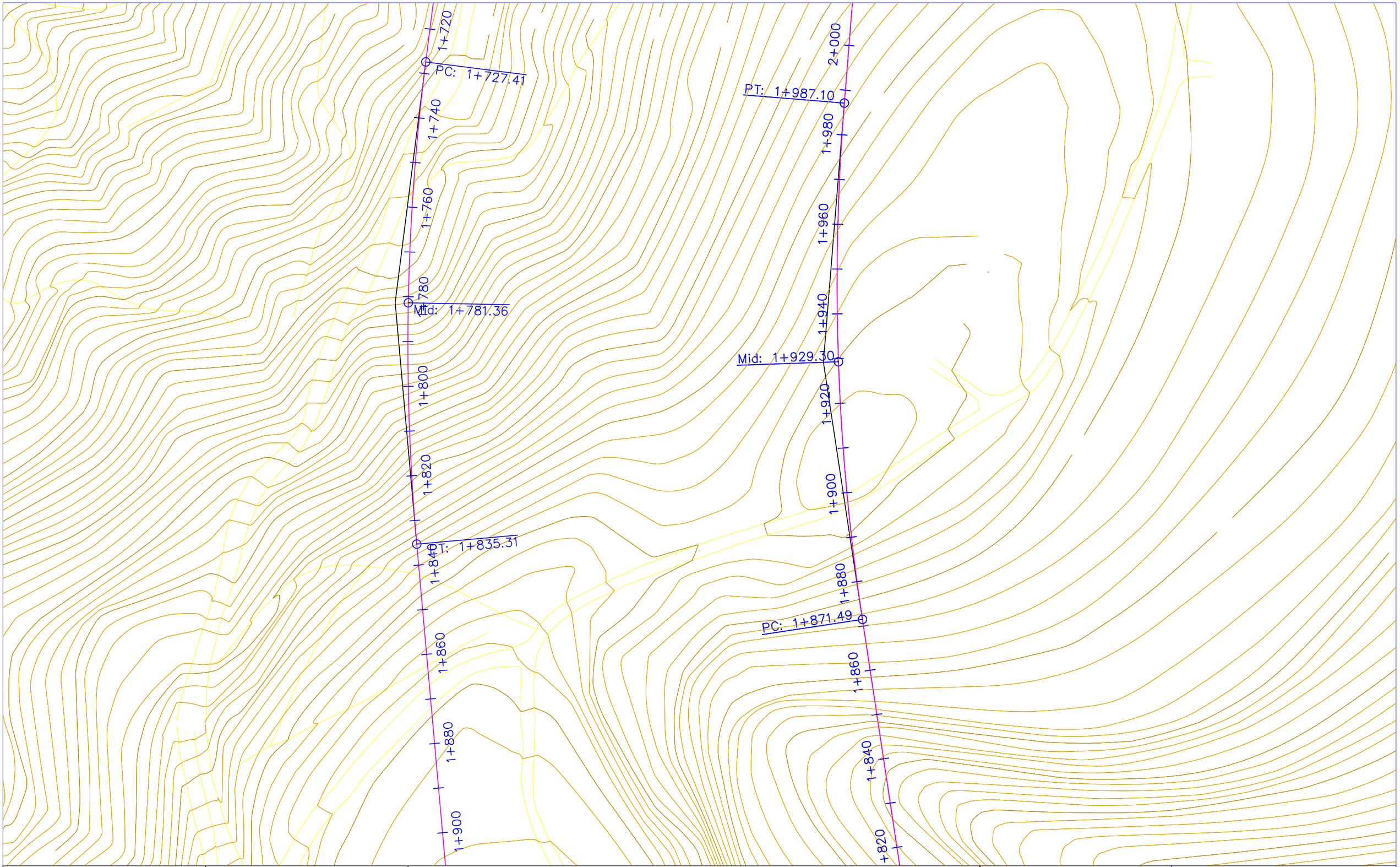
Trazado de los túneles - Zona 4

Número de plano:
NÜ8.4

Escala:
1: 200

Diciembre 2015

Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor: Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

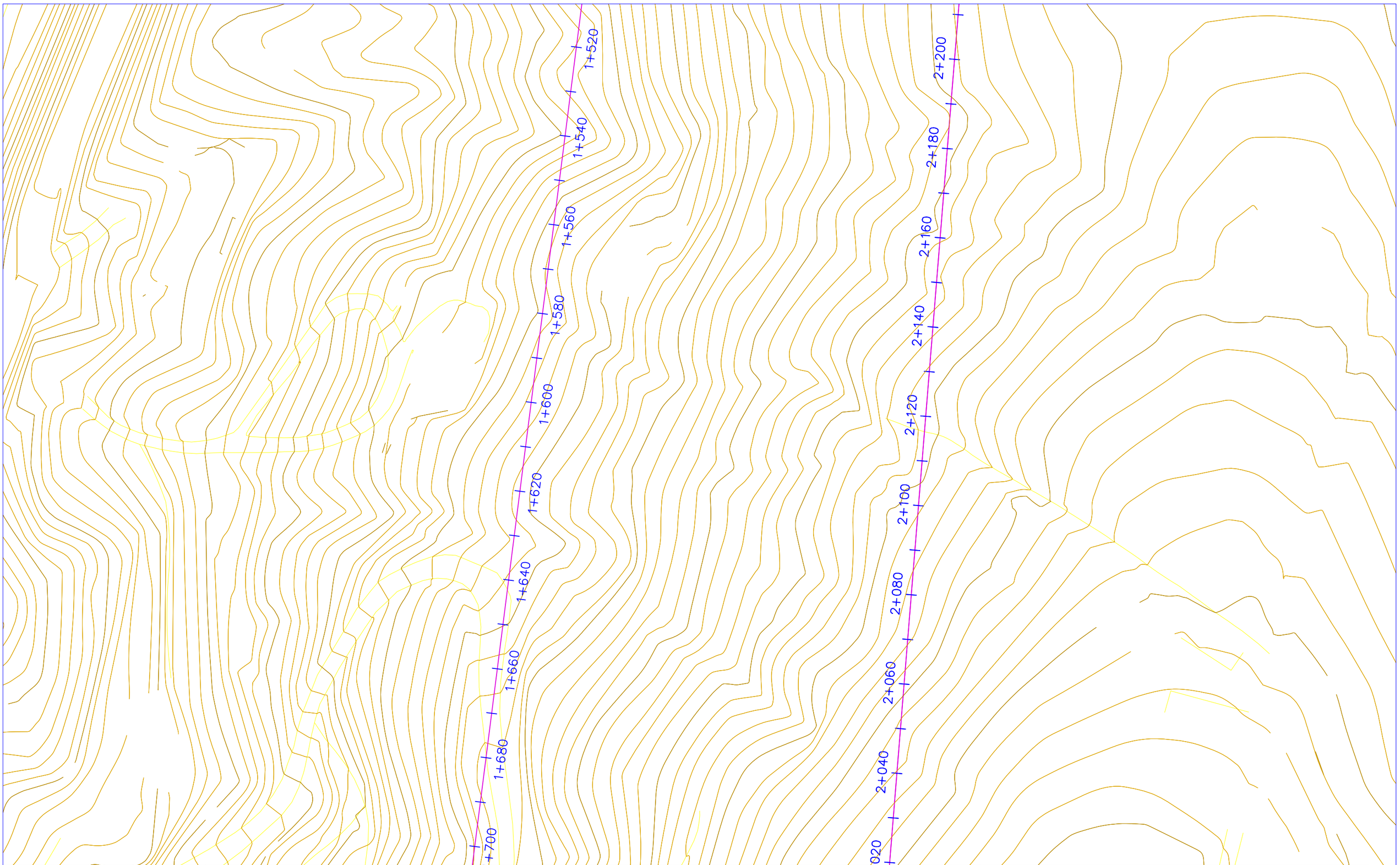
Trazado de los túneles - Zona 5

Número de plano: NÚ8.5

Diciembre 2015

Escala: 1: 200

Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

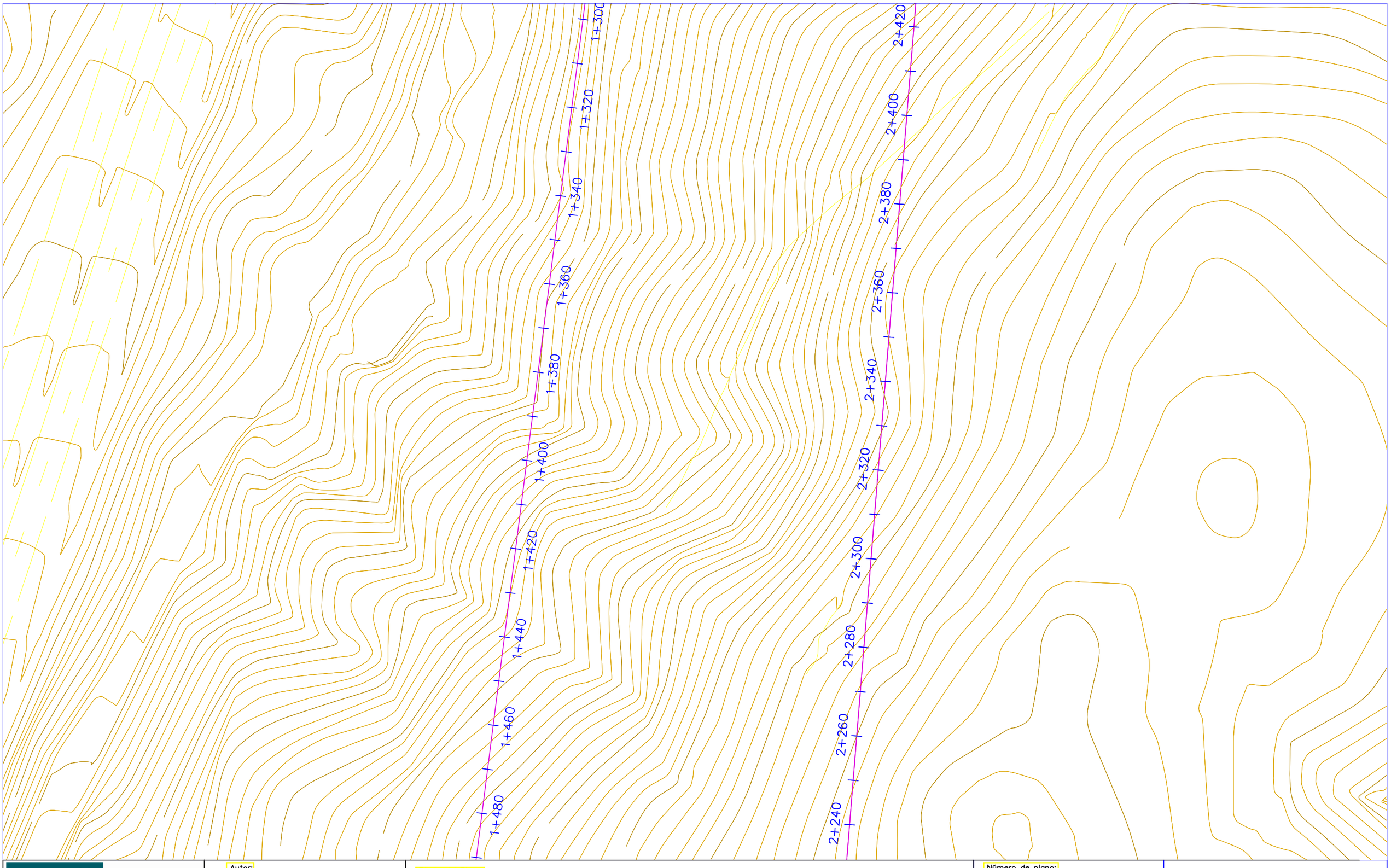
Trazado de los túneles - Zona 6

Número de plano:
NÜ8.6

Escala:
1: 200

Diciembre 2015

Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

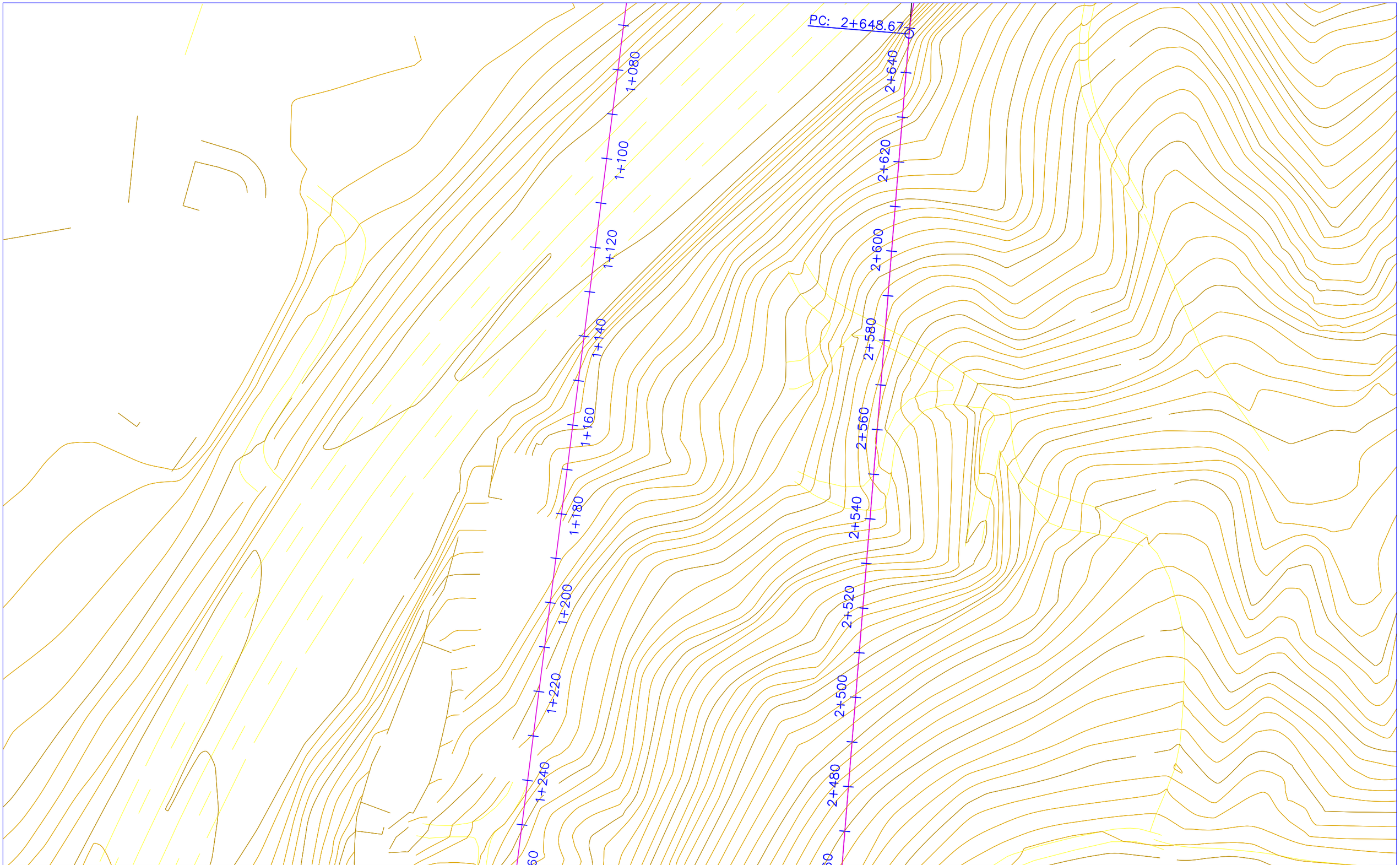
Título del Plano:
Trazado de los túneles - Zona 7

Número de plano:
NÜ8.7

Escala:
1: 200

Diciembre 2015

Documento Nº 2
Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor:
Jesús Sobrino Trueba

Firma:

Título del Plano:

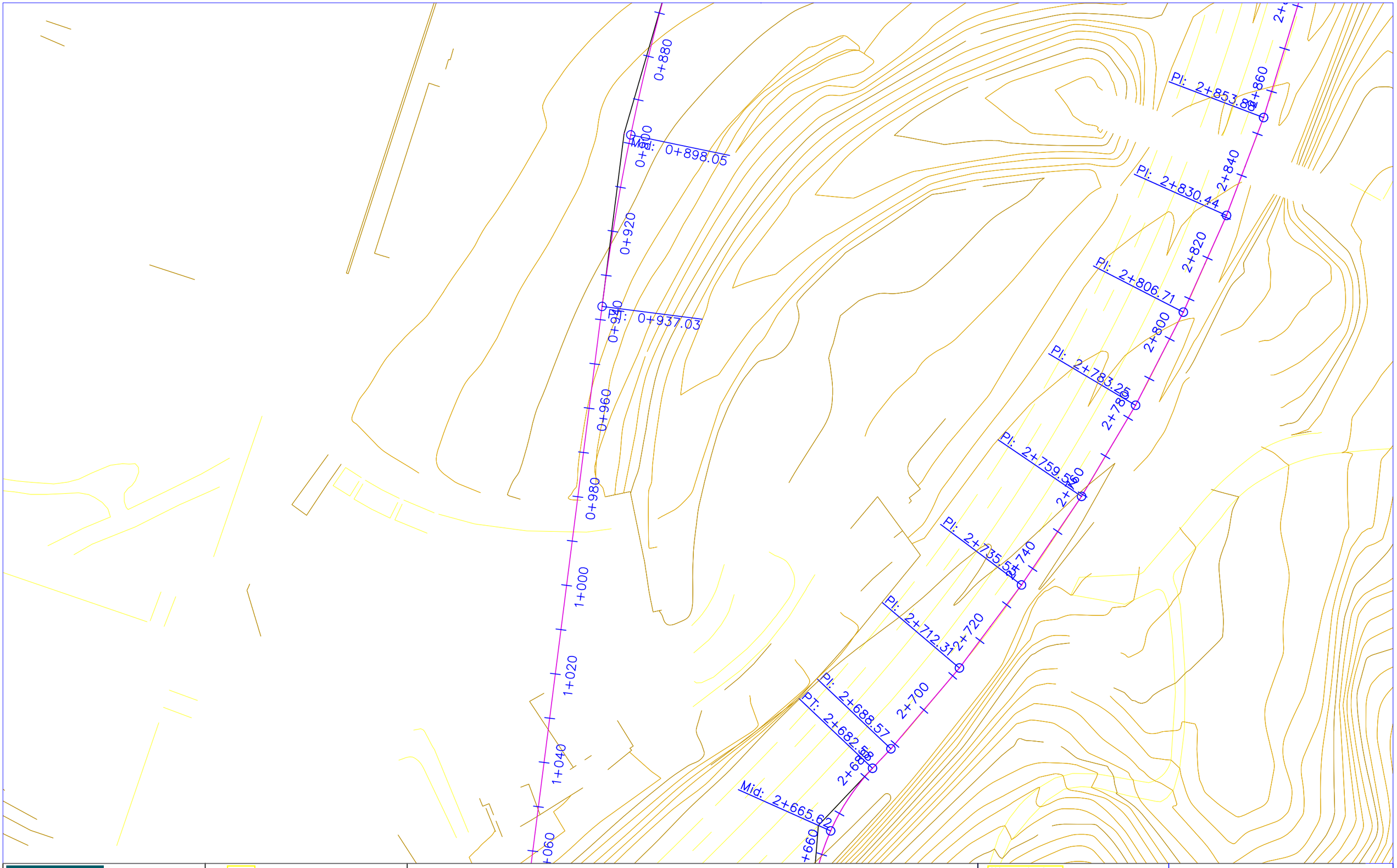
Trazado de los túneles - Zona 8

Número de plano:
NÜ8.8

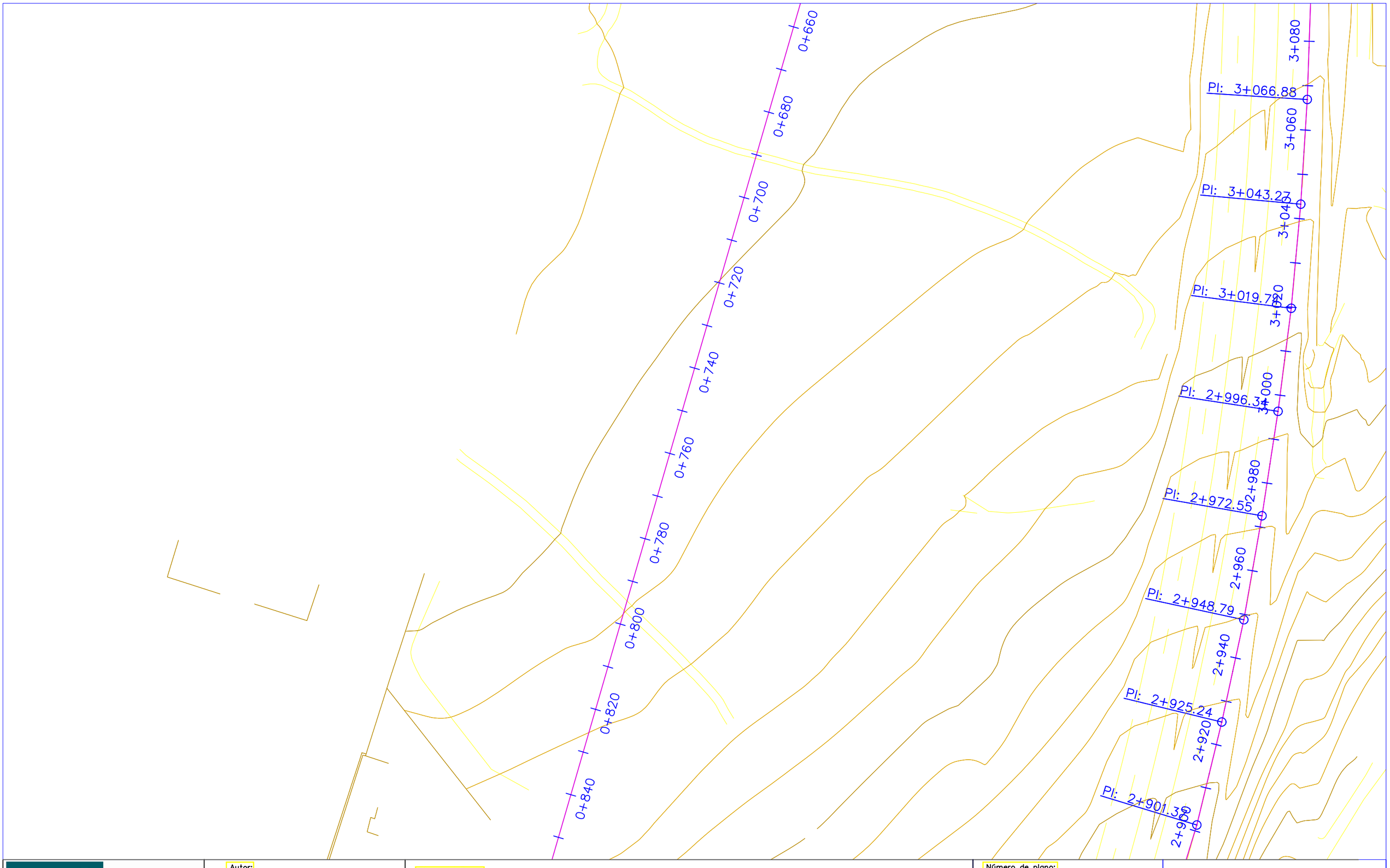
Escala:
1: 200

Diciembre 2015

Documento Nº 2
Planos



UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Trazado de los túneles - Zona 9	Número de plano: NÚ8.9 Escala: 1: 200
			Diciembre 2015 Documento Nº 2 Planos



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Autor: Jesús Sobrino Trueba

Firma:

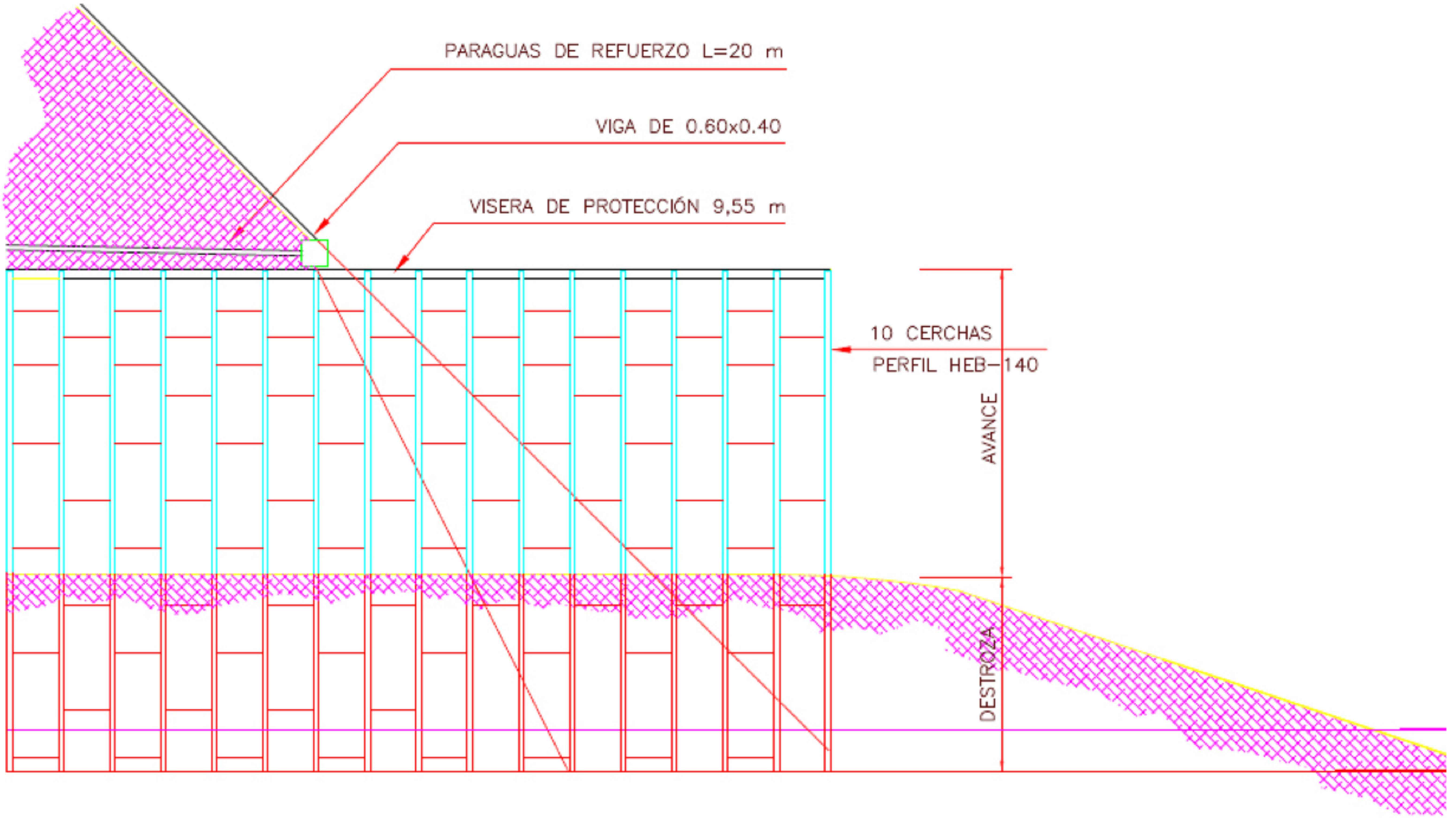
Título del Plano: Trazado de los túneles - Zona 10

Número de plano: NÜ8.10

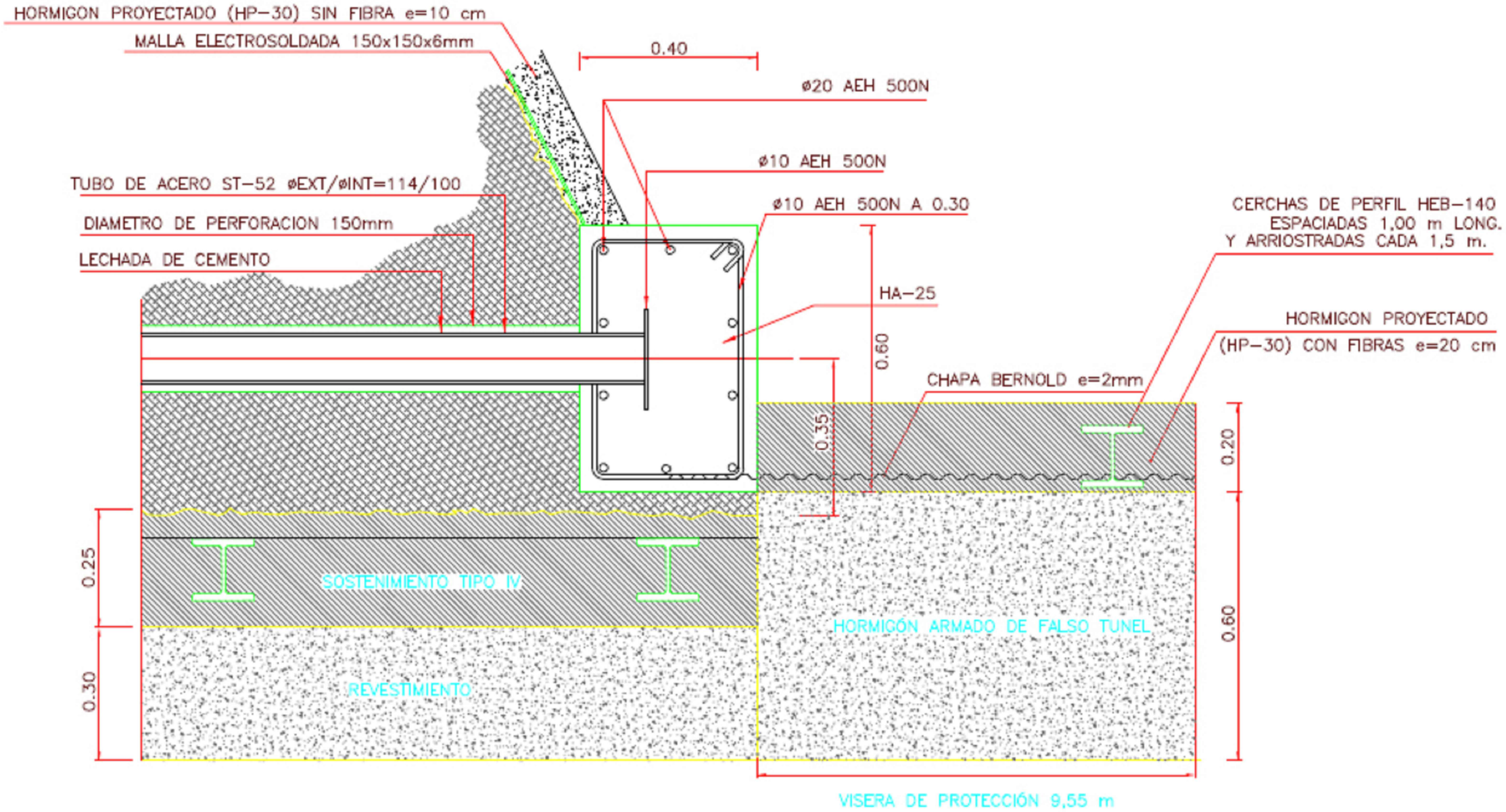
Escala: 1: 200

Diciembre 2015

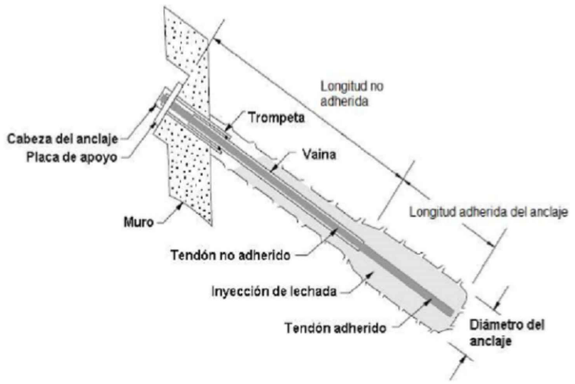
Documento Nº 2 Planos

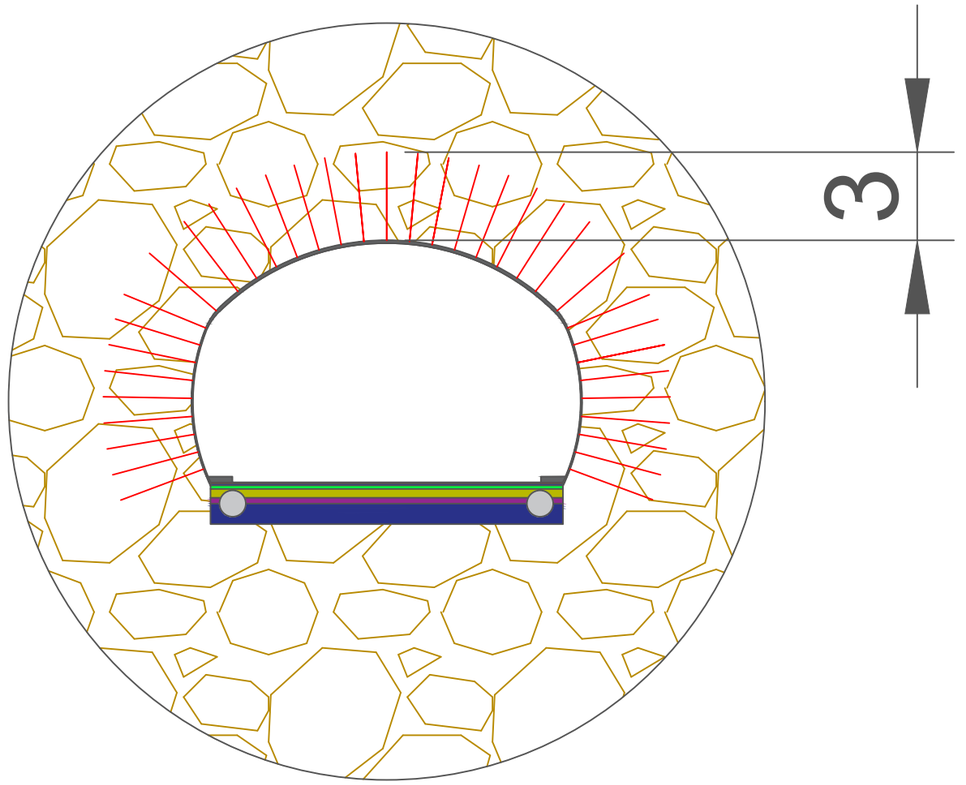


UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Sistema de ejecución del túnel -Esquema de emboquille	Número de plano: NÜ9.1 Escala: Sin Escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos



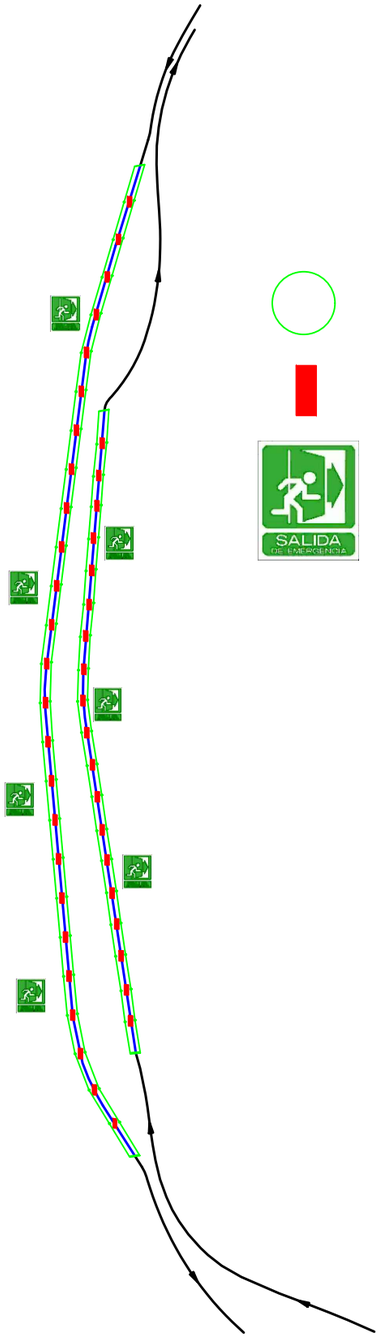
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: 5ŜűI·ffŜ ±ʎƎI· ŘŜ !űI·Ř2	Número de plano: NÜ9.2 Escala: Sin Escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos





- Distancia máxima del bulonado al frente:
  - 2 pases de excavación
- Distancia máxima de colocación de la 2º capa de hormigón proyectado al frente:
  - 3 pases de excavación
- Bulones:
  - Proyección sobre la vertical de la longitud de los bulones colocados en la fase de avance
  - Se colocaran inclinados 45º hacia el sentido de avance para evitar la caída de posibles cuñas de roca

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Sostenimiento avance del túnel	Número de plano: Nº9.3 Escala: Sin Escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos

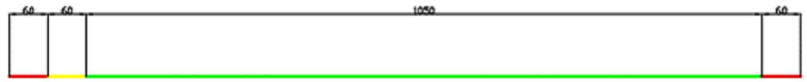


Sistema de Drenaje (Arquetas cada 80 metros a ambos lados de la calzada)

Sistema de ventilación (Ventiladores cada 80 metros)

Salidas de emergencia (Cada 400 metros)

Distribución Luminarias cada 2 m



256,46 cd/m2

6,41 cd/m2

2 cd/m2

345,86 cd/m2

8,64 cd/m2

2 cd/m2

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Autor: Jesús Sobrino Trueba Firma:	Título del Plano: Distribución servicios túneles	Número de plano: bôмл Escala: Sin escala	Fecha: Diciembre 2015 Descripción: Documento Nº 2 Planos

Documento Nº3

"Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares"

INDICE

PLIEGO DE CONDICIONES

1. EXCAVACIONES EN TÚNELES Y TRABAJOS DE EMBOQUILLES

1.1. **Definiciones y condiciones generales**

1.1.1. Definición

1.1.2. Condiciones generales

1.2. Excavaciones

1.2.1. Condiciones del proceso de ejecución

1.2.1.1. Excavación con explosivos

1.2.1.2. Excavación con rozadora

1.2.1.3. Saneos

1.2.1.4. Longitud de avance y excesos o defectos en excavación

1.2.1.5. Ordenación de las fases de excavación

1.2.2. Medición y abono

1.3. **Emboquilles**

1.3.1. Paraguas de protección y viga de atado

1.3.2. Bulones

1.3.3. Malla de acero

1.3.4. Hormigón proyectado

1.4. Medición y abono

1.5. **Normativa de obligado cumplimiento**

1.5.1. Normativa general

1.5.2. Utilización de explosivos

2. SOSTENIMIENTOS EN TÚNELES

2.1. **Definición y condiciones generales**

2.1.1. Definición

2.1.2. Condiciones generales

2.1.2.1. Tipos de sostenimientos

2.1.2.2. Normas generales de ejecución

2.1.2.3. Preocupaciones especiales

2.1.2.4. Refuerzos

2.2. Condiciones del proceso de ejecución

2.2.1. Bulones

2.2.1.1. Materiales

2.2.1.2. Puesta en obra

2.2.1.3. Ensayos y controles

2.2.2. Mallazo

2.2.2.1. Materiales

2.2.2.2. Puesta en obra

2.2.3. Fibras de acero

2.2.4. Cerchas
2.2.4.1. Materiales
2.2.4.2. Puesta en obra
2.2.5. Hormigón proyectado
2.2.5.1. Materiales básicos
2.2.5.2. Requisitos requeridos
2.2.5.3. Dosificación de referencia
2.2.5.4. Puesta en obra
2.2.5.5. Control y ensayos
2.3. Medición y abono
2.4. **Normativa de obligado cumplimiento**
3. CONTROL, AUSCULTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE TÚNELES
3.1. **Definición y condiciones generales**
3.1.1. Definición
3.2. **Medida de convergencias**
3.2.1. Definición
3.2.2. Ejecución
3.2.3. Medición y abono
3.3. Extensómetros
3.3.1. Definición
3.3.2. Ejecución
3.3.3. Medición y abono
3.4. Células de presión
3.4.1. Definición
3.4.2. Ejecución

1. EXCAVACIONES EN TUNELES Y TRABAJOS DE EMBOQUILLES

1.1. Definición y condiciones generales

1.1.1. Definición

Operaciones de excavación de túneles en avance y en destroza con medios mecánicos o con explosivos. Se incluyen asimismo las operaciones y tratamientos en el entorno de las bocas de los túneles. Todos los datos de este pliego han sido obtenidos del PG-3 [2].

