



Biblioteca Universitaria

La consulta de este documento, que se lleva a cabo mediante claves de identificación y responsabilidad personal, es posible exclusivamente para fines de estudio personal o investigación. No se autoriza a reproducir su texto más que en forma de breves citas entrecomilladas, indicando el nombre del autor y la fuente. Por tanto, no se permite descargar, copiar, transformar ni grabar su contenido.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Carrera

**PARQUE EÓLICO "MONTE ZALAMA"
(CANTABRIA)**

Para acceder al Título de

**INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD**

**Autor: Raúl Cano Gutiérrez
Mayo - 2010**

➤ **DOCUMENTO N° 1: MEMORIA**

1. ANTECEDENTES. JUSTIFICACION DEL PROYECTO
2. OBJETO DEL PROYECTO
3. ÁLCANCE DEL PROYECTO
4. REGLAMENTO Y NORMAS
5. CONDICIONES DEL DISEÑO
6. ANALISIS DE SOLUCIONES
7. RESULTADOS FINALES
8. PLANIFICACION

ANEXOS

1. **ANEXO 1: ESTUDIO EOLICO**
 - 1.1. DATOS DE PARTIDA
 - 1.2. LOCALIZACION
 - 1.3. DATOS DEL VIENTO
 - 1.4. RECURSO EOLICO
 - 1.5. DISEÑO DEL PARQUE
 - 1.6. ESTUCTURA DEL PARQUE
 - 1.7. CONCLUSION DEL ESTUDIO

2. ANEXO 2: CALCULOS

- 2.1. DATOS DE PARTIDA
- 2.2. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO
- 2.3. CADENA DE AISLADORES
- 2.4. APARAMENTA
- 2.5. CONDUCTORES
- 2.6. DISTANCIA SEGURIDAD
- 2.7. PUESTA A TIERRA
- 2.8. PROTECCIÓN FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DE UN RAYO
- 2.9. EDIFICIO SUBESTACIÓN
- 2.10. CIMENTACIÓN AEROGENERADORES

3. ANEXO 3: ESTUDIO ECONOMICO

- 3.1. INGESOS Y COSTOS DEL PARQUE
- 3.3. ANALISIS ECONOMICO

➤ **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

1. PLANO 1: SITUACIÓN GENERAL
2. PLANO 2: PLANTA Y PERFIL SUBESTACIÓN
3. PLANO 3: TORRE Y CIMENTACIÓN AEROGENERADOR
4. PLANO 4: AEROGENERADOR
5. PLANO 5: RED DE TIERRAS
6. PLANO 6: CASETA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL
7. PLANO 7: ESQUEMA UNIFILAR PARQUE MT-AT
8. PLANO 8: ESQUEMA UNIFILAR CELDAS DE MT
9. PLANO 9: ESQUEMA UNIFILAR EDIFICIO DEL PARQUE
10. PLANO 10: DETALLE CONDUCTORES ENTERRADOS
11. PLANO 11: DETALLE CONDUCTOR SUBTERRANEO
12. PLANO 12: DETALLE AUTOVALVULA 20 kV
13. PLANO 13: DETALLE AUTOVALVULA 55 kV

➤ **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

1. GENERALIDADES
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS
3. ADQUISICION DE MAQUINARIA Y MATERIAL
4. NORMAS INSTALACION, TRANSPORTE Y CALIDAD
5. EJECUCION DE OBRA GENERALIDADES
6. COSTE DE OBRAS
7. RECEPCION Y LIQUIDACIÓN DE OBRAS

➤ **DOCUMENTO Nº 4: IMPACTO AMBIENTAL**

1. INTRODUCCIÓN
2. LEGISLACIÓN APLICABLE
3. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL
4. MEDIDAS CORRECTORAS Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
5. IMPACTOS RESIDUALES Y PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
6. PLAN DE DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE

➤ **DOCUMENTO Nº 5: ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD**

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIONES Y MANTENIMIENTO MAQUINAS, VEHÍCULOS.
3. HIGIENE INDUSTRIAL, SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS
4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN
5. IMPLANTACIÓN EN LA OBRA
6. CARACTERÍSTICAS MATERIAL DE SEGURIDAD
7. NORMAS DE CIRCULACIÓN
8. MANIPULACIÓN DE CARGAS
9. MOVIMIENTOS DE TIERRA
10. ANDAMIOS Y ESTRUCTURAS TUBULARES
11. ESCALERAS PORTÁTILES
12. HERRAMIENTAS
13. ZANJAS Y ZAPATAS
14. MONTAJE AEROGENERADORES
15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
16. PLIEGO DE CONDICIONES

➤ **DOCUMENTO Nº 6: PRESUPUESTO**

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO
2. OBJETO DEL PROYECTO
3. ALCANCE DEL PROYECTO
4. REGLAMENTO Y NORMAS
 - 4.1. Disposiciones Legales y Normas aplicadas
 - 4.2. Bibliografía
 - 4.3. Programas de cálculo
5. CONDICIONES DE DISEÑO
6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES
7. RESULTADOS FINALES
 - 7.1. Extensión del proyecto
 - 7.2. Características y destino de la energía
 - 7.3. Parque de 55 kV de intemperie
 - 7.4. Parque de 20 kV de interior
 - 7.5. Líneas subterráneas de distribución
 - 7.6. Centros de transformación de torre
 - 7.7. Red de tierras
 - 7.8. Otras Protecciones
 - 7.9. Mediciones y control subestación
 - 7.10. Cimentaciones
 - 7.11. Iluminación
 - 7.12. Protección contra incendios
 - 7.13. Cierre y señalización
8. PLANIFICACION

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El hombre ha desarrollado sistemas y equipos para sacar el máximo beneficio de la fuerza de la naturaleza, la parte de estos sistemas que más se ha desarrollado es la que permite convertir las diversas formas de energía presentes en la naturaleza, en otras formas de energía más prácticas y con mayor aplicación para el hombre.

Nuestra forma de vida, nos hace indispensable vivir sin la energía eléctrica. Las formas más comunes hasta hace algunas fechas, de producir esta energía son contaminantes, con el fin de utilizar nuevos métodos para la obtención de la energía eléctrica se recurrió a las llamadas energías renovables.

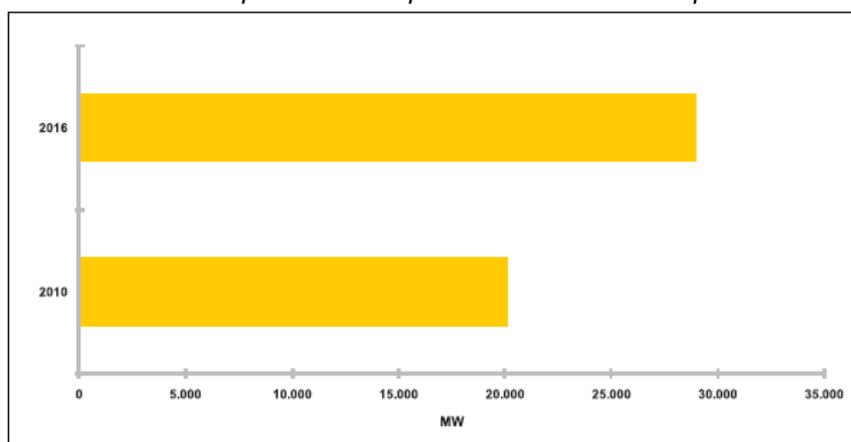
Para la producción de este tipo de energías, se crean centrales eólicas, hidráulicas, solares o de biomasa. Se pretende que a finales del 2010 las energías renovables supongan como mínimo el 12,5% de la energía mundial consumida. Según estudios realizados la energía eólica es la energía renovable que más ha prosperado en los últimos años.

El sector eólico es, sin duda, uno de los mayores protagonistas con referencia a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros gases contaminantes, el aumento de la penetración de las energías renovables y evitar las importaciones de combustibles fósiles. Hay que tener en cuenta que este impacto medioambiental favorable tiene a su vez una traducción económica; reducción de las necesidades de derechos de emisiones de CO₂, menores costes derivados de la mala calidad del aire y la contaminación, evitar transferencias de flujos económicos a terceros país por importaciones de combustibles.

La asociación empresarial eólica estima que el potencial técnico de la energía eólica en Europa es del orden de 4.800 TWh al año, mientras que el potencial comercialmente viable es aproximadamente el 15% del anterior. La energía eólica podría, por tanto, generar alrededor del 20% del consumo europeo de electricidad en 2020.