1.1.2. Condiciones generales

Por razones geotécnicas y por problemas constructivos (altura), la excavación de los túneles se efectuará en fases sucesivas correspondientes a avance (media sección superior), destroza (media sección inferior), definidas geométricamente en los planos.

Durante la ejecución de la obra se podrían subdividir estas unidades en secciones parciales, cuando las características del terreno así lo exigieran para garantizar la estabilidad de las secciones excavadas.

En los planos se define la situación y características de los tipos de sostenimiento proyectados y, para cada uno de ellos, las líneas que servirán de referencia para la medición y abono de las unidades de excavación, que incluyen la previsión de tolerancias de sobreexcavaciones.

A efectos de la medición y abono de la excavación y el sostenimiento, se han clasificado los diferentes terrenos a excavar en túnel, tomando con carácter meramente orientativo el índice geomecánico RMR de Bieniawski (1989).

El gálibo de abono de excavación será el definido en los planos para cada tipo de terreno.

Todas la sobreexcavaciones resultantes del proceso de excavación se considerarán incluidas en los volúmenes de excavación de las secciones definidas, sin prejuicio de que sobreexcavaciones anormales o excesivas. Puedan ser penalizadas con la colocación de sostenimientos al margen de los definidos que garanticen la rigidez y continuidad del sostenimiento.

Si se produjeran desprendimientos localizados, de un volumen superior a 5 metros cúbicos, y su origen se debiera a causas no imputables al Contratista, serán de abono las medidas destinadas a su reparación, con las especificaciones y precios indicados en el Artículo correspondiente de este Pliego.

1.2. Excavaciones

1.2.1. Condiciones del proceso de ejecución

1.2.1.1. Excavación con explosivos

A. Generalidades

Se prescribe el uso preferente de excavación con explosivos en la zona en la que se atraviesa roca (primera mitad del túnel). La eventual propuesta del Contratista de realizar la excavación

mediante métodos mecánicos en este tipo de terreno, será únicamente considerada por la Dirección de Obra si la maquinaria ofertada para ello (rozadora) reúne las características mínimas de 300 (trescientos) KW en cabeza de corte y peso propio superior a 80 (ochenta) toneladas.

Antes del inicio de los trabajos de excavación, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su aceptación, los esquemas de tiro que piense utilizar. El plan de tiro inicial podrá ser modificado en función de la experiencia adquirida durante la ejecución de la obra, previa aprobación de la Dirección de Obra, por escrito.

El plan de tiro deberá analizar en particular:
Tipos y características técnicas de los explosivos previstos.

- Reparto de las cargas de barrenos.
- Diámetro y longitud de los barrenos.
- Distancia entre barrenos.
- Retardos y micro-retardos previstos.
- Cargas instantáneas y cargas totales.

Al establecer las cargas a aplicar se tendrá en cuenta la proximidad de estructuras que puedan resultar afectados por las voladuras (en este caso no hay edificios próximos).

El contratista deberá cuidarse del buen recorte de la sección en cualquier tipo de terreno, condición esencial para la correcta aplicación del "Nuevo Método Austríaco".

Evitará en particular la dislocación de la roca en el entorno de la excavación y las irregularidades del recorte. Por eso deberá utilizar la técnica del recorte fino, cuyas características principales se indican en el apartado siguiente.

B. Plan de tiro. Recorte fino.

Los barrenos de contorno o de perfil deberán ser rigurosamente paralelos y equidistantes (desviación máxima tolerada de tres centímetros por metro). La distancia (E) entre barrenos del perfil no sobrepasará quince veces el diámetro del barreno. La relación entre esta distancia E y la distancia V entre la línea de perfil y la línea de barrenos contigua estará comprendida entre
0,5 y 0,8 (0,5<E/V<0,8).
El tipo de explosivo se seleccionará entre los más adecuados para este trabajo, dentro de los existentes en el mercado.

El explosivo se repartirá uniformemente en toda la longitud del barreno y el diámetro de las cargas será aproximadamente la mitad del diámetro de los barrenos.
Los barrenos del perfil se tirarán simultáneamente y en la última fase de la voladura.
Ambas fases de la excavación (Calota y destroza) se van a realizar mediante barrenos horizontales, ya que la altura de la sección de avance nos limita la maquinaria del túnel por la altura de la perforadora vertical. Para poder realizar la voladura de destroza sin dañar el frente saneado y bulonado de la sección de calota, se procederá a la colocación de un mallazo de seguridad en toda la superficie superior de la destroza, reteniendo así las posibles proyecciones que se produzcan hacia el techo del túnel.

1.2.1.2. Excavación con rozadora

Este método podrá utilizarse en el mismo terreno que la excavación mediante voladura, y como sustitutivo de éste método, siempre que se den las condiciones citadas anteriormente: características mínimas de 300 (trescientos) KW en cabeza de corte y peso propio superior a 80 (ochenta) toneladas.

El abono de los trabajos se realizará mediante el precio de metro cúbico excavado para cada tipo de terreno, independientemente de su ubicación en la sección (avance o destroza).

1.2.1.3. Saneos

Inmediatamente después de la excavación de cada avance y previamente a la colocación de la capa de sellado y el inicio de los sostenimientos, se procederá al saneo de la sección excavada para eliminar bloques potencialmente inestables y la parte de materiales fracturados no desprendidos de la sección. Esta operación será de especial importancia en los tramos excavados mediante voladura.

El saneo se realizará (tanto en las fases de avance como de destroza), incluyendo sus respectivos frentes de avance, donde se llevará a cabo con meticulosidad por tratarse de zonas peligrosas, desprovistas normalmente de sostenimiento, donde se realizan diferentes operaciones de obra. Se realizará un primer saneo con cazo provisto de dientes, eliminando después salientes y bloques de estabilidad dudosa con martillo hidráulico, barras, etc.

La operación de saneo estará siempre vigilada por un capataz experto evitando en todo momento (y especialmente en terrenos muy fracturados) que se produzca el descalce de bloques y el aumento de irregularidades en la sección excavada, que repercutan desfavorablemente en la estabilidad de la sección.

Todas las operaciones descritas en este apartado se considerarán incluidas en los respectivos precios de excavación.

1.2.1.4. Longitud de avance y excesos o defectos en la excavación

La longitud de avance especificada en Proyecto o, en su caso, la establecida por la Dirección de Obra en función de la experiencia del propio túnel, habrá de ser rigurosamente respetada por el Contratista, ya que constituye uno de los parámetros básicos en la seguridad de la realización de la obra, influye en la calidad del perfilado y en el volumen de sobre-excavación, y en consecuencia afecta a la efectividad de los sostenimientos. Si no se respetara esta condición, la responsabilidad y riesgo por los excesos que se produjesen en la excavación recaerán sobre el Contratista y será a su cargo el coste de los elementos de sostenimiento adicionales necesarios para garantizar, a juicio de la Dirección de Obra, la rigidez y continuidad del sostenimiento previsto.

En ningún caso en el perfil final de la excavación se permitirá la existencia de entrantes o concavidades de formas agudas, estando el contratista obligado a regularizar estas partes de la sección con capas adicionales de hormigón proyectado, colocadas a su cargo, hasta que cualquier línea sobre

el perfil resulte con un ángulo inferior a 30º respecto a la teórica. Análogamente deberán recortarse las protuberancias que incidan sobre el perfil teórico.

En el caso de diferencias importantes entre los perfiles de excavación y los teóricos, corresponderá a la Dirección de Obra decidir si el relleno se hace con el material de sostenimiento o, posteriormente y al menos en parte, con el hormigón de revestimiento.

En solera, correrán a cargo del Contratista los mayores espesores de hormigón, material de filtro o regularización, ocasionados por los excesos de excavación.

La adopción por el Contratista de longitudes de avance inferiores a las especificadas en proyecto, y no autorizadas por la Dirección de Obra, no tendrá efecto alguno sobre la clasificación del terreno a efectos de abono. Los defectos de excavación en cuanto al perfilado de la sección transversal, deberán ineludiblemente ser subsanados por el Contratista, manteniéndose el gálibo libre definido en Planos.

A fin de realizar la comprobación y recuperación de la sección, se harán coincidir las labores de saneo con el picado de las partes salientes con martillo rompedor. En caso de subsistir defectos de gálibo o diferencias respecto al perfil teórico tras la colocación de sostenimientos, el Contratista estará obligado a la demolición de las partes afectadas, sustituyendo todos los elementos del sostenimiento en idéntica cantidad y espesor, con la inclusión de los elementos adicionales que la Dirección de Obra juzgue oportunos para la recuperación de la funcionalidad de los sostenimientos, en la medida que éstos puedan ser afectados por los trabajos de repicado y reposición (discontinuidades en la capa de hormigón proyectado, anulación de la efectividad de soleras y contrabóvedas, etc.). Todos los trabajos de reposición del sostenimiento, más los adicionales correrán a cargo del Contratista sin derecho a reclamación.

1.2.1.5. Ordenación de las fases de excavación

En principio, se prevé, seguridad y por comodidad a la hora de colocar el sostenimiento, ejecutar la destroza inmediatamente después del saneo y bulonado de la sección de avance de forma que se vayan cerrando las secciones del túnel a medida que se avanza, evitando así hundimientos durante la ejecución. En caso de características del terreno imprevistas, será el Director de Obra quien fijará las fases de la excavación y la distancia entre las mismas.

Cualquiera que sea el método de excavación, se aplicarán los precios señalados en el Cuadro de Precios Nº 1 del Presupuesto para las fases que se describen.

Los desfases en el tiempo entre las distintas etapas de excavación no supondrán modificación de precios, aunque no coincidan con lo establecido en el proyecto.

1.2.2. Medición y abono

Además de considerar un único precio para las fases de avance, destroza y, cuando sea el caso, contrabóveda, se establecen distintos precios unitarios de excavación, dependiendo de cada tipo de terreno y los medios que sea necesario utilizar en cada caso.

De acuerdo con ello, se han establecido los tipos de excavación definidos en Planos, para cada calidad del terreno atravesado y, por tanto, para distintas longitudes de avance.

La tramificación de cada tipo de terreno y cada tipo de sostenimiento, indicados en el perfil geotécnico longitudinal, es indicativa y las longitudes de cada uno de ellos se medirán de acuerdo a la realidad, sin que puedan dar lugar a ningún tipo de reclamación las eventuales variaciones de longitud en más o en menos respecto a la previsión inicial.

En ningún caso, por tanto, la longitud de avance ni los sostenimientos se pueden considerar fijos y la Dirección de Obra tendrá capacidad para modificarlos por los que a su juicio se adapten mejor a las características reales del terreno, bien sea atendiendo a razones de seguridad inmediata o por conveniencia a largo plazo.

Corresponde a la Dirección de Obra dar su conformidad por escrito a la calificación del terreno que se haya asignado a partir las observaciones realizadas "in situ", especificando los puntos kilométricos de su aplicación a efectos de la longitud de pase y los sostenimientos previstos.

La medición de la excavación se efectuará por metros cúbicos (m3) de material excavado, calculado como producto de la sección teórica que figura en los Planos para cada tipo de terreno por la longitud del túnel realmente avanzada medida a lo largo del eje de la misma.

En ningún caso serán de abono las sobreexcavaciones existentes por encima de la línea de abono marcada en los Planos para cada una de las secciones tipo.

Únicamente serán de abono separado las sobreexcavaciones tendentes a la compensación de grandes convergencias en el túnel.

Tampoco serán de abono los gastos ocasionados por la instalación y funcionamiento de las instalaciones complementarias encaminadas a conseguir:

- El agotamiento de las aguas de infiltración procedentes del macizo excavado
- Una ventilación y una iluminación adecuadas de los túneles en general y de los frentes de trabajo en particular.
- El suministro permanente en los frentes de trabajo de agua, electricidad y aire comprimido para el funcionamiento de las herramientas y la maquinaria.

En caso de producirse caídas de material por causas fortuitas no achacables al Contratista, será de abono la retirada y vertido del escombro resultante y el relleno del hueco y aplicación de un sostenimiento adicional que apruebe la Dirección de Obra.

A los efectos de abono de la excavación y del sostenimiento, el tipo de sostenimiento vendrá únicamente determinado por las instrucciones escritas que la D.O. remita al contratista durante la obra, en las que se especificará exactamente en qué punto del túnel cambia el tipo de sostenimiento.

El abono de las obras se efectuará aplicando a la medición obtenida el precio adecuado de los contenidos en el Cuadro de Precios nº1. Dichos precios incluyen todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para la excavación del material, su carga, transporte a vertedero y canon de vertido si existiere.

1.3. Emboquilles

1.3.1. Paraguas de protección y viga de atado

Los paraguas estarán constituidos, según indican los Planos, por micropilotes armados mediante el propio tubo de perforación-inyección. El conjunto quedará inyectado con lechada de

cemento. La lechada irá conducida por el interior de la tubería, prolongando la inyección hasta el retorno de la misma por el espacio anular entre la tubería y taladro.

Los taladros se ejecutarán siguiendo el contorno de la excavación, a la distancia que marcan los planos entre ejes y respecto al perfil teórico de la sección libre, con una ligera pendiente (2%) que garantice que taladros desviados no afecten a la sección.

El total de unidades previstas será modificable por la Dirección de Obra, a la vista de las características reales de los terrenos excavados.

Tanto la viga de atado de hormigón armado, uniendo todas las cabezas de los micropilotes, como en su caso la "visera" de transición entre la excavación subterránea y la boquilla o falso túnel, constituída por perfiles metálicos en combinación con chapas Bernold, mallazo, hormigón proyectado, etc. se ejecutarán con las características y especificaciones que marcan los Planos y los artículos correspondientes del presente Pliego, y se abonarán a los precios definidos en el Proyecto.

1.3.2. Bulones

Tanto los bulones anclados formando malla sobre el talud frontal como los que se dispongan en corona circular, formando aureola de protección alrededor de la boca del túnel, se colocarán a las distancias que especifiquen los Planos y se fijarán con lechada de cemento.

Las características de los bulones serán similares a las de los descritos para el sostenimiento del túnel por lo que en todo caso se aplicarán los conceptos de ejecución, control y medición definidos en el capítulo de sostenimiento.

1.3.3. Malla de acero

La malla cosida a la pared del desmonte mediante los bulones, según
Planos, deberá adaptarse al máximo posible a las irregularidades del terreno, para lo cual se utilizará la densidad de clavos de fijación que sea necesaria.

1.3.4. Hormigón proyectado

Será de las mismas características definidas para los sostenimientos del túnel. La capa de hormigón proyectado se extenderá recubriendo toda la corona reforzada de bulones y mallazo y su espesor mínimo será el indicado en Planos.

1.4. Medición y abono

La forma de medición y abono de los diferentes precios correspondientes a los trabajos desarrollados en los emboquilles de los túneles se describen a continuación:

- Los bulones para sostenimiento de los taludes provisionales de emboquille se medirán y abonarán por metro lineal (m) de bulón realmente instalado con las condiciones descritas en los Planos de Proyecto, según el precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1. El precio incluye la perforación, eventual entubación, materiales, cementación o resinado y medios auxiliares para el acceso a cada punto y la instalación, terminación y anclaje del bulón.

- La malla de triple torsión y la malla electrosoldada para sostenimiento de los taludes provisionales de emboquille se medirán y abonarán por metro cuadrado (m2) de malla realmente instalada con las condiciones y mediciones teóricas descritas en los Planos de Proyecto, según los precios respectivos del Cuadro de Precios nº 1. Los precios incluyen los materiales y medios auxiliares para su correcta colocación sobre los taludes, así como la parte proporcional de solapes, recortes, etc.
- El hormigón proyectado se medirá por metros cúbicos (m3) colocados, aplicando las mediciones teóricas obtenidas de los Planos. En ningún caso se aplicarán las dimensiones reales del perfil de excavación realmente ejecutado ni será de abono el volumen de hormigón proyectado que no quede adherido y caiga o rebote de la superficie del talud. Igualmente, tampoco será de abono la retirada de este material de rechazo al vertedero.

- El abono de hormigón proyectado se efectuará aplicando el precio correspondiente indicado en el Cuadro de Precios nº 1, a la medición obtenida siguiendo el procedimiento indicado anteriormente.
- Los micropilotes de emboquille de túnel se medirán y abonarán por metro lineal (m) de micropilote realmente colocado con los criterios establecidos en los Planos de Proyecto, según el precio correspondiente que se indica en el Cuadro de Precios nº 1.
- El precio incluye perforación, eventual entubación del taladro, inyección y materiales colocados, aplicado a la longitud de micropilote realmente ejecutada.
- La viga de atado de emboquille de medirá y abonará de igual manera que el resto de las estructuras de hormigón armado.

1.5. Normativa de obligado cumplimiento

1.5.1. Normativa General

- PG 3/75 "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes." con las enmiendas aprobadas por las Órdenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE núm. 213 del 5.9), O.M. del 21.1.88 (BOE núm. 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE núm. 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE núm. 242 del 9.10).

- IOS-98 Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (B.O.E. 1.12.98).

1.5.2. Utilización de explosivos

- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril "Reglamento General de Normas Básica de Seguridad Minera."
- Órdenes del 20 de marzo de 1986 (BOE 11 de abril) y del 16 de abril de 1990 (BOE 30 de abril) ITC MIE SM "Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera."

- Normativa estatal, autonómica y local sobre utilización de explosivos.

- Orden del 20 de Junio de 1986 “Catalogación y homologación de explosivos”.

2. SOSTENIMIENTOS EN TÚNELES

2.1. Definición y condiciones generales

2.1.1. Definición

Operaciones de contención y apuntalamiento de las excavaciones en túneles, aplicables en las fases de avance y de destroza, utilizando, los elementos usuales para estos fines: bulones, mallazo, hormigón proyectado, cerchas, etc.

2.1.2. Condiciones generales

2.1.2.1. Tipos de sostenimientos

Dentro del conjunto de elementos a colocar en la sección del túnel para garantizar su estabilidad se establece una diferenciación entre sostenimientos ordinarios colocados durante la excavación del túnel y elementos singulares o de refuerzo. Estos últimos son los que se colocan, previa autorización de la Dirección de Obra, en secciones ya excavadas o sostenidas pero cuyo comportamiento, determinado a través de las medidas de convergencia o mediante inspección de fallos y grietas, aconseja refuerzos adicionales.

Los Planos definen los tipos de sostenimientos ordinarios a colocar en el frente y en los emboquilles, con los elementos usuales de la técnica del Nuevo Método Austríaco de Construcción de Túneles (bulones, mallazo, hormigón proyectado y cerchas) y del sistema Bernold (chapa metálica perforada y hormigón bombeado) y que se utilizarán, salvo modificación por parte de la Dirección de Obra, para hacer frente a las necesidades de los tipos de terrenos que se atraviesen.

Las características de los elementos que se utilizan en los citados sostenimientos y las condiciones y características que se les exigen, se incluyen en apartados sucesivos del presente Pliego.

2.1.2.2. Normas generales de ejecución

Como consideraciones generales válidas para todos los tipos de sostenimiento se establecen las siguientes:

- La proyección de una capa de hormigón proyectado de 3-5 cm de espesor (capa de sellado) se ejecutará una vez saneada la excavación para garantizar a corto plazo la estabilidad de la sección, evitando con ello los fenómenos de venteo y alteración que pudieran originar desprendimientos de fragmentos en la zona de trabajo.
- Los espesores de la capa de sellado se considerarán incluidos dentro del espesor total del hormigón proyectado que en cada caso se especifique, y serán, para cada sostenimiento tipo, los indicados en los planos correspondientes.