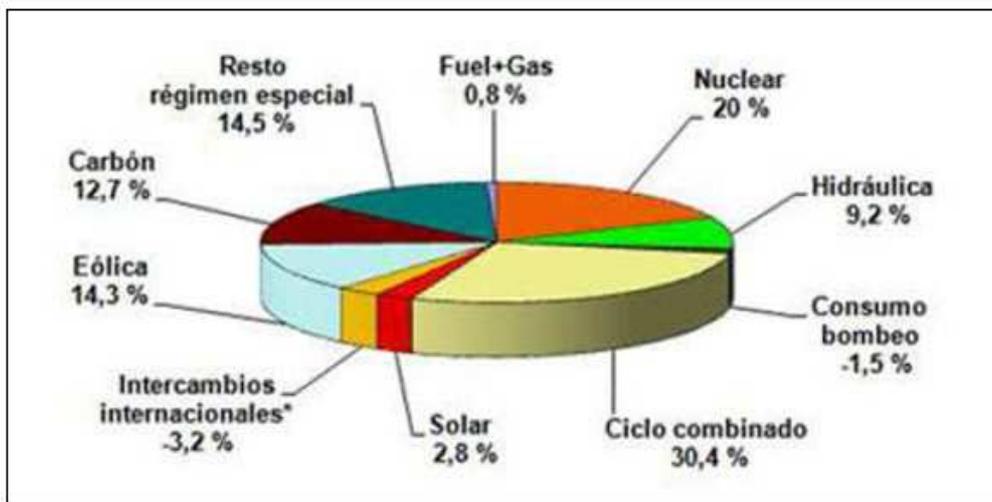
Las previsiones de aumento con respecto a finales del 2008 de la potencia instalada futura son del 80,9% a nivel mundial en 2010, y del 33,1% y 98,3% en España para finales del 2010 y 2015. El crecimiento del sector depende de cumplirse los objetivos de política energética y de la evolución de la instalación de potencia eólica a nivel mundial, se tiene como objetivo que la potencia eólica instalada sea de 20.155 MW a finales del 2010 y 29.000 MW en 2016.

Evolución prevista de la producción eólica en España



En España la energía eólica es un actor principal dentro del mix de generación eléctrica española: en 2008, de acuerdo con la información que facilitaba la Red Eléctrica de España, más del 11% de la electricidad generada fue de origen eólico, siendo la cuarta tecnología en cuanto a generación, y cada año sigue en aumento. En el 2009 se consolidó en tercera posición del sistema eléctrico español al haber alcanzado una producción de 36.188 GWh, solo superada por la térmicas de ciclo combinado, 78.364 GWh y las nucleares que alcanzaron los 52.741 GWh, la energía eólica cubrió una demanda en el 2009 del 14,3 % como podemos ver en la siguiente gráfica.

Cobertura de la demanda en el 2009



La energía eólica alcanzó la noche del 7 de noviembre del 2009 su récord de cobertura de demanda, al aportar un 45,1 % de toda la electricidad consumida, 2.1 puntos más que el anterior máximo histórico, del 43% alcanzado en noviembre del 2008 según nos informa la Red Eléctrica de España. Dicho récord se produjo a las 4:50 horas de la madrugada, en ese momento la energía eólica procuraba 9.446 MW de los 20.951 MW demandados por el sistema. En el momento del máximo de esta noche, los ciclos combinados aportaban un 22,9% de la generación, frente al 20,8% de la nuclear, el 10,4% del carbón y el 19,5% del resto de generación, superando el 100% de la demanda requerida y produciendo un excedente de casi 5.000 MW. El mayor récord de potencia eólica alcanzado se sitúa en 11.203 MW alcanzado el 5 de marzo a las 11:09 horas.