- Los bulones para el cosido del terreno (sin placa), habrán de colocarse inmediatamente después de la capa de sellado. La malla metálica se colocará en la fase especificada siendo las placas de los bulones las que servirán de fijación. Si con el número de bulones colocados no se consigue una buena adaptación del mallazo a la superficie del terreno o capa de sellado, se colocarán los clavos necesarios para conseguir una buena adaptación de la malla a la sección excavada.
- Las cerchas, preformadas y dobladas según la sección del túnel, deberán colocarse con el hueco del perfil metálico hacia el túnel de modo que pueda quedar relleno por el hormigón proyectado. Se utilizarán para fijarlas al terreno al menos tres bulones en la sección de avance y dos en la de destroza, para lo cual se ejecutarán en ellas los taladros correspondientes que deberán tener el tamaño mínimo necesario para esta instalación, razón por la que se ejecutarán con soplete, quedando prohibida la utilización de cortadoras de tipo radial.
- El sostenimiento se bajará siempre hasta el fondo, en contacto con el terreno natural, tanto en avance como en destroza, para lo que se exigirá una rigurosa limpieza de estas partes de la excavación.
- En la parte inferior de los sostenimientos en avance se permitirá un adelgazamiento paulatino de la capa de gunita en una altura de 0,7 a 1 m, hasta que sea visible la capa de mallazo, generando la superficie de unión entre los sostenimientos de avance y destroza.
- Se asegurará la continuidad del sostenimiento entre avance y destroza, para lo cual se solaparán las cerchas, donde existan, con las distancias exigidas, y se solaparán el mallazo y hormigón proyectado en una anchura de 0,7-1 m, sobre la junta previamente preparada en el avance. En la distribución de los bulones de las secciones de Avance y Destroza, la fila superior de los bulones de destroza se deberá fijar muy próxima a la junta para que de este modo se cosan las capas de mallazo y de hormigón proyectado.
- En todas las operaciones de desescombro y limpieza, el Contratista deberá tener especial cuidado en no deteriorar las partes bajas de los sostenimientos colocados (bulones, mallazo y cerchas) pudiendo exigírsele la sustitución, a su cargo, de los elementos afectados. Esto es asimismo aplicable a las cunetas de drenaje temporal de la excavación, resultando aconsejable dejar una pequeña berma entre la cuneta y la zona final del sostenimiento.

2.1.2.3. Precauciones especiales

Al margen de lo ya señalado en el capítulo de Excavación sobre los sostenimientos mínimos a ejecutar antes de una nueva operación de pase, se establecen aquí las siguientes precauciones adicionales:

- Para un avance determinado, se deberá acabar en el mismo turno (o en cualquier caso sin que haya discontinuidad en el tiempo) toda capa de hormigón proyectado.
- El turno que preceda a una interrupción de la obra de varias horas o días (fines de semana, etc.) deberá acabar en su totalidad el sostenimiento del nuevo avance, según las definiciones establecidas. Por otra parte, se procederá en los terrenos en que así se haya previsto en las secciones tipo, a la proyección del frente con un espesor mínimo de 5 cm de hormigón proyectado u otros eventuales sostenimientos temporales.

- En caso de detenciones prolongadas (vacaciones, paradas, etc.) además de lo ya especificado, la Dirección de Obra analizará el comportamiento de los tramos ya excavados y los tramos sometidos a especial vigilancia, proponiendo con antelación suficiente los refuerzos que fuesen necesarios para garantizar la estabilidad de la excavación durante todo el tiempo que dure la parada.
- Se considerarán faltas muy graves, la ejecución de pases o voladuras sin los sostenimientos previos especificados y el incumplimiento de lo señalado para detenciones prolongadas, pudiéndose exigir al Contratista, a su cargo, la colocación de sostenimientos específicos para recuperar la estabilidad de las secciones afectadas, al margen es asimismo aplicable a las cunetas de drenaje temporal de la excavación, resultando aconsejable dejar una pequeña berma entre la cuneta y la zona final del sostenimiento.

2.1.2.4. Precauciones especiales

Al margen de lo ya señalado en el capítulo de Excavación sobre los sostenimientos mínimos a ejecutar antes de una nueva operación de pase, se establecen aquí las siguientes precauciones adicionales:

- Para un avance determinado, se deberá acabar en el mismo turno (o en cualquier caso sin que haya discontinuidad en el tiempo) toda capa de hormigón proyectado.
- El turno que preceda a una interrupción de la obra de varias horas o días (fines de semana, etc.) deberá acabar en su totalidad el sostenimiento del nuevo avance, según las definiciones establecidas.
- Por otra parte, se procederá en los terrenos en que así se haya previsto en las secciones tipo, a la proyección del frente con un espesor mínimo de 5 cm de hormigón proyectado u otros eventuales sostenimientos temporales.
- En caso de detenciones prolongadas (vacaciones, paradas, etc.) además de lo ya especificado, la Dirección de Obra analizará el comportamiento de los tramos ya excavados y los tramos sometidos a especial vigilancia, proponiendo con antelación suficiente los refuerzos que fuesen necesarios para garantizar la estabilidad de la excavación durante todo el tiempo que dure la parada. Se considerarán faltas muy graves, la ejecución de pases o voladuras sin los sostenimientos previos especificados y el incumplimiento de lo señalado para detenciones prolongadas, pudiéndose exigir al Contratista, a su cargo, la colocación de sostenimientos específicos para recuperar la estabilidad de las secciones afectadas, al margen de poder proceder a la recusación de los responsables de estas actuaciones.
- En caso de malos recortes, la eficacia de los sostenimientos puede quedar muy limitada por las discontinuidades o irregularidades en el perfil, por lo que la Dirección de Obra podrá ordenar la colocación de elementos adicionales de sostenimiento, como bulones de mayor longitud en el entorno de la sobreexcavación y mayor número de capas de mallazo y gunita, que garanticen la estabilidad de la sección.
- El Contratista estará obligado a conseguir buenos recortes quedando a su cargo la ejecución de estos trabajos complementarios cuando se deriven de defectos o incumplimientos en la ejecución de la excavación.

2.1.2.4 Refuerzos

Al margen de los sostenimientos habituales que se coloquen en el frente, cuando un tramo de túnel ya construido presente problemas de estabilidad se procederá a reforzarlo aumentando la cuantía de los elementos del sostenimiento o con la colocación de nuevos elementos.

El criterio para la ejecución de estos refuerzos será el seguimiento técnico de la excavación y del sostenimiento de túnel y los datos de auscultación.

La parte de la sección que se haya de reforzar y la longitud del túnel afectado será decidida por la Dirección de Obra, si bien, en casos de inestabilidad repentina observada en ausencia de la Dirección de Obra, será el Contratista quien estará obligado a colocar los refuerzos inmediatos que a su juicio considere necesarios, justificando posteriormente su decisión a la Dirección de Obra.

Ante estas posibles actuaciones, el Contratista estará obligado a equipar el túnel o equiparse con los elementos accesorios necesarios para poder actuar con rapidez en cualquier tramo y parte de la sección del túnel, donde los refuerzos fuesen requeridos.

La medición y abono de los refuerzos se realizará por las unidades realmente ejecutadas aplicándose el precio de los elementos de refuerzo establecidos para esta aplicación, sin que tenga el Contratista derecho a ningún tipo de abono o compensación por estos conceptos.

2.2. Condiciones del proceso de ejecución

2.2.1. Bulones

El bulonado a emplear será de anclaje continuo con lechada de cemento. Los bulones podrán ser eventualmente activos en algunos tramos del túnel si las condiciones así lo aconsejan, a criterio de la Dirección de Obra. La Dirección de Obra se reserva la facultad de cambiar a un anclaje a la resina o de cualquier otro tipo, en función de los resultados de los ensayos efectuados en obra.

2.2.1.1. Materiales

- Bulones de fricción

Los bulones a utilizar serán del tipo de anclaje mecánico continuo por expansión.

El diámetro exterior de los bulones proyectados es 36 mm y el espesor de acero empleado 3 mm. La carga mínima de rotura será 200 kN. Las placas de asiento serán rectangulares y con dimensiones 150 x 150 x 7 mm.

2.2.1.2. Puesta en obra

El Contratista respetará rigurosamente las instrucciones sobre espaciamiento y densidad de bulonado aprobadas por la Dirección de Obra para lo que, en cada avance, dejará referencias (bulones sin gunitar) que le marquen la ubicación de los últimos trabajos efectuados.

Incumplimientos repetidos en este concepto podrán ser causa de la solicitud de cambio o recusación de los responsables de tajo.

- Perforación

La perforación para la colocación de bulones se iniciará lo más pronto posible después de la excavación, del saneo y después de la proyección de una primera capa de hormigón, eventualmente sobreacelerado, de unos 3 a 5 cm de grosor (capa de sellado).

La maquinaria y el material de perforación deberán permitir la fácil ejecución de las perforaciones en cualquier posición y ángulo de ataque.

El diámetro de la barrena excederá entre 4 y 8 mm el diámetro de la barra a colocar y la longitud de perforación será inferior en 10 cm a la longitud del bulón a colocar, siendo éste un parámetro especialmente vigilado pues no conduce sino a pérdidas inútiles de resina y a una disminución de la capacidad resistente del bulón.

A estos efectos se marcarán debidamente las barrenas de perforación, con pinturas reflectantes, con las referencias que aseguren una perforación a la distancia adecuada.

Salvo en los casos en que se autorice por la Dirección de Obra, la orientación de las perforaciones será perpendicular a la pared de la excavación.

Una vez acabada la perforación, se limpiarán cuidadosamente los taladros, con agua a presión o con aire comprimido si se aprecia inestabilidad en alguno de ellos. Este tratamiento no se empleará en suelos o formaciones blandas o deleznables.

- Colocación de los bulones de fricción

Durante la colocación de los bulones de anclaje por expansión, deben seguirse las siguientes recomendaciones:

  - La presión de inflado será exactamente la indicada por el fabricante del bulón y se utilizará el tipo de bomba recomendada por éste.

  - Se mantendrá la presión en la bomba hasta que el bulón no admita más entrada de agua.

2.2.1.3. Ensayos y controles

Antes del inicio de la obra se realizarán pruebas de bulonajes con bulones de longitudes diferentes y con diferente velocidad de endurecimiento. En principio, para cada ensayo, según las especificaciones dadas por la Dirección de Obra, se realizarán dos series de pruebas con longitudes de bulones de 2, 3, 4 y 5 m. Se dibujara el gráfico esfuerzo-deformación a partir de las lecturas de los comparadores que miden el desplazamiento del bulón en función de las cargas aplicadas. La metodología precisa de los ensayos, así como la definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar durante la obra en los distintos tipos de terrenos, serán definidos por la Dirección de obra.

Para asegurarse de la buena calidad de los bulones colocados en obra, se efectuarán los ensayos y controles siguientes:

- Control de calidad de los materiales y, en particular y si es el caso, control constante del estado de conservación de las cargas de resina, que deberán llevar su fecha máxima de utilización.
- Control estadístico de la longitud libre (no anclada) del bulón en cabeza, mediante la introducción de un alambre. Se efectuará un control por cada 10 bulones colocados. Esta longitud no será nunca superior a 20 cm en bulones de cualquier longitud.
- Ensayos de tracción de bulones colocados normalmente (y no de bulones colocados especialmente para ensayos) mediante un gato hueco que permita ejercer una tracción sobre el bulón, apoyándose en la pared. La definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar en los diferentes terrenos lo definirá la Dirección de obra según los ensayos previos. Se consideran aceptables resistencias tangenciales del orden de 4 Kp/cm2 en materiales rocosos de calidad media. Se efectuarán controles sobre un promedio de 5% de los bulones instalados con periodicidad de 1 a 3 días, escogiendo de modo aleatorio los pases a ensayar y los bulones dentro de éste.

No se permitirán fallos, tanto en la longitud libre no cementada como en la resistencia al arranque, en un porcentaje superior al 20% de los bulones ensayados, en cuyo caso se sancionará al Contratista con una penalización del 20% sobre la medición de los bulones colocados desde el último punto de control; y, si este porcentaje alcanzara o superara el 40%, la Dirección de Obra podrá exigir, desde la reposición de los bulones estimados defectuosos, hasta la reposición de todos los elementos colocados desde el último punto de control en función de la gravedad de las faltas sobre los mínimos estipulados.

En todos los casos, el Contratista estará obligado a facilitar los medios mecánicos de elevación necesarios para la ejecución de los ensayos, aceptando los tiempos de parada que se deriven de la ejecución de los mismos.

2.2.2. Mallazo

El mallazo constituye la armadura del hormigón proyectado, cuando éste no incorpora fibras.

La Dirección de Obra podrá definir a lo largo de toda la obra la cantidad de mallazo a colocar, modificada de la reflejada en los planos, tanto en aplicación ordinaria como de refuerzo.

2.2.2.1. Materiales

El mallazo será electrosoldado, de retícula y diámetros de alambre según se especifican en los sostenimientos tipo y Planos correspondientes. Se utilizará acero de elevado límite elástico.

2.2.2.2. Puesta en obra

La distancia entre la malla de acero y la pared (terreno o capa de hormigón proyectado) estará comprendida entre 3 y 7 cm.

La última capa de mallazo del sostenimiento estará recubierta con un grueso mínimo de 3 cm de hormigón proyectado.

El número de puntos de sujeción de la malla a la pared será como mínimo de 2 por m², a fin de evitar las vibraciones de la malla durante la proyección de hormigón.

Cuando la malla se aplique sobre el hormigón proyectado a roca de buena calidad, la sujeción se podrá efectuar con clavos "spit" y aprovechando las cabezas de los bulones disponibles.

Cuando los clavos "spit" no permitan una sujeción correcta de la malla en terrenos blandos, se recurrirá a anclajes cortos de 20 a 30 cm de largo y 8 mm de diámetro.

El solapamiento entre dos capas de mallazo contiguas será de 20 cm o dos cuadrículas.

2.2.3. Fibras de acero

Su incorporación mejora las características resistentes del hormigón proyectado. Deben tener una resistencia mínima a la tracción de 1.100 N/mm2 y longitud no inferior a 40 mm, presentando una superficie limpia para conseguir una correcta mezcla y adherencia al hormigón. Su cuantía será la indicada en los Planos, con un mínimo tolerable de 40 kg/m3.

2.2.4. Cerchas

Algunas secciones incluyen cerchas de tipo TH o HEB como elementos de sostenimiento y rigidización de la sección.

El doblado de las cerchas vendrá efectuado de fábrica ajustándose a la forma y perímetro de la sección y se suministrarán despiezadas en tramos que permitan su correcta manipulación.

Antes de su puesta en obra se efectuará una comprobación de forma, en parque, con el montaje de sus distintos elementos para verificar que se cumplen las medidas especificadas.

2.2.4.1. Materiales

- Cerchas TH

Las cerchas serán de tipo deslizante, fabricadas con acero tipo. AE 355-B (UNE 36- 080-85) de límite elástico no inferior a 355 MPa. Sus distintas piezas vendrán preparadas para su unión con solapes mínimos de 40 cm. En las uniones se utilizarán grapas tipo horquilla o abarcones. El tipo de grapa será el adaptado a forma de perfil y serán de tipo "cajón", con grandes superficies de contacto, que impidan el giro de grapas.

El arriostramiento longitudinal de las cerchas se realizará mediante tresillones constituidos por redondos de acero de diámetro 32 mm soldados a las cerchas.

- Cerchas HEB

Estarán fabricadas con el mismo acero señalado para las cerchas TH o acero A410.

Las uniones de los distintos elementos se realizarán mediante placas transversales y pernos roscados que proporcionan una estructura rígida. En los extremos o patas de la cercha se incorporan placas de apoyo de dimensiones adaptadas a las cargas de la cercha y la resistencia del terreno de apoyo. Como mínimo se dispondrán placas de 25 x 25 cm (alineadas en el perfil exterior) con 10 mm de espesor.

El arriostramiento longitudinal de las cerchas se realizará mediante tresillones constituidos por redondos de acero de 32 mm, soldados a las cerchas, o perfiles laminados de pequeña sección.

2.2.4.2. Puesta en obra

En la colocación de las cerchas se cuidará especialmente la correcta ubicación geométrica del perfil dentro de la sección.

Sobre todo durante la ejecución del avance, y en secciones con hastiales curvos, la colocación de las cerchas se realizará con apoyo topográfico, al menos en una de cada 5 cerchas colocadas. Se prohibirá la colocación de las cerchas fuera de su perfil, arrimadas al terreno, lo que redundaría posteriormente en problemas de gálibo o malas uniones en los elementos a colocar en destroza.

Los huecos existentes entre las cerchas y el terreno o capa de sellado se rellenarán con hormigón proyectado en las condiciones que se especifican en el capítulo de excavación antes de proceder con el siguiente pase.

Todas las uniones entre piezas de una misma cercha de tipo deslizante se realizarán con dos grapas que se situarán en los extremos de la zona de solape.

El Contratista deberá conseguir, con las precauciones anteriores, que todas las uniones entre cerchas de avance y los pies derechos en destroza reúnan las condiciones adecuadas.

Defectos en las mismas, tales como solapes insuficientes, grapas juntas, tacos o cuñas, cuando sean debidos a una incorrecta colocación de las cerchas, podrían ser penalizados hasta con el 5% de la medición de las cerchas, al margen de que defectos repetidos, afectando tramos importantes del túnel, pudieran ser considerados por la

Dirección de la Obra como peligrosos, exigiendo al Contratista la colocación, a su cargo de los elementos correctores que estime necesarios como anclajes o bulones hasta 6 m de longitud, volúmenes adicionales de gunita, etc.

Los tresillones o barras de arriostramiento longitudinal se colocarán cada 1,3 m a lo largo del desarrollo de la cercha. Este arriostramiento facilitará la estabilidad de la cercha en la fase de colocación, antes de la proyección de la capa de hormigón que recubrirá la cercha.

Durante la proyección del hormigón se evitarán los vacíos detrás de las cerchas, mediante una proyección oblicua.

Las cerchas deberán quedar recubiertas con un grosor mínimo de 3 cm de hormigón proyectado. En terrenos blandos las cerchas deberán llevar las placas de reparto necesarias, o incluso acompañarse de carreras metálicas de reparto, para reducir las tensiones sobre el terreno.

2.2.5. Hormigón proyectado

Las características básicas del hormigón proyectado a utilizar en la presente obras son las siguientes:

- Hormigón proyectado por vía húmeda, flujo denso
- Resistencia característica a 28 días, 300 kg/cm²
- Proyección mecanizada
- Aditivos: fluidificantes, inhibidores/retardadores, y humo de sílice y
- acelerantes/activadores.

Previa autorización de la D.O. se incorporará a la mezcla fibras de acero, comprobando que se mantiene, al menos, la resistencia prevista.

La correcta puesta en obra del sostenimiento presupone un dominio perfecto de la tecnología del hormigón proyectado por parte del Contratista. En el caso que la Dirección de Obra considerase insuficiente la experiencia del Contratista, éste deberá proceder a la inclusión de personal experimentado en sus equipos, a diferentes niveles, previa aprobación de la Dirección de Obra durante el tiempo necesario para la perfecta formación de su personal. Será de libre elección del Contratista la procedencia y el tipo de maquinaria a utilizar en la puesta en obra del hormigón proyectado. No obstante, el Contratista, antes de empezar las obras deberá presentar la documentación precisa que defina las características de la maquinaria y los procedimientos de construcción para su aprobación por la Dirección de Obra, quién comprobará que se ajusta a la "filosofía" y bases establecidas en el presente Pliego. En principio, y por razones de seguridad, se preferirá la aplicación con "robot" dirigido a distancia.

Antes de la primera aplicación en obra se llevará a cabo una serie de ensayos previos, en el exterior del túnel para entrenamiento de los operarios, puesta a punto de los equipos y para el ajuste de la dosificación sobre la base de la orientativa o inicial reflejada en el presente Pliego. Finalizados los ensayos (estimados en 3 ó 5) y con las correcciones pertinentes, la Dirección de Obra autorizará el inicio de las operaciones en el túnel.

Una vez conseguida la regularidad en la utilización del hormigón proyectado, se llevará a cabo en una de las labores ordinarias de puesta en obra en el túnel una prueba de rechazo que servirá para comprobar la idoneidad de los trabajos ejecutados, y sus resultados, contrastados y firmados por el Contratista y Director de Obra, como documento contractual, en la medición de espesores de gunita que puedan quedar al margen de los sistemas ordinarios de control de espesor, como ocurre en aplicaciones de refuerzo.

2.2.5.1. Materiales básicos

Todos los materiales constitutivos del hormigón deberán ser aprobados por la Dirección de Obra a propuesta del Contratista, quien deberá aportar los datos y ensayos pertinentes que garanticen su idoneidad dentro de lo establecido en el presente Pliego.

- Cemento

Se ajustará al vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-03).