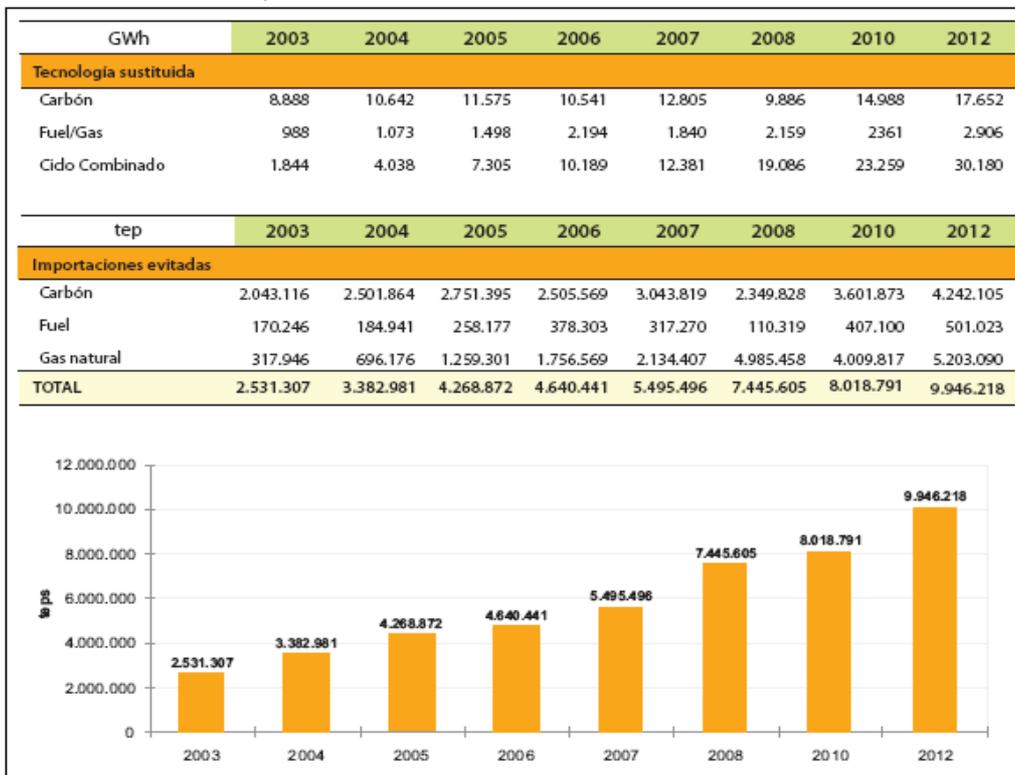
Parque eólico "Monte Zalama"

La implantación de la energía eólica también supone un beneficio para la economía española debido a que España importa aproximadamente el 80% de la energía que consume en forma de combustibles fósiles, lo que representa un riesgo relevante para el total de la economía, que sufriría pérdidas de producirse problemas en el suministro de los mismos. Por ello, la reducción de la dependencia energética de nuestro país es muy importante. El Sector Eólico ha conseguido:

- Evitar importar alrededor de 7,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo derivado de la sustitución de producción de energía a partir de carbón, fuel y gas natural, estos dos últimos los cuales se importa prácticamente el 100% de lo consumido.
- Ahorrar más de 2.205 millones de € derivado de los elevados precios de combustibles fósiles).

Para finales del 2010 y 2012 las importaciones sustituidas serán superiores a las 8,0 y 9,9 millones de toneladas de petróleo respectivamente, como podemos ver en los grafica explicativos.

Importaciones evitadas de combustibles fósiles

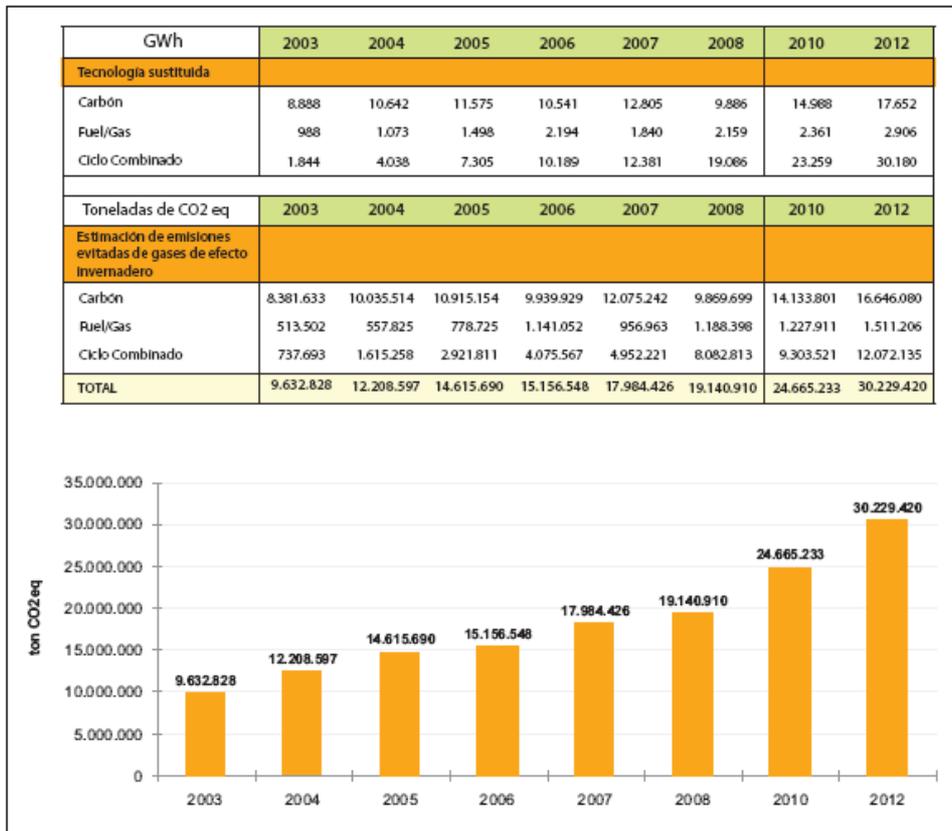


Parque eólico "Monte Zalama"

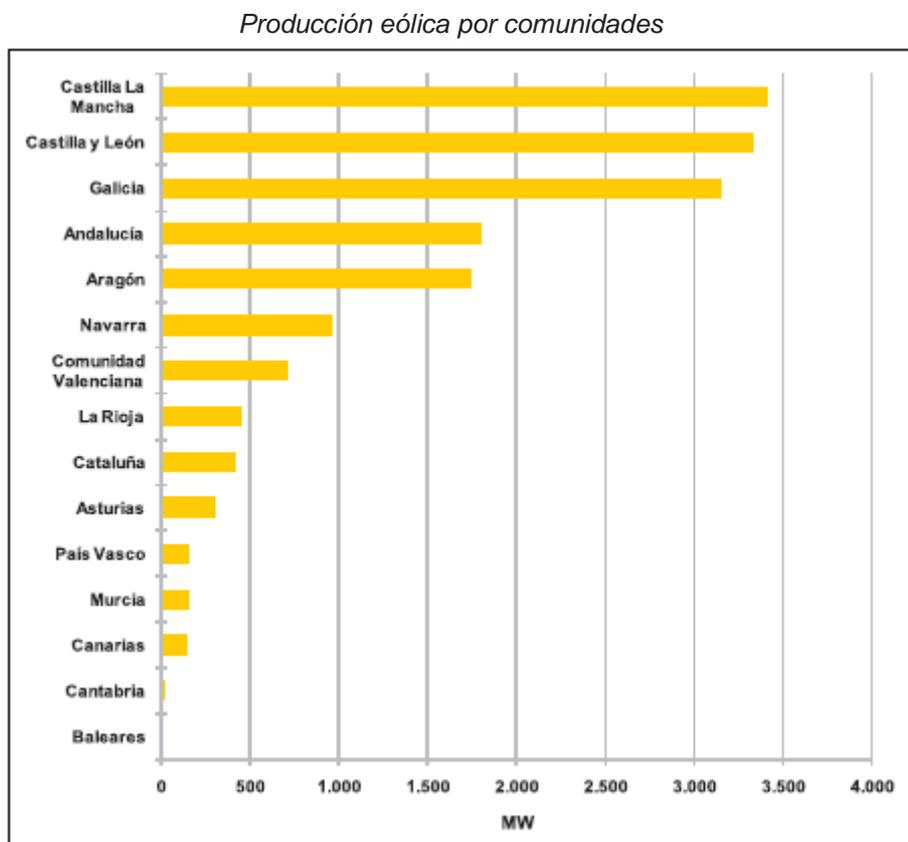
Las energías renovables y más en concreto las actividades desarrolladas por el sector eólico han contribuido al cuidado del medioambiente evitando emisiones de gases de efecto invernadero y otros gases nocivos para la salud humana que se hubiesen producido con las fuentes de energía a las que ha sustituido:

- La generación de electricidad de origen eólico ha evitado aproximadamente 19 millones de toneladas de CO2 equivalente en el año 2009; un 3,5% del total de emisiones nacionales.
- En el periodo 2003-2009, la energía eólica ha evitado un acumulado de más de 88 millones de toneladas de CO2 equivalente.
- Según los estudios realizados las emisiones evitadas serán mucho mayores en los años 2010 y 2012: más de 24,6 y 30,2 millones de toneladas.
- Considerando un precio de derecho de emisión por la tonelada de CO2 de 21,1€, en 2009 el coste evitado por la generación eólica en utilización de derechos fue de 405,5 millones de €.

Emisiones evitadas de CO2 a la atmosfera



España se encuentra entre los primeros productores de energía eólica en Europa, y con unos niveles de producción muy similares a los de los Estados Unidos. En la siguiente grafica podemos observar la producción en MW por comunidades autónomas.