Se empleará el cemento tipo CEM I-52,5R. En caso de que circunstancias especiales aconsejen la utilización de otro tipo de cemento, será la Dirección de Obra quien determinará el tipo y categoría del cemento a emplear en cada caso, sin que esto suponga modificación alguna sobre los precios a aplicar en el hormigón proyectado. El contratista facilitará igualmente los medios necesarios para la ejecución de todos los ensayos que fuera preciso realizar motivados por este cambio.

El cemento a emplear en todos los hormigones de la obra de los túneles tendrá características sulforesistentes.

- Agua

Cumplirá en cuanto a su idoneidad química y contenido de residuos orgánicos lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-98.
La toma de muestras y ensayos correspondientes la determinará la Dirección de Obra en función de las garantías de calidad y uniformidad en el abastecimiento a la planta de hormigonado, ajustándose en cualquier caso a las normas UNE vigentes al respecto.

- Aridos

Las características de los áridos se ajustarán a las especificaciones de carácter general de la Instrucción EHE-98.

Los áridos a utilizar en el hormigón proyectado se obtendrán mediante selección y clasificación de materiales naturales o procedentes de machaqueo, o bien con una mezcla de ambos, aunque con preferencia se harán servir los áridos rodados, que disminuyen notablemente el mantenimiento de la máquina de proyección.

El tamaño máximo del árido será de 12 mm y las curvas granulométricas se ajustarán al huso elegido para la dosificación.

Como control rutinario y rápido de estos materiales se utilizará el ensayo de equivalente de arena que será como mínimo de 80.

En la dosificación del agua del amasado se tendrá en cuenta la humedad de los áridos en planta, para realizar las correcciones pertinentes.

- Humo de sílice

Habida cuenta de los efectos beneficiosos que el humo de sílice produce sobre la durabilidad y permeabilidad del hormigón, al margen de otros efectos beneficiosos como la disminución del rebote y una mejor trabajabilidad, se establece el uso continuado de este aditivo en un porcentaje de 35 kg/m³ (aprox. 7-8% respecto al peso del cemento).

- Aditivos

Este apartado se refiere a la utilización de acelerantes, inhibidores, fluidificantes, activadores, etc., necesarios para la colocación del hormigón proyectado. Estos se ajustarán a las prescripciones de la Instrucción EHE98, siendo las normas UNE vigentes las de referencia a efectos de su caracterización.

Como en el caso de la maquinaria se dejará a la libre elección del Contratista el tipo y procedencia de los aditivos a utilizar debiendo presentar la documentación pertinente para su análisis y aprobación por la Dirección de Obra, de acuerdo a las bases y conceptos del presente Pliego.

Los aditivos a utilizar deberán ser compatibles con el cemento, áridos y humo de sílice.

No serán corrosivos a las armaduras, dañinos para la salud, ni afectar a la durabilidad de las obras, además de cumplir con los requisitos mínimos exigidos en cuanto a los controles de calidad ejecutados en obra.

La proporción óptima de los aditivos se obtendrá sobre la pauta de las recomendaciones del fabricante en los ensayos previos. Cualquier cambio en el tipo y procedencia de los aditivos conllevará un proceso similar y su utilización no estará permitida sin la aprobación de la Dirección de Obra.

2.2.5.2. Requisitos requeridos

La consistencia del hormigón fresco se medirá al vertido de la cuba en el momento de su puesta en obra mediante el Cono de Abrams (UNE 83-31390), aceptándose valores de asiento entre 100-150 mm. Deberá tenerse en cuenta que los valores del cono en general serán superiores, a efectos de prever la influencia del transporte y de las condiciones climatológicas durante el mismo.

Para el hormigón endurecido se evaluarán las propiedades siguientes:

- Resistencia a compresión, según tabla adjunta
- Módulo de elasticidad, E = 27.000-30.000 N/mm²
- Coeficiente de permeabilidad, C = 6x 10-10 a 20 x 10-10 m/s

2.2.5.3. Dosificación de referencia

En principio se considerará una dosificación inicial de cemento de 475 kg/m³, estimada suficiente para alcanzar las resistencias exigidas.
A partir de ella, teniendo en cuenta otras relaciones habituales en la ejecución de hormigón proyectado por vía húmeda como:
Relación agua/cemento. Comprendida entre 0,40 y 0,45 (para el tamaño máximo de árido utilizado, 12 mm).

Relación áridos/cemento. Comprendida entre 3,5 y 4 y de acuerdo al uso granulométrico señalado, se establece la siguiente dosificación de referencia en la que se omiten por las razones antes comentadas los tipos y dosificaciones de los aditivos fluidificantes, activadores, etc.

- Cemento (CEM I-52,5R) 400 kg/m³
- Áridos 0/6 1.400 kg/m³
- Áridos 6/12 400 kg/m³
- Relación a/c 0,45
- Humo de sílice 16-32 kg/m³

En caso de no alcanzarse las resistencias esperadas se procederá a la optimización de la dosificación de la mezcla y al aumento de la cantidad de cemento hasta que se alcancen las resistencias exigidas. Análogamente se admiten variaciones en sentido contrario.

Este cambio no supondrá modificación alguna sobre los precios de hormigón proyectado establecidos.
Previa autorización de la D.O., se utilizará la incorporación de fibras de acero, en dosificación de 45 kg/m3, a la mezcla de hormigón proyectado como sustitución del mallazo.

2.2.5.4. Puesta en obra

La proyección del hormigón se efectuará mediante equipos automatizados (robots). El Contratista adoptará las medidas pertinentes para asegurar la continuidad del suministro del hormigón durante el proceso de hormigonado.
Los equipos se mantendrán permanentemente en condiciones óptimas de funcionamiento, debiendo prever el Contratista los medios necesarios para afrontar eventuales averías de los equipos de proyección durante el hormigonado.

Su rendimiento mínimo será de 6 m³/hora y en su utilización se mantendrán las recomendaciones del fabricante respecto al caudal y presión del aire comprimido, tipos de boquillas, etc.

La distancia de proyección será de 1 m, mantenida de modo regular, con proyección perpendicular a las paredes de la excavación, excepto en el caso de sostenimientos con cerchas en que se utilizará una proyección oblicua para el correcto llenado en el trasdós de las mismas.

Antes de cada aplicación, y en el caso de macizos rocosos, habrá de limpiarse con agua o aire a presión toda la superficie a proyectar, eliminando de ella elementos extraños tales como hollín, polvo o fangos proyectados por las voladuras, pudiendo exigir la Dirección de Obra, la sustitución de operarios y responsables de tajo, por incumplimientos de este tipo.

El grueso máximo de una capa de hormigón ejecutada en una sola fase no podrá exceder de 10 cm, excepto en las zonas bajas de la excavación donde no existe la posibilidad de despegue de las capas de gunita. En hormigonados a ejecutar en tiempo frío, sobre todo en el tajo de destroza que se efectúen a túnel calado, se tendrán en cuenta las recomendaciones al respecto contenidas en la Instrucción EHE-98.

En el caso de preverse temperaturas extremas durante el hormigonado, el Contratista propondrá las medidas especiales que deberán adoptarse, las cuales se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

2.2.5.5. Control y ensayos

La calidad del hormigón proyectado se controlará permanentemente durante la ejecución de la obra.

El tipo de control se extenderá desde los materiales hasta la calidad y el espesor de los hormigones ejecutados.

Dentro de los materiales, los cementos, microsílice, aditivos, etc. procedentes de un proceso de elaboración industrial, no serán objeto de seguimiento específico, siendo la Dirección de Obra la que en su momento determine las verificaciones y comprobaciones oportunas.

Se llevará un control periódico de la calidad de los áridos en la planta de hormigonado, ejecutándose muestreos para el ensayo de equivalente de arena cada 20 m³ de hormigón fabricado, y muestreos para análisis granulométrico cada 60 m³ de hormigón fabricado.

Las características de resistencia de los hormigones se controlarán mediante muestras en tajos ordinarios de gunita del túnel. El muestreo comprenderá 3 probetas cúbicas de 10 cm de lado para ensayos de 25 horas y una artesa o placa de 50 x 50 cm de lado y 15 cm de profundidad, de la que se extraerán 12 probetas de 6 cm de diámetro y 15 cm de altura, para ensayar en grupos de 3, a 3, 7, 28 y 90 días. La resistencia a períodos menores como 1 día o 4 horas se establecerá por

extrapolación. La densidad del muestreo se establece en 1 de cada 60 m³ de hormigón consumido en los primeros 200 m de excavación y 1 cada 100 m³ en los restantes.

En la toma de muestras, tanto los cubos como artesa, estarán subverticales, con las aberturas dirigidas perpendicularmente a lanza de proyección. Los resultados obtenidos servirán para controlar la resistencia de los hormigones respecto a los mínimos especificados.

Las resistencias obtenidas habrán de ser superiores o iguales a las exigidas y en caso de que se observen resultados inferiores, la Dirección de Obra tomará las medidas oportunas, como la ejecución de sostenimientos adicionales, no abonables, en todo el tramo que se considere afectado, además de ordenar la comprobación y cambios de las dosificaciones en planta y obra para recuperar las resistencias exigidas.

A estos efectos, la Dirección de Obra obtendrá, a través del Contratista, acceso libre a la planta de hormigonado para seguir y controlar, tanto los datos de las amasadas como los volúmenes suministrados.

El control de los espesores reales de gunita colocados en el túnel se llevará a cabo, independientemente para las fases de Avance y Destroza, mediante la obtención de testigos del sostenimiento recogidos de forma aleatoria dentro del mismo, a razón de 1 testigo cada 5 m de túnel. Alternativamente, se podrá hacer mediante clavos o vástagos fijados previamente a la superficie excavada.

Los datos obtenidos se considerarán contractuales y su tratamiento estadístico, junto con los datos de los sostenimientos ejecutados, servirán para cuantificar los posibles déficits de hormigón proyectado, respecto a los estipulados, a efectos de su reposición o descuento si se trata de volúmenes considerados estructuralmente como poco importantes, en este último caso con una penalización del 20% sobre la medición de los volúmenes afectados.

2.3. Medición y abono

El hormigón proyectado se medirá por metros cúbicos (m3) colocados, aplicando las mediciones teóricas obtenidas de los Planos. En ningún caso se aplicarán las dimensiones reales del perfil de excavación realmente ejecutado. El precio incluido en el Cuadro de Precios nº 1 tiene en cuenta el incremento de medición real debido al contorno irregular de la excavación.

En aquellos casos en que la D.O. ordene la colocación de hormigón proyectado no previsto en los Planos, la medición se efectuará multiplicando la superficie proyectada de acuerdo con dichas instrucciones por el espesor indicado por la Dirección de Obra.

En ningún caso será de abono el volumen de hormigón proyectado que no quede adherido y caiga o rebote de hastiales y bóveda (rechazo).
Igualmente, tampoco será de abono la retirada de este material de rechazo al vertedero.

Los precios indicados incluyen la ejecución y los medios necesarios para la misma, así como el material de rechazo y los excesos debidos a un contorno irregular de la excavación del túnel.

El abono de hormigón proyectado se efectuará aplicando el precio correspondiente indicado en el Cuadro de Precios nº1, a la medición obtenida siguiendo el procedimiento indicado anteriormente.

El abono de hormigón proyectado con fibras metálicas se efectuará aplicando el precio correspondiente indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

La malla de acero colocada en sostenimiento se medirá por metros cuadrados (m2) colocados, aplicando las dimensiones teóricas obtenidas de los Planos. En ningún caso se utilizará el contorno real de la excavación para calcular la medición del mallazo.

En el caso de malla colocada por orden de la Dirección de Obra, y que no aparece en los Planos, se medirá por metros cuadrados de superficie de túnel teórica a cubrir, según dichas instrucciones de la Dirección de Obra.

El abono del mallazo se efectuará aplicando a las mediciones obtenidas el precio correspondiente señalado en el Cuadro de Precios nº 1.

La armadura de contrabóveda de túnel y galerías se medirá por kilogramos (Kg) de acero realmente colocado de acuerdo con las instrucciones del Artículo 803 de este Pliego. El abono se efectuará aplicando el precio correspondiente incluido en el Cuadro de Precios nº 1.

Este precio incluye las pérdidas por despuntes, mermas y solapes, que no serán de abono separado. También están incluidos los separadores, rigidizadores, alambres, etc necesarios para la correcta colocación de la armadura.

Los bulones se medirán por metros lineales (m) de bulón colocados, obtenidos como producto del número de bulones realmente colocados por la longitud de los mismos que aparece en los Planos, en la disposición y características definidas en los mismos o especificadas por la D.O.

Cuando la Dirección de Obra ordene la colocación de bulones de longitudes no previstas en los Planos, éstos se medirán como producto del número de bulones realmente colocados por la longitud especificada por la Dirección de Obra.

Para su abono, a la medición obtenida se le aplicará el precio correspondiente incluido en el Cuadro de Precios nº 1.

Estos precios incluyen los materiales y los medios necesarios para su completa instalación. Tal y como se ha indicado anteriormente, no serán de abono aquellos bulones adicionales que se hayan instalado a indicación de la D.O. por causa de resultados insuficientes en los ensayos de tracción.

Las cerchas se medirán por metro lineal (m) de cercha colocada, obtenido como producto del número de cerchas realmente colocado por la longitud teórica de su eje medida sobre Planos.

En ningún caso se utilizará la longitud real del contorno de excavación. En los precios aplicables está tenido en cuenta el exceso de medición debido a las irregularidades del contorno de la excavación.

Para su abono se aplicarán los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 para cada tipo de cercha.

En el precio se incluye la parte proporcional de tresillones de unión, grapas, solapes y otros elementos de sujeción de la chapa al terreno, así como las operaciones de colocación.

El hormigón se medirá por metros cúbicos (m3) colocados, obtenidos como producto de la superficie teórica que aparece en los Planos por la longitud del túnel en la que se coloque medida a lo largo de su eje.

El abono de hormigón se efectuará aplicando los Precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 para tipo de hormigonado de sostenimiento.

2.4. Normativa de obligado cumplimiento

- PG.3/75 “Pliego de Prescripciones Generales para obras de Carreteras y Puentes. Con las enmiendas aprobadas por las Órdenes del MOPTMA: O.M del 31.7.86 (BOE núm. 213 del 5.9),

O.M. del 21.1.88 (BOE núm. 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE núm. 118 del 18.5) y O.M del 28.9.89 (BOE núm. 242 del 9.10).

- EHE-98 "Instrucción de Hormigón Estructural"

3. CONTROL, AUSCULTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE TÚNELES

3.1. Definición y condiciones generales

3.1.1. Definición

Las mediciones geomecánicas o auscultación, forman parte del proceso constructivo del túnel, y se deben llevar a cabo dentro de las demás labores de excavación y sostenimiento.

Su utilidad básica es comprobar cómo se adecúa el sostenimiento empleado a cada tipo de roca y también servir de señal de alarma frente a posibles inestabilidades.

Los sistemas de auscultación que se proyectan para su uso durante la construcción del túnel son los siguientes:

- Medidas de convergencia en bóveda, hombros y hastiales de la sección.
- Hitos de nivelación en clave de la sección.
- Extensómetros colocados en la zona de bóveda.
- Células de presión entre sostenimiento y revestimiento y en revestimiento.

Las mediciones consistirán en medidas de convergencia y nivelación, por una parte, y en secciones completas de medida por otra. Las secciones de medida de convergencia y nivelación se instalarán y leerán de forma sistemática a lo largo de todo el túnel, mientras que las secciones completas están reservadas para puntos en que son de esperar mayores complicaciones.

Los criterios que deben emplearse para la ubicación de cada uno de los tipos de secciones de auscultación es la siguiente:

- Las secciones de medición de convergencias se colocarán cada 25 m, como término medio, a lo largo de todos los túneles. En zonas de características geológicas especialmente malas, o para controlar ensanches, entronques con galerías, etc. es conveniente colocar secciones de medida a un espaciado inferior, mientras que en zonas de túnel con terreno de buena calidad pueden separarse más.

- Las secciones completas constarán, además de medida de convergencias, de tres extensómetros de interior de tres varillas cada uno, colocados en el avance.

Posteriormente, al hormigonar el revestimiento, se dejarán embebidas en el hormigón tres parejas de células de presiones radiales y tangenciales. Se ha previsto la colocación de dos de estas secciones por tubo, pero esta disposición deberá adecuarse a las características concretas del terreno que se encuentre.

El personal de instrumentación responsable de la instalación, pruebas, vigilancia, toma de lecturas y registros de los instrumentos deberá ser personal cualificado y con experiencia en el campo de instrumentación para túneles, a satisfacción de la Dirección de Obra.

Con periodicidad mensual, el Contratista emitirá un informe donde se resuman todas las medidas efectuadas durante el mes anterior, correlacionadas con la geología atravesada, y donde proponga modificaciones a introducir en el sistema de excavación y sostenimiento. De este informe se entregará copia a la Dirección de Obra. La redacción de informe de auscultación no será de abono separado, pues su coste va incluido dentro de los diversos precios de este capítulo.

Todos los instrumentos y accesorios necesarios deberán ser suministrados por el Contratista, debiendo estar disponibles a pie de obra con anterioridad al comienzo de las obras de construcción del túnel. De igual modo, con anterioridad al comienzo de las obras, el contratista deberá presentar a la D.O. el método y un programa preliminar que se adoptará para la instalación de los instrumentos.

La disposición de la instrumentación que figura en los Planos debe tomarse como orientativa, tanto en número como en ubicación de los distintos controles. En función de las características concretas de los terrenos encontrados al excavar el túnel, el Contratista podrá proponer modificaciones en la auscultación a la Dirección de Obra, que las aprobará si lo estima conveniente.

3.2. Medida de convergencias

3.2.1. Definición

La medida de convergencias consiste en la medición de los movimientos del contorno del túnel a lo largo del tiempo en una serie de secciones transversales de éste, denominadas secciones de medida.

Para ello se sitúan, en cada una de las secciones de medida en que se vaya a realizar el control, unos puntos anclados a la roca o al sostenimiento.

Mediante una cinta extensométrica se mide periódicamente la distancia entre pares de puntos.

La medida de las convergencias se enmarca dentro de las medidas para el control del comportamiento del sostenimiento primario y del terreno. El presente Pliego y los Planos de Proyecto especifican la manera en que estas medidas deben realizarse.

3.2.2. Ejecución

Para la medida de la convergencia se utilizará la cinta extensométrica de ínvar con dispositivo de tensionado automático, con un rango de 0 a 20 m y una precisión de 0,05 mm. Como dispositivo de lectura es aconsejable el calibre de cuadrante.

Las secciones de convergencia se colocarán en principio según lo dispuesto en los Planos, a una distancia aproximada entre sí de 25 metros. En zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno o debido a entronques, intersecciones, ensanches, etc, no previstos, y con autorización de la D.O., se podrán instalar secciones adicionales. En ningún caso se instalarán un menor número de secciones que las estipuladas en el Proyecto, salvo expreso deseo de la D.O.

A menos que la D.O. disponga otra cosa, cada una de las secciones de medida estará formada por 5 pernos de convergencia rígidamente unidos a la roca o al hormigón proyectado. Los pernos serán

tipo argolla. Los pernos se situarán: uno en clave, dos en la base de los hastiales de la sección de avance y los otros dos en la base de los hastiales de la sección completa. La distancia mínima entre la solera y el punto de medida será de 150 cm.

Los clavos se deben colocar los más rápidamente posible tras la excavación, y como máximo a las 24 horas del paso del frente de excavación por la respectiva sección. En el momento de la instalación de los pernos se efectuará una lectura, que se establecerá como el origen de las medidas.

Las medidas a realizar serán:

- Cuerda horizontal H entre los puntos situados en la base de la sección de avance y en la base de la sección de destroza,
- Diagonales entre éstos y el punto de clave y
- Asiento en clave F del punto de clave, medido por medios topográficos.

En secciones partidas o por galerías, se definirán puntos de control en las secciones parciales.

La distribución de medidas a realizar en el tiempo dependerá de la calidad del terreno, de la velocidad de deformación y de la magnitud de ésta, así como de las operaciones a realizar en el túnel. En principio y salvo otra indicación de la D.O., se realizarán medidas diarias hasta la estabilización de la curva de deformación-tiempo y un mínimo de 2 semanas, y, a partir de dicho momento, mediciones mensuales de comprobación. Esta frecuencia de lecturas se aplicará tanto a la sección de avance como de destroza. En cualquier caso, las medidas diarias se prolongarán como mínimo hasta que el frente de excavación se aleje dos diámetros de la sección de medida.