Cantabria presenta un notable retraso, en comparación con otras comunidades y con los países de nuestro entorno, en el aprovechamiento de fuentes de energía renovables. en la provincia hasta la actualidad solo se encuentra construido un parque eólico en el municipio del Valle de Soba llamado parque eólico de Cañoneras dicho parque cuenta con una instalación de 32 MW.

Octubre de 2006 la Comisión de Industria del Parlamento de Cantabria, tras la aprobación del Consejo de Gobierno, aprobó el Plan Energético de Cantabria en el que se plantean las bases del futuro energético de la región, en 2008, se establecieron los siguientes objetivos:

- Reducción del consumo de energía primaria en Cantabria en un 11,2% respecto al consumo previsto para el 2011.
- Fomento del ahorro de energía final para obtener en el horizonte de 2011 una reducción anual del 2,6% respecto a lo previsto.

- Incremento de la participación de las energías renovables en el balance energético hasta el 21%. Promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovable hasta que represente el 60% del balance.
- Reducción del saldo energético de Cantabria.

Con esto, el Gobierno de Cantabria plantea conseguir una importante capacidad de potencia eólica instalada, hasta alcanzar los 1.500 MW de potencia.

El Gobierno de Cantabria ha realizado un estudio sobre los posibles puntos donde construir una instalación eólica en la comunidad, en el que se han tenido en cuenta los cuatro grandes tipos de impactos ambientales derivados de este tipo de instalaciones:

a) impactos de ocupación, debidos de la ocupación temporal o permanente del territorio por operaciones de construcción e instalación de las torres, líneas de evacuación de energía, pistas de acceso, plazas de operación, etc. Estos impactos afectan esencialmente a elementos estáticos del territorio, tales como vegetación, áreas protegidas, elementos patrimoniales, etc., que pueden sufrir deterioro grave.

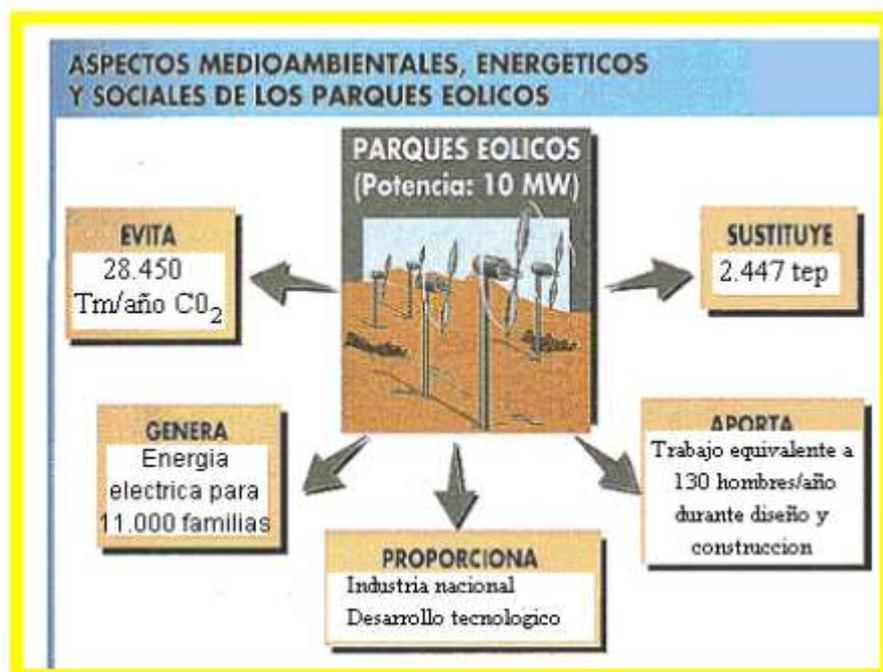
b) impactos sobre la fauna, especialmente sobre las aves y quirópteros, que pueden perecer por colisión o bien ver perturbadas sus zonas de alimentación, cría o tránsito.

c) impactos difusos por aumento de la penetración humana a través de las pistas, lo que puede dar lugar a perturbaciones de distinto tipo sobre los elementos naturales y patrimoniales;

d) impacto visual

Estos temas se trataran a fondo en el estudio sobre impacto medioambiental.

En siguiente figura se muestran los principales aspectos medioambientales, energéticos y sociales que proporciona la instalación de un parque eólico.



2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto determinar y dimensionar las instalaciones necesarias para la puesta en marcha de un parque eólico en el monte de Zalama situado en el municipio de Soba (Cantabria), de manera que la instalación quede perfectamente definida tanto técnica como económicamente.

3. ALCANCE DEL PROYECTO

Como consecuencia de los recursos eólicos existentes en la zona y del análisis de la potencia desarrollada por distintos aerogeneradores del mercado, el alcance del presente proyecto es la instalación de 6 torres aerogeneradoras distribuidas uniformemente a lo largo de una cresta montañosa formada por el monte de Zalama (Valle de Soba, Cantabria), unidas a través de líneas subterráneas. Estas torres formaran una agrupación con sus 6 unidades, que se unen a una subestación transformadora por medio de una línea subterránea independiente. La subestación transformadora es de 20/55 kV y desde ella se realizara la conexión a la red, mediante la línea de 55 kV que transcurre por la zona hasta llegar a la estación que se encuentra en el municipio de Ramales de la Victoria.

4. REGLAMENTO Y NORMAS

4.1. Disposiciones legales y Normas aplicadas

En la elaboración del presente proyecto se tienen en cuenta todas las especificaciones de los Reglamentos y Normas siguientes.

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, decreto 2413/73 del 20 de Septiembre. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas aéreas Eléctricas de Alta Tensión (R.A.T), decreto 3151/68 del 28 de Noviembre. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones Centros de Transformación (R.C.E.), decreto 3275/82 del 12 de Noviembre. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de verificación Eléctrica y Regulación de Suministro de Energía Eléctrica (R.V.E.), decreto del 12/03/54. Ministerio de Industria y Energía.
- Normas UNE.
- Recomendaciones y criterios dados por la empresa eléctrica de la comunidad.

4.2. Bibliografía

- Elementos de diseño de Subestaciones eléctricas. Gilberto Henrique Harper.
- Estación de transformación y distribución. José Ramírez Vázquez.
- www.Gamesa.com
- www.Vestas.com
- www.talenfactory.dk
- www.windpower.org
- www.genercan.es
- www.schneiderelectric.es

4.3. Programa de cálculos

- Autocad 2010.
- Programas de páginas de energía eólica.
- Microsoft Excel

5. CONDICIONES DE DISEÑO

El parque eólico se diseña en base a un estudio eólico previo y aun informe favorable de impacto ambiental.

El estudio eólico y el diseño del parque eólico con el estudio de la potencia de los aerogeneradores se recogen en los anexos 1 del presente proyecto. Los mismos concluyen con la ubicación de 6 torres aerogeneradoras modelo G90, de 2 MW.

El estudio de Impacto Ambiental, emite un informe de impacto compatible con el medio que se estudia para la ubicación de la ampliación del parque.

6. ANALISIS DE SOLUCIONES

Dado que el estudio eólico y el estudio de potencia de los aerogeneradores proporcionan una estimación de la energía generada en el paraje del estudio. Se tiende a aprovechar las posibles ubicaciones energéticamente eficientes en el paraje de estudio, ubicando en cada uno de ellas un aerogenerador. En el caso del presente proyecto, el estudio eólico proporciona 6 puntos de ubicación, con lo cual se aprovecharán los 6, siendo la única y mejor alternativa para este emplazamiento.

7. RESULTADOS FINALES

7.1. Extensión del proyecto

El presente proyecto abarcara las instalaciones que a continuación se citan:

- 6 aerogeneradores con sus centros de transformación correspondientes.
- 1 línea subterránea de distribución y enlace
- 1 subestación transformadora

Torres aerogeneradoras con centros de transformación

Las torres aerogeneradoras son fabricadas por la compañía Gamesa cuyo modelo es el G90 de 2MW, con multiplicador de relación de transmisión 1:100,5 para 50 Hz, sistema de velocidad, sistema de orientación automático, torre de acero galvanizado de 78 m. En su interior alberga el centro de transformación de Baja a Media Tensión, suministrado con la misma torre.

Los centros de transformación son de tipo interior, dado que se ubican en el interior de las torres, y constan:

- Celda de Baja Tensión para protecciones en baja.
- Transformador de 2,04 MVA, 0,69/20 kV.
- Celdas de Media Tensión de:
 - Llegada de línea
 - Salida de línea
 - Protección de transformador

Líneas subterráneas de distribución y enlace

Las líneas subterráneas poseen las siguientes características:

- Tensión nominal: 20 kV.
- Formadas por tres cables unipolares de aislamiento XLPE de 12/20 kV (uno por fase).
- Características:
 - Línea 1: L = 4400 metros (torres 1 a 6)

Subestación transformadora de enlace y salida

- Tipo:
 - Intemperie para A.T
 - Interior para M.T
- Potencia: 15 MVA
- Relación de transformación: 55/20 kV
- Componentes:
 - Un transformador con regulación bajo carga con una potencia de 15 MVA.
 - Cuadro de 20 kV en interior construido por celdas metálicas prefabricadas.
 - Cuadro para alojar el equipo de control y protección, el cuadro anteriormente citado, así como, las instalaciones necesarias para su funcionamiento.