Todos los instrumentos y accesorios necesarios para el estudio de las convergencias deberán ser suministrados por el Contratista, debiendo estar disponibles a pie de obra con anterioridad al comienzo de las obras de construcción de los túneles.

El personal de instrumentación responsable de la instalación, pruebas, vigilancia, toma de lecturas y registros de los instrumentos deberá ser personal cualificado y con experiencia en el campo de instrumentación para túneles, a satisfacción de la Dirección de Obra.

Los instrumentos empleados en la medida de convergencias, deberán ser probados durante el proceso de instalación. Será necesario adoptar todo tipo de precauciones, especialmente frente a las labores de ejecución del túnel.

Se protegerán los clavos de medida para evitar posibles choques de la maquinaria, así como la proyección de hormigón sobre aquéllos.

Cualquier instrumento que no funcione debidamente al término de la instalación, habrá de ser instalado de nuevo o será sustituido, según establezca la Dirección de Obra.

Con anterioridad al comienzo de las obras, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra el método y un programa preliminar que se adoptará para la instalación de los instrumentos.

Asimismo, el Contratista mantendrá todos los instrumentos para la medida de convergencias en perfectas condiciones de trabajo durante el transcurso de las obras. En caso de que algún instrumento resultase dañado por las operaciones efectuadas por el Contratista, éste habrá de sustituirlo, siendo responsable del coste económico adicional.

La Dirección de Obra, podrá exigir que el Contratista interrumpa la construcción en las proximidades de los instrumentos dañados hasta que éstos sean sustituidos y estabilizados.

3.2.3. Medición y abono

Los pernos para control de convergencia se medirán por unidades realmente instaladas con los criterios establecidos en el presente Pliego, y se abonarán de acuerdo con el precio correspondiente que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

No serán de abono separado las operaciones, medios y materiales necesarios para la correcta instalación de los mencionados instrumentos, así como su lectura y control. En el precio antes señalado va incluida la parte proporcional de la cinta extensométrica de lectura.

3.3. Extensómetros

3.3.1. Definición

Los extensómetros son instrumentos que permiten medir el movimiento del interior del terreno en la dirección longitudinal en que éstos están colocados.

Pueden instalarse tanto desde el exterior como desde el interior de la excavación. En general se utilizarán los extensómetros de varillas, salvo que el Contratista justifique sobradamente otro sistema, que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

La precisión exigida a estos aparatos será de 0,01 mm.

3.3.2. Ejecución

Los extensómetros se colocarán en los puntos indicados en el Proyecto, y además, en zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno y no previstas en los Planos, siendo necesario en este caso la autorización correspondiente por parte de la D.O. Salvo que la D.O. especifique lo contrario, no se instalará menor número de extensómetros que los estipulados en el Proyecto. Los puntos de anclaje de cada varilla serán igualmente los señalados en el Proyecto. Se instalarán lo más rápido posible tras la excavación. No deberán transcurrir más de 3 días desde el momento de la excavación hasta el momento de la primera lectura.

La instalación se efectuará del siguiente modo: en primer lugar se efectuará una perforación del diámetro suficiente para albergar la varilla prevista. Posteriormente se introducirán éstas en el taladro, protegidas con un tubo de PVC que las permite desplazarse libremente en la dirección de su eje, salvo en el extremo, donde irán soldadas a un trozo de acero corrugado.

Se procederá a inyectar el taladro con lechada de cemento y por último se instalará la cabeza del extensómetro, procediéndose a realizar la lectura inicial.

La lectura puede realizarse manualmente con un calibrador, aunque se recomienda la lectura eléctrica centralizada mediante potenciómetro, cuerda vibrante o cualquier otro método similar.

Las deformaciones en los extensómetros comenzarán a medirse inmediatamente tras su instalación. Se realizarán medidas cada dos días hasta que el frente se aleje de la sección de control un mínimo de 30 metros, o más, si la lectura no se estabiliza. Posteriormente se efectuarán medidas semanales hasta su estabilización, y cada mes en el resto de la obra.

Todos los instrumentos y accesorios necesarios deberán ser suministrados por el Contratista, debiendo estar disponibles a pie de obra con anterioridad al comienzo de las obras de construcción del túnel.

El personal de instrumentación responsable de la instalación, pruebas, vigilancia y toma de lecturas y registros de los instrumentos, deberá ser personal cualificado y con experiencia en el campo de la instrumentación para túneles, a satisfacción de la D.O.

Los instrumentos empleados deberán ser probados durante el proceso de instalación. Cualquier instrumento que no funcione debidamente al término de la instalación, habrá de ser instalado de nuevo o será sustituido, según establezca la D.O.

Todos los instrumentos deberán ser fijados de manera firme y cuidadosa, debiendo ser protegidos para asegurarse de que no reciban daño alguno durante el transcurso de las operaciones de excavación del túnel.

Con anterioridad al comienzo de las obras, el Contratista deberá presentar a la D.O. el método y un programa preliminar que se adoptará para la instalación de los instrumentos.

Asimismo, el Contratista mantendrá todos los extensómetros en perfectas condiciones de trabajo durante el transcurso de las obras. En caso de que algún instrumento resultase dañado por las operaciones efectuadas por el Contratista, éste habrá de sustituirlo, siendo responsable del coste económico adicional. La D.O. podrá exigir que el Contratista interrumpa la construcción en las proximidades de los instrumentos dañados hasta que éstos sean sustituidos y reinstalados.

3.3.3. Medición y abono

Los extensómetros se medirán por unidad (ud) realmente instalada habiendo seguido las normas del presente Pliego. Se abonarán de acuerdo con el precio correspondiente, que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

3.4. Células de presión

3.4.1. Definición

Las células de presión se utilizarán para medir y controlar las tensiones a las que está sometido el anillo de hormigón encofrado del revestimiento. Se distinguen dos tipos de células de presión: radiales y tangenciales. Las radiales se colocarán entre el sostenimiento y el revestimiento y medirán la presión radial que ejercerá la roca contra el revestimiento. Las células tangenciales se colocarán dentro del hormigón de revestimiento, embebidas en éste, y medirán la tensión de trabajo del propio anillo de hormigón.

3.4.2. Ejecución

El rango de presiones será de 0-10 MPa para las células radiales y de 0-25 MPa para las transversales. La precisión en todo caso será como mínimo de ±1%. Es recomendable instalar un sistema de medición a distancia mediante cuerda vibrante y centralita de lectura.

La colocación de las células habrá de ser lo más cuidada posible, pues defectos en su instalación generarán importantes errores en las tensiones suministradas por la célula. Para ello es muy importante que el apoyo se encuentre perfectamente liso, y el hormigón envuelva perfectamente a la placa.

La distribución de medidas a realizar en el tiempo dependerá de la calidad del terreno, de la velocidad de deformación y de la magnitud de ésta, así como de las operaciones a realizar en el túnel. En principio y salvo otra indicación de la D.O., se realizarán medidas cada dos días hasta la estabilización de la curva de deformación – tiempo y, a partir de dicho momento, mediciones mensuales de comprobación.

Las células de presión se colocarán en los puntos indicados en el Proyecto, y además, en zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno, y no previstas en el Proyecto, siendo necesario en este caso la autorización correspondiente por parte de la D.O.

Dentro de cada sección, las células se dispondrán según lo indicado en el Proyecto. Generalmente se colocará tres parejas de células transversal/radial, una en clave y dos en hombros a cada lado.

Todos los instrumentos y accesorios necesarios deberán ser suministrados por el Contratista, debiendo estar disponibles a pie de obra con anterioridad al comienzo de las obras de construcción del túnel.

El personal de instrumentación responsable de la instalación, pruebas, vigilancia y toma de lecturas y registros de los instrumentos, deberá ser personal cualificado y con experiencia en el campo de la instrumentación para túneles, a satisfacción de la D.O.

Los instrumentos empleados deberán ser probados durante el proceso de instalación. Cualquier instrumento que no funcione debidamente al término de la instalación, habrá de ser instalado de nuevo o ser sustituido, según establezca la D.O.

Todos los instrumentos deberán ser fijados de manera firme y cuidadosa, debiendo ser protegidos para asegurarse de que no reciban daño alguno durante el transcurso de estas operaciones.

Con anterioridad al comienzo de las obras, el Contratista deberá presentar a la D.O. el método y un programa preliminar que se adoptará para la instalación de los instrumentos.

Asimismo, el Contratista mantendrá todos los instrumentos en perfectas condiciones de trabajo durante el transcurso de las obras. En caso de que algún instrumento resultase dañado por las operaciones efectuadas por el

Contratista, éste habrá de sustituirlo, siendo responsable del coste económico adicional. La D.O. podrá exigir que el Contratista interrumpa la construcción en las proximidades de los instrumentos dañados hasta que éstos sean sustituidos y reinstalados.

Las células de presión se medirán por unidad (ud) de pareja de células radial/tangencial realmente instaladas de acuerdo con las normas del presente Pliego, y se abonarán de acuerdo con el precio correspondiente, que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

No serán de abono separado las operaciones, medios y materiales auxiliares necesarios para la correcta instalación de los mencionados.

DOCUMENTO Nº4

"Presupuesto"

INDICE

1. **Mediciones**
2. **Cuadro de precios nº1**
3. **Cuadro de precios nº2**
4. **Presupuesto parcial**
5. **Presupuesto general**

Mediciones

1. Mediciones

Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capítulo 1 Demoliciones						
001/01	m2 Desbroce del terreno						
	Desbroce del terreno en boca de túnel						
	Boca inferior						
	Norte-Sur	1,000	536,520			536,520	
	Sur-Norte	1,000	675,240			675,240	
	Boca Superior						
	Norte -Sur	1,000	792,120			792,120	
	Sur-Norte	1,000	516,450			516,450	
							2520,330
001/02	ud Tala de arboles						
	Tala de arboles medianos con extraccion de tocón						
	Boca inferior						
	Norte-Sur	2,000				2,000	
	Sur-Norte	4,000				4,000	
	Boca Superior						
	Norte -Sur	0,000				0,000	
	Sur-Norte	6,000				6,000	
							12,000

Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capítulo 2 Movimientos de tierras						
002/01	m3 Formación de pedraplen						
	Formación de firme nuevo - Explanada						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	1,000	40,000	10,500	0,700	294,000	

	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	1,000	36,000	10,500	0,700	264,600	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	1,000	60,000	10,500	0,700	441,000	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	1,000	55,000	10,500	0,700	404,250	
							1403,850
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capítulo 3 Túneles						
	Subcapitulo 3,1 Excavación						
003.1/01	m3 Excavación en roca con explosivos						
	Sección túnel	0,980	3889,000	1,000	130,400	496983,088	
							496983,088
003.1/02	m3 Excavación con Martillo hidraulico acoplado a retroesxavadora						
	Sección túnel	0,020	3889,000	1,000	130,400	10142,512	
							10142,512
	Subcapitulo 3.2 Sostenimiento						
003.2/01	m3 Hormigon proyectado HP-30						
	Sección túnel	1,000	3889,000	22,550	0,100	8769,695	
							8769,695
003.2/02	m Bulón MN16						
	Sección túnel	0,250	3889,000	22,550	3,000	65772,713	
							65772,713
	Subcapitulo 3.3 Revestimiento						
003.3/01	m3 Hormigon HM-30 encofrado						
	Sección túnel	1,000	3889,000	22,000	0,300	25667,400	
							25667,400

003.3/02	m3 Hormigon HM-30 en aceras y zapatas						
	Sección emboquilles	2,000	24,000	0,550		26,400	
	Sección túnel	2,000	3889,000	0,550		4277,900	
							4304,300
003.3/03	Kg Acero B500 S en barras corrugadas						
	Sección emboquilles	2,000	12,000	22,000	40,000	21120,000	
							21120,000
	Subcapitulo 3.4 Drenaje y Solera						
003.4/01	m3 Hormigon HM-20 en solera y zanja						
	Sección túnel	1,000	3889,000	10,500	0,300	12250,350	
							12250,350
003.4/02	m Tubo dren de 160 mm de diametro	4,000	1200,000			4800,000	
	Sección túnel						4800,000
004.4/03	m Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm	4,000	1200,000			4800,000	
	Sección túnel						4800,000
003.4/04	m Tubo de PVC-E-N-G/BC/400	4,000	1200,000			4800,000	
	Colectores de drenaje túnel						4800,000
003.4/05	ud Pozo HA-25 con rejilla,100x160 cm2	4,000				4,000	
	Pozo registro punto vertido colectores d=400 y dren d=160						4,000
003.4/06	ud Sumider HM-20 con rejilla de 60x40 cm	0,040	1200,000		4,000	192,000	
	Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 60x40 cm						192,000
003.4/07	ud Arqueta de hormigon de 60 cm de diametro interior	0,020	1200,000		4,000	96,000	
	Conexiones sumidero túnel cada 50 metros a cada margen						96,000
	Subcapitulo 3.5 Boquilla						

003.5/01	m3 Excavación en roca con explosivo						
	Formación emboquille						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	1,000	1,000	1,000	5208,000	5208,000	
	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	1,000	1,000	1,000	4687,200	4687,200	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	1,000	1,000	1,000	7812,000	7812,000	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	1,000	1,000	1,000	7161,000	7161,000	
							24868,200
003.5/02	m Paraguas de micropilotes D127-9 mm						
	Paraguas emboquilles	4,000	12,000		27,000	1296,000	
							1296,000
003.5/03	m Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm						
	Correa paraguas emboquille	4,000	23,000		27,000	2484,000	
							2484,000
003.5/04	m Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud						
	Boquilla inferior	0,222	91,110			20,247	
	Boquilla superior	0,222	278,340			61,853	
							82,099
003.5/05	m2Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor						
	Boquilla inferior	2,000	91,110			182,220	
	Boquilla superior	2,000	278,340			556,680	
							738,900
003.5/06	ud balsa de decantación						
		2,000				2,000	

							2,000
003.5/07	m3 Hormigon proyectado HP-30						
	Sección tipo emboquilles	2,000	24,000	22,550	0,260	281,424	
							281,424
003.5/08	m Bulón D25 mm						
	Sección emboquilles	0,222	24,000	22,550	4,000	481,019	
							481,019
003.5/09	m2 Malla de 150 x 150 x0,6						
	Sección emboquilles	4,000	24,000	22,550		2164,800	
							2164,800
003.5/10	ud Cercha TH-29						
	Sección tipo emboquilles	4,000	12,000	1,000		48,000	
							48,000
003.5/11	m3 Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial						
	Sección tipo emboquilles	2,000	24,000	22,000	0,300	316,800	
							316,800
	Subcapitulo 3.6 Instalaciones auxiliares						
003.6/01	ud Ventilador de obra						
		1,000				1,000	
							1,000
003.6/05	m Red contraincendios D200 + D100						
		1,000	3889,000			3889,000	
							3889,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capítulo 4 Firmes y pavimentos						
004/01	t Zahorra artificial en obra c/mat de excavación						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	1,000	40,000	10,500	0,300	126,000	

	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	1,000	36,000	10,500	0,300	113,400	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	1,000	60,000	10,500	0,300	189,000	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	1,000	55,000	10,500	0,300	173,250	
							601,650
004/02	t Emulsión ECI riego imprimación						
	Dotación de 1,50 Kg/m2						
	Formación de firme nuevo						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	1,500	40,000	10,500	0,001	0,630	
	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	1,500	36,000	10,500	0,001	0,567	
	Tunelación						
	Norte-Sur						
	0+760 a 3+000	1,500	2240,000	10,500	0,001	35,280	
	Sur-Norte						
	1+016 a 2+645	1,500	1629,000	10,500	0,001	25,657	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	1,500	60,000	10,500	0,001	0,945	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	1,500	55,000	10,500	0,001	0,866	
							63,945
004/03	t Emulsión ECI-1 riego imprimación						
	Dotación de 0,4 Kg/m2						

	Formación de firme nuevo						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	0,400	40,000	10,500	0,001	0,168	
	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	0,400	36,000	10,500	0,001	0,151	
	Tunelación						
	Norte-Sur						
	0+760 a 3+000	0,400	2240,000	10,500	0,001	9,408	
	Sur-Norte						
	1+016 a 2+645	0,400	1629,000	10,500	0,001	6,842	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	0,400	60,000	10,500	0,001	0,252	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	0,400	55,000	10,500	0,001	0,231	
							17,052
004/04	t MBC, en capa de rodadura						
	Dotación 0,4 Kg/m2						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	2,400	40,000	10,500	0,050	50,400	
	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	2,400	36,000	10,500	0,050	45,360	
	Tunelación						
	Norte-Sur						
	0+760 a 3+000	2,400	2240,000	10,500	0,050	2822,400	
	Sur-Norte						
	1+016 a 2+645	2,400	1629,000	10,500	0,050	2052,540	

	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	2,400	60,000	10,500	0,050	75,600	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	2,400	55,000	10,500	0,050	69,300	
							5115,600
004/05	t MBC, en capa intermedia						
	Dotación 2,4 t/m3						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	2,400	40,000	10,500	0,050	50,400	
	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	2,400	36,000	10,500	0,050	45,360	
	Tunelación						
	Norte-Sur						
	0+760 a 3+000	2,400	2240,000	10,500	0,050	2822,400	
	Sur-Norte						
	1+016 a 2+645	2,400	1629,000	10,500	0,050	2052,540	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	2,400	60,000	10,500	0,050	75,600	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	2,400	55,000	10,500	0,050	69,300	
							5115,600
004/06	t MBC, en capa intermedia						
	Dotación 2,4 t/m3						
	Boca inferior						
	Norte-Sur						
	3+000 a 3+040	2,400	40,000	10,500	0,120	120,960	

	Sur-Norte						
	0+980 a 1+016	2,400	36,000	10,500	0,120	108,864	
	Tunelación						
	Norte-Sur						
	0+760 a 3+000	2,400	2240,000	10,500	0,120	6773,760	
	Sur-Norte						
	1+016 a 2+645	2,400	1629,000	10,500	0,120	4926,096	
	Boca Superior						
	Norte -Sur						
	PK 0+700 a 0+760	2,400	60,000	10,500	0,120	181,440	
	Sur-Norte						
	2+645 a 2+700	2,400	55,000	10,500	0,120	166,320	
							12277,440
004/07	t Betún de cualquier penetración						
	Betún B 50/70 en mezclas bituminosas						
	Capa de rodadura (Dosificación 5 %)	0,050	5115,600			255,780	
	Capa intermedia (Dosificación 4,75 %)	0,048	5115,600			242,991	
	Capa de base (Dosificación 4,5%)	0,045	12277,440			552,485	
							1051,256
004/08	m2 m Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5						
	m Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5						
	Margen derecho						
	Norte-Sur	1,000	2260,000			2260,000	
	Sur-Norte	1,000	1629,000			1629,000	
	Margen Izquierdo						
	Norte -Sur	1,000	2260,000			2260,000	
	Sur-Norte	1,000	1629,000			1629,000	
							7778,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad

	Capitulo 5 Topografía y auscultaciones						
005/01	PA Labores topograficas derante la ejecución de la obra	1,000				1,000	
							1,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capitulo 6 Drenaje						
006/01	m Cuneta VA-100						
	Formación de cuneta en boquilla						
	Cuneta de guarda	4,000	32,000			128,000	
							128,000
006/02	m Cuneta en tierra VT-125						
	Cuneta de guarda	4,000	50,000			200,000	
							200,000
006/03	m2 Trasdosado de cuneta						
	Boquilla túnel. Cuneta de guarda	4,000	32,000	0,300		38,400	
							38,400
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones						
007/01	ud Caja de acometida y general de protección						
	Acometida eléctrica en inmediaciones de boca superior de túnel	2,000				2,000	
							2,000
007/02	ud Cuadro general de maniobra, protección y distribución						
	Cuadro general en inmediaciones de boca superior de túnel	2,000				2,000	
							2,000
007/03	m Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2						
	Encanalización bajo calzada	1,000	4000,000			4000,000	
	Ascendente	0,050	4000,000		5,500	1100,000	
							5100,000
007/04	ud Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3						
	Cada 40 metros	2,000	3900,000		0,025	195,000	

Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	195,000 Cantidad
	Capitulo 8 Señalización de obra						
008/01	ud Señal movil circular tipo TR acero D=60cm, nivel 1						
	TR-301 Limitación de velocidad	10,000				10,000	
	TR-305 Prohibición de adelantamiento	10,000				10,000	
	TR-500 Fin de limitaciones	5,000				5,000	
							25,000
008/02	ud Señal Vertical triangular tipo TR acero L=90cm, nivel 1						
	TP-18 Obras	8,000				8,000	
	TP-15 Perfil irregular	4,000				4,000	
	TP-17a Estrechamiento de calzada por derecha	4,000				4,000	
	TP-17b Estrechamiento de calzada por izquierda	4,000				4,000	
							20,000
008/03	ud Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, nivel 1						
	TB-1 Panel direccional	6,000				6,000	
							6,000
008/04	ud Piquete de balizamiento, rojo y blanco, con retroreflectancia						
	TB-7	50,000				50,000	
							50,000
008/05	ud Cono PVC base lastrada, h=0,75m, nivel 2						
	Señalización de obras	30,000				30,000	
							30,000
008/06	ud Cono PVC base, h=0,75m, nivel 2						
	Señalización de obras	30,000				30,000	
							30,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capítulo 9 Señalización definitiva						
	Subcapitulo 9.1 Señalización Horizontal						

009.1/01	m Marca vial productos termoplastico 10 cm						
	Delimitación de borde de calzada	2,000	4000,000			8000,000	
	Eje de calzada	1,000	4000,000			4000,000	
							12000,000
	Subcapitulo 9.2 Señalización Vertical						
009.2/01	ud Señal vertical circular tipo R acero D=90cm, nivel 2						
	R-300	8,000				8,000	
	R-301	8,000				8,000	
	R-413	8,000				8,000	
							24,000
009.2/02	ud Señal vertical rectangular tipo S acero 90x135 cm, nivel 2						
	S-5	8,000				8,000	
	S-24	8,000				8,000	
							16,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capitulo 10 Adecuación ambiental						
010/01	PA Reabilitación mediambiental	1,000				1,000	
							1,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capitulo 11 Cerramientos						
011/01	m Cierre de malla de simple torsión 1,50x50x3						
	Sobre bocas de Túnel, adyacente a cuneta de guarda	4,000	50,000			200,000	
							200,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capitulo 12 Gestión de residuos						
012/1	PA Gestión de residuos generados en la obra	1,000				1,000	
							1,000
Codigo	Resumen	UDS	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad
	Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates						

013/1	PA Limpieza y terminación de las obras	1,000	1,000	
				1,000

Cuadro de precios Nº1

2. Cuadro de precios Nº1

Código	Resumen	Precio	
	Capítulo 1 Demoliciones		
001/01	m2 Desbroce del terreno		
	Desbroce del terreno en boca de túnel	CERO EUROS con SESENTA Y UN CENTIMOS	0,61 €
001/02	ud Tala de arboles		
	Tala de arboles medianos con extraccion de tocón	CIENTO TREINTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y TRES CENTIMOS	133,43 €
Codigo	Resumen	Precio	
	Capítulo 2 Movimientos de tierras		
002/01	m3 Formación de pedraplen		
	Formación de firme nuevo - Explanada	UN EURO con SESENTA Y CINCO CENTIMOS	1,65 €
Codigo	Resumen	Precio	
	Capítulo 3 Túneles		
	Subcapitulo 3.1 Excavación		
003.1/01	m3 Excavación en roca con explosivos		
	Sección túnel	VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA CENTIMOS	24,90 €
003.1/02	m3 Excavación con Martillo hidraulico acoplado a retroesxavadora	ONCE EUROS con CINCUENTA Y TRES CENTIMOS	11,53 €
	Sección túnel		
		Precio	
	Subcapitulo 3.2 Sostenimiento		
003.2/01	m3 Hormigon proyectado HP-30		
	Sección túnel	CIENTO CINCUENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CENTIMOS	150,65 €

003.2/02	m Bulón MN16		13,72 €
	Sección túnel	TRECE EUROS con SETENTA Y DOS CENTIMOS	
	Subcapitulo 3.3 Revestimiento		
003.3/01	m3 Hormigon HM-30 encofrado		
	Hormigon HM-30 encofrado	CIENTO VEINTITRES EUROS con VEINTE CENTIMOS	123,20 €
003.3/02	m3 Hormigon HM-30 en aceras y zapatas		
	Hormigon HM-30 en aceras y zapatas	CINCUENTA Y UN EUROS con VEINTICINCO CENTIMOS	51,25 €
003.3/03	Kg Acero B500 S en barras corrugadas		
	Acero B500S en barras corrugadas	UN EUROS con NUEVE CENTIMOS	1,09 €
	Subcapitulo 3.4 Drenaje y Solera		
003.4/01	m3 Hormigon HM-20 en solera y zanja		
	Hormigon HM-20 en solera y zanja	CINCUENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CENTIMOS	56,37 €
003.4/02	m Tubo dren de 160 mm de diametro		
	Tubo dren de 160 mm de diametro	ONCE EUROS con CATORCE CENTIMOS	11,14 €
003.4/03	m Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm		
	Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm	DIECINUEVE EUROS con NUEVE CENTIMOS	19,09 €

003.4/04	m Tubo de PVC-E-N-G/BC/400		
	Tubo de PVC tipo B corrugado de D=400mm con capa granular	CUARENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y CINCO CENTIMOS	46,35 €
003.4/05	ud Pozo HA-25 con rejilla,100x160 cm2		
	Pozo registro punto vertido colectores d=400 y dren d=160	MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CENTIMOS	1.444,69 €
003.4/06	ud Sumidero HM-20 con rejilla de 60x40 cm		
	Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 60x40 cm	CIENTO DIECISEIS EUROS con TREINTA Y NUEVE CENTIMOS	116,39 €
003.4/07	ud Arqueta de hormigon de 60 cm de diametro interior		
	Conexiones sumidero túnel cada 50 metros a cada margen	DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CENTIMOS	258,68 €
	Subcapitulo 3.5 Boquilla		
003.5/01	m3 Excavación en roca con explosivo		
	Formación emboquille	VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA CENTIMOS	24,90 €
003.5/02	m Paraguas de micropilotes D127-9 mm		
	Paraguas de micropilotes D127-9 mm Y 165mm de diametro de perfora.	SETENTA EUROS con CINCUENTA CENTIMOS	70,50 €
003.5/03	m Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm		

	Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm	TREINTA Y UN EUROS con DIECIETE CENTIMOS	31,17 €
003.5/04	m Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud		
	Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud	VEINTINUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CENTIMOS	29,88 €
003.5/05	m2 Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor		
	Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor	DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CENTIMOS	17,99 €
003.5/06	ud balsa de decantación		
	balsa de decantación	TRES MIL CIENTO CINCUENTA EUROS	3.150,00 €
003.5/07	m3 Hormigon proyectado HP-30		
	Hormigon proyectado HP-30	CIENTO CINCUENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CENTIMOS	150,65 €
003.5/08	m Bulón D25 mm		
	Bulón D25 mm	ONCE EUROS con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS	11,47 €
003.5/09	m2 Malla de 150 x 150 x0,6		
	Malla de 150 x 150 x0,6	NUEVE EUROS con NOVENTA Y SIETE CENTIMOS	9,97 €
003.5/10	ud Cercha TH-29		
	Cercha TH-29	SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS con TRECE CENTIMOS	675,13 €

003.5/11	m3 Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial		
	Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial	SESENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CENTIMOS	60,65 €
	Subcapitulo 3.6 Instalaciones auxiliares		
003.6/01	ud Ventilador de obra		
	Suministro y colocación de ventilador de obra compuesto por: Tobera de admisión Carcasa admisión-rodete Carcasa motor Rodete regulación individual alabes aluminio Motor electrico 75 Kw - 4 polos -IP-55- 400 V - 50 Hz Amortiguador de ruido FAR-140/200 Piezas de conexión tipo "A" dia 1400/1400x150		
	Bastidor ventilador	VEINTEMIL EUROS	20.000,00 €
003.6/05	m Red contraincendios D200 + D100		
	Red contraincendios D200 + D100	VEINTICUATROS EUROS con NOVENTA Y DOS CENTIMOS	24,92 €
Codigo	Resumen	Precio	
	Capítulo 4 Firmes y pavimentos		
004/01	t Zahorra artificial en obra c/mat de excavación		
	Zahorra artificial en obra c/mat de excavación	DIEZ EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS	10,59 €
004/02	t Emulsión ECI riego imprimación		

	Emulsión ECI riego imprimación	TRESCIENTOS DOCE EUROS con CUARENTA Y SEIS CENTIMOS	312,46 €
004/03	t Emulsión ECI-1 riego imprimación Emulsión ECI-1 riego imprimación	TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CUATRO CENTIMOS	351,64 €
004/04	t MBC, en capa de rodadura MBC, en capa de rodadura	VEINTICUATROS EUROS con TREINTA Y TRES CENTIMOS	24,33 €
004/05	t MBC, en capa intermedia MBC, en capa intermedia	DIECISIETE EUROS con CUARENTA Y DOS CENTIMOS	17,42 €
004/06	t MBC, en capa intermedia MBC, en capa intermedia	DIECISEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS	16,49 €
004/07	t Betún de cualquier penetración Betún de cualquier penetración	TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CENTIMOS	336,42 €
004/08	m Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5 Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5	NUEVE EUROS con SESENTA Y SIETE CENTIMOS	9,67 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 5 Topografía y auscultaciones		
005/1	PA Labores topgraficas durante la ejecución de la obra Partida alzada de abono integro para realización de labores topograficas	VEINTICINCO MIL EUROS	25.000,00 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 6 Drenaje		
006/01	m Cuneta VA-100 Cuneta de hormigon ejecutada en obra tipo VA-100	DIECISIETE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS	17,49 €

006/02	m Cuneta en tierra VT-125 Cuneta en tierra VT-125	CERO EUROS con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	0,52 €
006/03	m2 Trasdosado de cuneta Trasdosado de cuneta	NUEVE EUROS con SESENTA Y SEIS CENTIMOS	9,66 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones		
007/01	ud Caja de acometida y general de protección Caja de acometida y general de protección	SETECIENTOS SESENTA EUROS con SETENTA Y DOS CENTIMOS	760,72 €
007/02	ud Cuadro general de maniobra, protección y distribución Cuadro general de maniobra, protección y distribución	MIL CIENTO OCHO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS	1.108,59 €
007/03	m Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2 Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2	TRECE EUROS con VEINTISEIS CENTIMOS	13,26 €
007/04	ud Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3 Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3	SETENTA Y CINCO EUROS CON VEINTISEIS CENTIMOS	75,26 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 8 Señalización de obra		
008/01	ud Señal movil circular tipo TR acero D=60cm, nivel 1 Señal movil circular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	CINCUENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y SIETE CENTIMOS	55,77 €
008/02	ud Señal Vertical triangular tipo TR acero L=90cm, nivel 1 Señal vertical triangular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	SESENTA Y OCHO EUROS con DIECINUEVE CENTIMOS	68,19 €

008/03	ud Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, nivel 1 Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, con retroreflectancia nivel 1	CIENTO VEINTISEIS EUROS con OCHENTA Y SIETE CENTIMOS	126,87 €
008/04	ud Piquete de balizamiento, rojo y blanco, con retroreflectancia Piquete de balidación de obra con panel reflexivo con retroreflectancia nivel 2	DOCE EUROS con OCHENTA Y OCHO CENTIMOS	12,88 €
008/05	ud Cono PVC base lastrada, h=0,75m, nivel 2 Cono PVC base lastrada, h=0,75m, con reroreflectancia nivel 2	DIECISEIS EUROS con TREINTA Y SEIS CENTIMOS	16,36 €
008/06	ud Cono PVC base, h=0,75m, nivel 2 Cono PVC base, h=0,75m, con retroreflectancia nivel 2	QUINCE EUROS con SESENTA Y CUATRO CENTIMOS	15,64 €
Codigo	Resumen	Precio	
	Capítulo 9 Señalización definitiva Subcapitulo 9.1 Señalización Horizontal		
009.1/01	m Marca vial productos termoplastico 10 cm Marca vial tipo 2 termoplastica de aplicación caliente de 10 cm de ancho	CERO EUROS con SESENTA Y SIETE CENTIMOS	0,67 €
	Subcapitulo 9.2 Señalización Vertical		
009.2/01	ud Señal vertical circular tipo R acero D=90cm, nivel 2 Señal vertical circular tipo R de hacer galvanizado con retroalimentación nivel 2	CIENTO CUARENTA EUROS con VEINTICINCO CENTIMOS	140,25 €
009.2/02	ud Señal vertical rectangular tipo S acero 90x135 cm, nivel 2		

	Señal vertical rectangular tipo S de acero galvanizado con retroalimentación nivel 2	DOSCIENTOS CINCO EUROS con CUARENTA Y DOS CENTIMOS	205,42 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 10 Adecuación ambiental		
010/01	PA Reabilitación mediambiental		
	Partida alzada de abono integro para reabilitación mediambiental	QUINCE MIL EUROS	15.000,00 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 11 Cerramientos		
011/01	m Cierre de malla de simple torsión 1,50x50x3		
	Cierre de malla simple de torsión de alambre de acero galvanizado 3mm de diametro 50mm de luz de malla y 1,50 m de altura de cierre	CATORCE EUROS con DIECISIETE CENTIMOS	14,17 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 12 Gestión de residuos		
012/1	PA Gestión de residuos generados en la obra		
	Partida alzada de abono integro para gestión de residuos generados en la obra	VEINTE MIL EUROS	20.000,00 €

Codigo	Resumen	Precio	
	Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates		
013/1	PA Limpieza y terminación de las obras		
	Partida alzada de abono integro para limpieza y terminación de las obras	VEINTICINCO MIL EUROS	25.000,00 €

Cuadro de precios Nº2

3. Cuadro de precios Nº2

Código	Resumen		Precio
	Capítulo 1 Demoliciones		
001/01	m2 Desbroce del terreno		
	Desbroce del terreno en boca de túnel	Mano de obra.....	0,13 €
		Maquinaria.....	0,44 €
		Resto de obra y materiales.....	0,04 €
		TOTAL PARTIDA.....	0,61 €
001/02	ud Tala de arboles		
	Tala de arboles medianos con extraccion de tocón	Mano de obra.....	9,38 €
		Maquinaria.....	19,89 €
		Resto de obra y materiales.....	1,81 €
		TOTAL PARTIDA.....	31,08 €
Codigo	Resumen		
	Capítulo 2 Movimientos de tierras		
002/01	m3 Formación de pedraplen		
	Formación de firme nuevo - Explanada	Mano de obra.....	0,38 €
		Maquinaria.....	1,12 €
		Resto de obra y materiales.....	0,15 €
		TOTAL PARTIDA.....	1,65 €
Codigo	Resumen		
	Capítulo 3 Túneles		
	Subcapitulo 3,1 Excavación		
003.1/01	m3 Excavación en roca con explosivos		
	Sección túnel	Mano de obra.....	8,88 €
		Maquinaria.....	11,85 €

		Resto de obra y materiales.....	4,17 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,90 €
003.1/02	m3 Excavación con Martillo hidraulico acoplado a retroesxavadora	Mano de obra.....	1,46 €
	Sección túnel	Maquinaria.....	9,41 €
		Resto de obra y materiales.....	0,66 €
		TOTAL PARTIDA.....	11,53 €
	Subcapitulo 3,2 Sostenimiento		
003.2/01	m3 Hormigon proyectado HP-30		
	Sección túnel	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	150,65 €
		TOTAL PARTIDA.....	150,65 €
003.2/02	m Bulón MN16		
	Sección túnel	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	13,72 €
		TOTAL PARTIDA.....	13,72 €
	Subcapitulo 3,3 Revestimiento		
003.3/01	m3 Hormigon HM-30 encofrado		
	Hormigon HM-30 encofrado	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	123,20 €
		TOTAL PARTIDA.....	123,20 €
003.3/02	m3 Hormigon HM-30 en aceras y zapatas		

	Hormigon HM-30 en aceras y zapatas		
		Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	51,25 €
		TOTAL PARTIDA.....	51,25 €
003.3/03	Kg Acero B500 S en barras corrugadas		
	Acero B500S en barras corrugadas		
		Mano de obra.....	0,25 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	0,84 €
		TOTAL PARTIDA.....	1,09 €
	Subcapitulo 3.4 Drenaje y Solera		
003.4/01	m3 Hormigon HM-20 en solera y zanja		
	Hormigon HM-20 en solera y zanja		
		Mano de obra.....	1,59 €
		Maquinaria.....	0,26 €
		Resto de obra y materiales.....	54,52 €
		TOTAL PARTIDA.....	56,37 €
003.4/02	m Tubo dren de 160 mm de diametro		
	Tubo dren de 160 mm de diametro		
		Mano de obra.....	3,94 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	7,20 €
		TOTAL PARTIDA	11,14 €
003.4/03	m Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm		
	Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm		
		Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	19,09 €
		TOTAL PARTIDA.....	19,09 €

003.4/05	ud Pozo HA-25 con rejilla,100x160 cm2		
	Pozo registro punto vertido colectores d=400 y dren d=160	Mano de obra.....	27,15 €
		Maquinaria.....	26,05 €
		Resto de obra y materiales.....	1.391,49 €
		TOTAL PARTIDA.....	1.444,69 €
003.4/06	ud Sumidero HM-20 con rejilla de 60x40 cm		
	Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 60x40 cm	Mano de obra.....	14,61 €
		Maquinaria.....	1,14 €
		Resto de obra y materiales.....	100,64 €
		TOTAL PARTIDA.....	116,39 €
003.4/07	ud Arqueta de hormigon de 60 cm de diametro interior		
	Conexiones sumidero túnel cada 50 metros a cada margen	Mano de obra.....	10,44 €
		Maquinaria.....	3,26 €
		Resto de obra y materiales.....	244,98 €
		TOTAL PARTIDA.....	258,68 €
	Subcapitulo 3,5 Boquilla		
003.5/01	m3 Excavación en roca con explosivo		
	Formación emboquille	Mano de obra.....	8,88 €
		Maquinaria.....	11,85 €
		Resto de obra y materiales.....	4,17 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,90 €
003.5/02	m Paraguas de micropilotes D127-9 mm		
	Paraguas de micropilotes D127-9 mm Y 165mm de diametro de perfora.	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €

		Resto de obra y materiales……	70,50 €
		TOTAL PARTIDA……..	70,50 €
003.5/03	m Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm		
	Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	31,17 €
		TOTAL PARTIDA……..	31,17 €
003,5/04	m Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud		
	Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	28,88 €
		TOTAL PARTIDA……..	28,88 €
003.5/05	m2 Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor		
	Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	17,99 €
		TOTAL PARTIDA……..	17,99 €
003.5/06	ud balsa de decantación		
	balsa de decantación	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	3.150,00 €
		TOTAL PARTIDA……..	3.150,00 €
003.5/07	m3 Hormigon proyectado HP-30		
	Hormigon proyectado HP-30	Mano de obra……	0,00 €

		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	150,65 €
		TOTAL PARTIDA.....	150,65 €
003.5/08	m Bulón D25 mm		
	Bulón D25 mm	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	11,47 €
		TOTAL PARTIDA.....	11,47 €
003.5/09	m2 Malla de 150 x 150 x0,6		
	Malla de 150 x 150 x0,6	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	9,97 €
		TOTAL PARTIDA.....	9,97 €
003.5/10	ud Cercha TH-29		
	Cercha TH-29	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	675,13 €
		TOTAL PARTIDA.....	675,13 €
003.5/11	m3 Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial		
	Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	60,65 €
		TOTAL PARTIDA.....	60,65 €

Subcapitulo 3.6 Instalaciones auxiliares

003,6/01	ud Ventilador de obra modelo ZVN 1-14-75/4		
	Suministro y colocación de ventilador de obra modelo ZVN 1-14-75/4		
	o semejate compuesto por:		
	Tobera de admisión		
	Carcasa admisión-rodete		
	Carcasa motor		
	Rodete regulación individual alabes aluminio		
	Motor electrico 75 Kw - 4 polos -IP-55- 400 V - 50 Hz		
	Amortiguador de ruido FAR-140/200		
	Piezas de conexión tipo "A" dia 1400/1400x150		
	Bastidor ventilador	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	20.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	20.000,00 €
003,6/05	m Red contraincendios D200 + D100		
	Red contraincendios D200 + D100	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	24,92 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,92 €

Codigo	Resumen		
	Capítulo 4 Firmes y pavimentos		
004/01	t Zahorra artificial en obra c/mat de excavación		
	Zahorra artificial en obra c/mat de excavación	Mano de obra.....	0,40 €
		Maquinaria.....	1,80 €
		Resto de obra y materiales.....	8,39 €
		TOTAL PARTIDA.....	10,59 €

004/02	t Emulsión ECI riego imprimación		
	Emulsión ECI riego imprimación	Mano de obra.....	19,16 €
		Maquinaria.....	26,09 €
		Resto de obra y materiales.....	267,21 €
		TOTAL PARTIDA.....	312,46 €
004/03	t Emulsión ECI-1 riego imprimación		
	Emulsión ECI-1 riego imprimación	Mano de obra.....	28,72 €
		Maquinaria.....	35,34 €
		Resto de obra y materiales.....	287,58 €
		TOTAL PARTIDA.....	351,64 €
004/04	t MBC, en capa de rodadura		
	MBC, en capa de rodadura	Mano de obra.....	1,57 €
		Maquinaria.....	9,64 €
		Resto de obra y materiales.....	13,12 €
		TOTAL PARTIDA.....	24,33 €
004/05	t MBC, en capa intermedia		
	MBC, en capa intermedia	Mano de obra.....	2,05 €
		Maquinaria.....	8,74 €
		Resto de obra y materiales.....	6,63 €
		TOTAL PARTIDA.....	17,42 €
004/06	t MBC, en capa intermedia		
	MBC, en capa intermedia	Mano de obra.....	1,78 €
		Maquinaria.....	8,18 €
		Resto de obra y materiales.....	6,53 €
		TOTAL PARTIDA.....	16,49 €

004/07	t Betún de cualquier penetración		
	Betún de cualquier penetración	Mano de obra.....	7,38 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	329,04 €
		TOTAL PARTIDA.....	336,42 €
004/08	m Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5		
	Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5	Mano de obra.....	4,75 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	4,92 €
		TOTAL PARTIDA.....	9,67 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 5 Topografía y auscultaciones		
005/01	PA Labores topgraficas durante la ejecución de la obra		
	Partida alzada de abono integro para realización de labores topograficas	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	25.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	25.000,00 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 6 Drenaje		
006/01	m Cuneta VA-100		
	Cuneta de hormigon ejecutada en obra tipo VA-100	Mano de obra.....	2,51 €
		Maquinaria.....	4,16 €
		Resto de obra y materiales.....	10,82 €
		TOTAL PARTIDA.....	17,49 €

006/02	m Cuneta en tierra VT-125		
	Cuneta en tierra VT-125	Mano de obra.....	0,07 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	0,45 €
		TOTAL PARTIDA.....	0,52 €
006/03	m2 Trasdosado de cuneta		
	Trasdosado de cuneta	Mano de obra.....	1,05 €
		Maquinaria.....	1,08 €
		Resto de obra y materiales.....	7,53 €
		TOTAL PARTIDA.....	9,66 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones		
007/01	ud Caja de acometida y general de protección		
	Caja de acometida y general de protección	Mano de obra.....	164,85 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	595,87 €
		TOTAL PARTIDA.....	760,72 €
007/02	ud Cuadro general de maniobra, protección y distribución		
	Cuadro general de maniobra, protección y distribución	Mano de obra.....	259,18 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	849,41 €
		TOTAL PARTIDA.....	1.108,59 €
007/03	m Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2		
	Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2	Mano de obra.....	0,70 €
		Maquinaria.....	0,00 €

		Resto de obra y materiales.....	12,56 €
		TOTAL PARTIDA.....	13,26 €
007/04	ud Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3		
	Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3	Mano de obra.....	11,50 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	63,76 €
		TOTAL PARTIDA.....	75,26 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 8 Señalización de obra		
008/01	ud Señal movil circular tipo TR acero D=60cm, nivel 1		
	Señal movil circular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	Mano de obra.....	7,69 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	48,08 €
		TOTAL PARTIDA.....	55,77 €
008/02	ud Señal Vertical triangular tipo TR acero L=90cm, nivel 1		
	Señal vertical triangular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	Mano de obra.....	12,24 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	55,95 €
		TOTAL PARTIDA.....	68,19 €
008/03	ud Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, nivel 1		
	Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, con retroreflectancia nivel 1	Mano de obra.....	5,46 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	7,42 €
		TOTAL PARTIDA.....	12,88 €

008/04	ud Piquete de balizamiento, rojo y blanco, con retroreflectancia		
	Piquete de balidación de obra con panel reflexivo con retroreflectancia nivel 2	Mano de obra.....	5,46 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	7,42 €
		TOTAL PARTIDA.....	12,88 €
008/05	ud Cono PVC base lastrada, h=0,75m, nivel 2		
	Cono PVC base lastrada, h=0,75m, con reroreflectancia nivel 2	Mano de obra.....	2,27 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	14,09 €
		TOTAL PARTIDA.....	16,36 €
008/06	ud Cono PVC base, h=0,75m, nivel 2		
	Cono PVC base, h=0,75m, con retroreflectancia nivel 2	Mano de obra.....	1,36 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	14,28 €
		TOTAL PARTIDA.....	15,64 €
Codigo	Resumen		
	Capítulo 9 Señalización definitiva		
	Subcapitulo 9.1 Señalización Horizontal		
009.1/01	m Marca vial productos termoplastico 10 cm		
	Marca vial tipo 2 termoplastica de aplicación caliente de 10 cm de ancho	Mano de obra.....	0,23 €
		Maquinaria.....	0,02 €
		Resto de obra y materiales.....	0,42 €
		TOTAL PARTIDA.....	0,67 €
	Subcapitulo 9.2 Señalización Vertical		
009.2/01	ud Señal vertical circular tipo R acero D=90cm, nivel 2		

	Señal vertical circular tipo R de hacer galvanizado con retroalimentación nivel 2	Mano de obra.....	12,24 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	128,01 €
		TOTAL PARTIDA.....	140,25 €
009.2/02	ud Señal vertical rectangular tipo S acero 90x135 cm, nivel 2		
	Señal vertical rectangular tipo S de acero galvanizado con retroalimentación nivel 2	Mano de obra.....	12,24 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	193,18 €
		TOTAL PARTIDA.....	205,42 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 10 Adecuación ambiental		
010/01	PA Reabilitación mediambiental		
	Partida alzada de abono integro para reabilitación mediambiental	Mano de obra.....	0,00 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	15.000,00 €
		TOTAL PARTIDA.....	15.000,00 €
Codigo	Resumen		
	Capitulo 11 Cerramientos		
011/01	m Cierre de malla de simple torsión 1,50x50x3		
	Cierre de malla simple de torsión de alambre de acero galvanizado		
	3mm de diametro 50mm de luz de malla y 1,50 m de altura de cierre	Mano de obra.....	4,40 €
		Maquinaria.....	0,00 €
		Resto de obra y materiales.....	9,77 €
		TOTAL PARTIDA.....	14,17 €
Codigo	Resumen		

	Capitulo 12 Gestión de residuos		
012/1	PA Gestión de residuos generados en la obra		
	Partida alzada de abono integro para gestión de residuos generados en la obra	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	20.000,00 €
		TOTAL PARTIDA……..	20.000,00 €

Codigo	Resumen		
	Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates		
013/1	PA Limpieza y terminación de las obras		
	Partida alzada de abono integro para limpieza y terminación de las obras	Mano de obra……	0,00 €
		Maquinaria……..	0,00 €
		Resto de obra y materiales……	25.000,00 €
		TOTAL PARTIDA……..	25.000,00 €

Presupuesto parcial

4. Presupuesto parcial

Código	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capítulo 1 Demoliciones			
001/01	m2 Desbroce del terreno			
	Desbroce del terreno en boca de túnel	2520,330	0,61 €	1.537,40 €
001/02	ud Tala de arboles			
	Tala de arboles medianos con extraccion de tocón	12,000	133,43 €	1.601,16 €
				3.138,56 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capítulo 2 Movimientos de tierras			
002/01	m3 Formación de pedraplen			
	Formación de firme nuevo - Explanada	1403,850	1,65 €	2.316,35 €
				2.316,35 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capítulo 3 Túneles			
	Subcapitulo 3.1 Excavación			
003.1/01	m3 Excavación en roca con explosivos			
	Sección túnel	496983,088	24,90 €	12.374.878,89 €
003.1/02	m3 Excavación con Martillo hidraulico acoplado a retroesxavadora			
	Sección túnel	10142,512	11,53 €	116.943,16 €
				12.491.822,05 €
	Subcapitulo 3,2 Sostenimiento			
003,2/01	m3 Hormigon proyectado HP-30			

	Sección túnel	8769,695	150,65 €	1.321.154,55 €
003.2/02	m Bulón MN16			
	Sección túnel	65772,713	13,72 €	902.401,62 €
				2.223.556,17 €
	Subcapitulo 3.3 Revestimiento			
003.3/01	m3 Hormigon HM-30 encofrado			
	Hormigon HM-30 encofrado	25667,400	123,20 €	3.162.223,68 €
003.3/02	m3 Hormigon HM-30 en aceras y zapatas			
	Hormigon HM-30 en aceras y zapatas	4304,300	51,25 €	220.595,38 €
003.3/03	Kg Acero B500 S en barras corrugadas			
	Acero B500S en barras corrugadas	21120,000	1,09 €	23.020,80 €
				3.405.839,86 €
	Subcapitulo 3.4 Drenaje y Solera			
003.4/01	m3 Hormigon HM-20 en solera y zanja			
	Hormigon HM-20 en solera y zanja	12250,350	56,37 €	690.552,23 €
003.4/02	m Tubo dren de 160 mm de diametro			
	Tubo dren de 160 mm de diametro	4800,000	11,14 €	53.472,00 €
003.4/03	m Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm			
	Canalización formada por 6 tubos de PVC de 90 mm	4800,000	19,09 €	91.632,00 €
003.4/04	m Tubo de PVC-E-N-G/BC/400			
	Tubo de PVC tipo B corrugado de D=400mm con capa granular	4800,000	46,35 €	222.480,00 €

003.4/05	ud Pozo HA-25 con rejilla,100x160 cm2			
	Pozo registro punto vertido colectores d=400 y dren d=160	4,000	1.444,69 €	5.778,76 €
003,4/06	ud Sumidero HM-20 con rejilla de 60x40 cm			
	Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 60x40 cm	192,000	116,39 €	22.346,88 €
003.4/07	ud Arqueta de hormigon de 60 cm de diametro interior			
	Conexiones sumidero túnel cada 50 metros a cada margen	96,000	258,68 €	24.833,28 €
				1.111.095,15 €
	Subcapitulo 3.5 Boquilla			
003.5/01	m3 Excavación en roca con explosivo			
	Formación emboquille	24868,200	24,90 €	619.218,18 €
003.5/02	m Paraguas de micropilotes D127-9 mm			
	Paraguas de micropilotes D127-9 mm Y 165mm de diametro de perfora.	1296,000	70,50 €	91.368,00 €
003,5/03	m Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm			
	Preanillo de hormigon HA-30 de 500 x 500 mm	2484,000	31,17 €	77.426,28 €
003.5/04	m Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud			
	Bulón tipo Gewi o semejante de D= 32 mm en talud	82,099	29,88 €	2.453,13 €
003.5/05	m2 Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor			
	Talud proyectado con hormigon HPF30 de 10 cm de espesor	738,900	17,99 €	13.292,81 €
003,5/06	ud balsa de decantación			
	balsa de decantación	2,000	3.150,00 €	6.300,00 €

003.5/07	m3 Hormigon proyectado HP-30			
	Hormigon proyectado HP-30	281,424	150,65 €	42.396,53 €
003.5/08	m Bulón D25 mm			
	Bulón D25 mm	481,019	11,47 €	5.517,28 €
003,5/09	m2 Malla de 150 x 150 x0,6			
	Malla de 150 x 150 x0,6	2164,800	9,97 €	21.583,06 €
003.5/10	ud Cercha TH-29			
	Cercha TH-29	48,000	675,13 €	32.406,24 €
003.5/11	m3 Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial			
	Hormigón HM-30 encofrado en túnel artificial	316,800	60,65 €	19.213,92 €
				931.175,42 €
	Subcapitulo 3.6 Instalaciones auxiliares			
003,6/01	ud Ventilador de obra modelo			
	Suministro y colocación de ventilador de obra modelo			
	compuesto por:			
	Tobera de admisión			
	Carcasa admisión-rodete			
	Carcasa motor			
	Rodete regulación individual alabes aluminio			
	Motor electrico 75 Kw - 4 polos -IP-55- 400 V - 50 Hz			
	Amortiguador de ruido FAR-140/200			
	Piezas de conexión tipo "A" dia 1400/1400x150			
	Bastidor ventilador	1,000	20.000,00 €	20.000,00 €

003,6/05	m Red contraincendios D200 + D100			
	Red contraincendios D200 + D100	3889,000	24,92 €	96.913,88 €
				116.913,88 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capítulo 4 Firmes y pavimentos			
004/01	t Zahorra artificial en obra c/mat de excavación			
	Zahorra artificial en obra c/mat de excavación	601,650	10,59 €	6.371,47 €
004/02	t Emulsión ECI riego imprimación			
	Emulsión ECI riego imprimación	63,945	312,46 €	19.980,25 €
004/03	t Emulsión ECI-1 riego imprimación			
	Emulsión ECI-1 riego imprimación	17,052	351,64 €	5.996,17 €
004/04	t MBC, en capa de rodadura			
	MBC, en capa de rodadura	5115,600	24,33 €	124.462,55 €
004/05	t MBC, en capa intermedia			
	MBC, en capa intermedia	5115,600	17,42 €	89.113,75 €
004/06	t MBC, en capa intermedia			
	MBC, en capa intermedia	12277,440	16,49 €	202.454,99 €
004/07	t Betún de cualquier penetración			
	Betún de cualquier penetración	1051,256	336,42 €	353.663,48 €

004/08	m Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5			
	Bordillo de hormigon de doble capa C-5-R-5	7778,000	9,67 €	75.213,26 €
				877.255,92 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 5 Topografía y auscultaciones			
005/01	PA Labores topgraficas durante la ejecución de la obra			
	Partida alzada de abono integro para realización de labores topograficas	1,000	25.000,00 €	25.000,00 €
				25.000,00 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 6 Drenaje			
006/01	m Cuneta VA-100			
	Cuneta de hormigon ejecutada en obra tipo VA-100	128,000	17,49 €	2.238,72 €
006/02	m Cuneta en tierra VT-125			
	Cuneta en tierra VT-125	200,000	0,52 €	104,00 €
006/03	m2 Trasdosado de cuneta			
	Trasdosado de cuneta	38,400	9,66 €	370,94 €
				2.713,66 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones			
007/01	ud Caja de acometida y general de protección			
	Caja de acometida y general de protección	2,000	760,72 €	1.521,44 €
007/02	ud Cuadro general de maniobra, protección y distribución			
	Cuadro general de maniobra, protección y distribución	2,000	1.108,59 €	2.217,18 €

007/03	m Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2			
	Conductor cobre islado neopreno 4x16mm2	5100,000	13,26 €	67.626,00 €
007/04	ud Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3			
	Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3	195,000	75,26 €	14.675,70 €
				86.040,32 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 8 Señalización de obra			
008/01	ud Señal movil circular tipo TR acero D=60cm, nivel 1			
	Señal movil circular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	25,000	55,77 €	1.394,25 €
008/02	ud Señal Vertical triangular tipo TR acero L=90cm, nivel 1			
	Señal vertical triangular de acero galvanizado con retroreflectancia nivel 1	20,000	68,19 €	1.363,80 €
008/03	ud Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, nivel 1			
	Panel direccional movil 1,65x0,45 m2, con retroreflectancia nivel 1	6,000	126,87 €	761,22 €
008/04	ud Piquete de balizamiento, rojo y blanco, con retroreflectancia			
	Piquete de balidación de obra con panel reflexivo con retroreflectancia nivel 2	50,000	12,88 €	644,00 €
008/05	ud Cono PVC base lastrada, h=0,75m, nivel 2			
	Cono PVC base lastrada, h=0,75m, con reroreflectancia nivel 2	30,000	16,36 €	490,80 €
008/06	ud Cono PVC base, h=0,75m, nivel 2			
	Cono PVC base, h=0,75m, con retroreflectancia nivel 2	30,000	15,64 €	469,20 €
				5.123,27 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capítulo 9 Señalización definitiva			
	Subcapitulo 9.1 Señalización Horizontal			
009.1/01	m Marca vial productos termoplastico 10 cm			
	Marca vial tipo 2 termoplastica de aplicación caliente de 10 cm de ancho	12000,000	0,67 €	8.040,00 €
				8.040,00 €
	Subcapitulo 9.2 Señalización Vertical			
009.2/01	ud Señal vertical circular tipo R acero D=90cm, nivel 2			
	Señal vertical circular tipo R de hacer galvanizado con retroalimentación nivel 2	24,000	140,25 €	3.366,00 €
009.2/02	ud Señal vertical rectangular tipo S acero 90x135 cm, nivel 2			
	Señal vertical rectangular tipo S de acero galvanizado con retroalimentación nivel 2	16,000	205,42 €	3.286,72 €
				6.652,72 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 10 Adecuación ambiental			
010/1	PA Reabilitación mediambiental			
	Partida alzada de abono integro para reabilitación mediambiental	1,000	15.000,00 €	15.000,00 €
				15.000,00 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 11 Cerramientos			
011/01	m Cierre de malla de simple torsión 1,50x50x3			
	Cierre de malla simple de torsión de alambre de acero galvanizado			
	3mm de diametro 50mm de luz de malla y 1,50 m de altura de cierre	200,000	14,17 €	2.834,00 €
				2.834,00 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe

	Capitulo 12 Gestión de residuos			
012/1	PA Gestión de residuos generados en la obra			
	Partida alzada de abono integro para gestión de residuos generados en la obra	1,000	20.000,00 €	20.000,00 €
				20.000,00 €

Codigo	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates			
013/1	PA Limpieza y terminación de las obras			
	Partida alzada de abono integro para limpieza y terminación de las obras	1,000	25.000,00 €	25.000,00 €
				25.000,00 €

Presupuesto General

5. Presupuesto general

CAPITULOS	IMPORTE
Capítulo 1 Demoliciones	**3.138,56 €**
Capítulo 2 Movimientos de tierras	**2.316,35 €**
Capítulo 3 Túneles	**20.280.402,53 €**
Subcapitulo 3.1 Excavación	12.491.822,05 €
Subcapitulo 3.2 Sostenimiento	2.223.556,17 €
Subcapitulo 3.3 Revestimiento	3.405.839,86 €
Subcapitulo 3.4 Drenaje y Solera	1.111.095,15 €
Subcapitulo 3.5 Boquilla	931.175,42 €
Subcapitulo 3.6 Instalaciones auxiliares	116.913,88 €
Capítulo 4 Firmes y pavimentos	**877.255,92 €**
Capítulo 5 Topografia y auscultación	**25.000,00 €**
Capitulo 6 Drenaje	**2.713,66 €**
Capitulo 7 Alumbrado e instalaciones	**86.040,32 €**
Capitulo 8 Señalización de obra	**5.123,27 €**
Capítulo 9 Señalización definitiva	**14.692,72 €**
Subcapitulo 9.1 Señalización Horizontal	8.040,00 €
Subcapitulo 9.2 Señalización Vertical	6.652,72 €
Capitulo 10 Adecuación ambiental	**15.000,00 €**
Capitulo 11 Cerramientos	**2.834,00 €**
Capitulo 12 Gestión de residuos	**20.000,00 €**
Capitulo 13 Reposiciones, limpieza y remates	**25.000,00 €**
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**21.359.517,33 €**
13% Gastos generales	2.776.737,25 €
6% Beneficio industrial	1.281.571,04 €
Seguridad y salud	192.972,82 €
Suma de G.G , B.I. y S.S.	**4.251.281,11 €**
21 % de I.V.A.	**5.378.267,67 €**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**30.989.066,12 €**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **TREINTA MILLONES NOVECIENTOS OCHENTAY NUEVE MIL SESENTA Y SEIS EUROS con DOCE CENTIMOS.**

Torrelavega, Diciembre de 2015

Autor del proyecto

Fdo.: Jesús Sobrino Trueba