7.2. Características y destino de la energía

La energía generada se suministra en forma de corriente alterna trifásica de 55 kV y 50 Hz, con destino a la línea aérea que pasa por la zona, siendo la potencia de cortocircuito de la red, según datos de la compañía eléctrica, de 1900 MVA.

7.3. Parque de 55 kV de intemperie

El parque consta de:

- Seccionadores de cuchillas con puesta a tierra
- Interruptores tripolar automático
- Transformador de potencia
- Autovalvula de protección del transformador en el lado de alta tensión
- Autovalvula de protección del transformador en el lado de media tensión
- Terminal.

7.4. Parque de 20 kV de interior

La caseta de interior consta de lo siguientes equipos:

- Celdas de control del parque de 55 kV consta de:
 - Celda de control de interruptor.
- Celdas de control del parque de 20 kV que consta de:
 - Una celda GAME, para el remonte de cables
 - Una celda DMI-D con interruptor automático con protección general
 - Una celda GBC-A para medida de tensión e intensidad con entrada inferior
 - Una celda IM con interruptor seccionador con salida de cable
 - Una celda TME de transformación MT/BT para servicios auxiliares
- Grupo electrógeno para evitar en cualquier circunstancia la ausencia de energía eléctrica en los servicios auxiliares en la subestación.

El parque de 20 kV estará constituido por diferentes celdas modulares SM6. Estas celdas se encuentran bajo una envolvente metálica y las características comunes de las celdas SM6 son las siguientes:

- Utilizan como aislante el hexafluoruro de azufre.
- Se basan en la norma UNE 20324 para aplicar el grado de protección que según normativa tiene que ser IP2XC.
- El grado de protección mecánico es de 7 según normativa UNE 20324.
- Estas celdas responden a las normativas españolas siguientes: UNE-EN 60298, IEC 62271-102, 60265-1, 60694, 62271-100.
- Poseen una larga duración de vida (30 años).
- Ausencia de mantenimiento para partes activas
- Nivel de sobretensión muy reducido
- Seguridad en funcionamiento



- A su vez, dicha caseta dispone de los siguientes habitáculos.
 - Oficina.
 - Almacén para material de trabajo y repuestos.
 - Aseos y vestuarios.

7.5. Líneas subterráneas de distribución

Son las líneas que unen los centros de transformación de cada aerogenerador con el centro de control y distribución.

Las torres se unen en antena en una agrupación de 6 torres, se lanza una línea hasta el centro de transformación correspondiente.

Las longitudes de las líneas y las torres que las alimentan son:

- Línea 1: L = 4400 metros; Torres 1 a 6.

El cable que utilizaremos para la distribución de energía en media tensión entre los aerogeneradores y la subestación será un cable de cobre de 70 mm^2 como veremos en los cálculos.

El cable tendrá las siguientes especificaciones técnicas:

- Conductor que soporta de 12/20 kV.
- Conductor de cobre recocido de clase 2.
- Semiconductor interno de compuesto semiconductor extruido.
- Aislamiento de etileno-propileno.
- Pantalla formada por hilos de cobre.
- Cubierta formada por poliofina.

7.6. Centros de transformación de torre

Los centros de transformación de las torres son de tipo interior, quedando alojados en el interior de la torre. Estos centros se suministran con la propia torre y están constituidos por:

- Un transformador trifásico del tipo seco encapsulado clase F, refrigeración por aire AN, instalación en interior de 2,04 MVA y relación de transformación 20/0,69 kV.
- Dos celdas de entrada / salida de línea.
- Una celda de protección del transformador.

7.7. Red de tierras

La puesta a tierra se realiza por medio de cables de cobre desnudos enterrados y entrecruzados entre sí creando una malla de tierra de 40 x 50 metros con una separación entre conductores de 10 metros, para la subestación; y de 10 x 10 m con una separación de 0,3 metros conductores para las torres aerogeneradoras.

El tipo de puesta a tierra es el denominado de "neutro aislado", con una sola red de tierras a la que se unen todos los elementos metálicos.

7.8. Otras protecciones de la instalación

- Autovalvulas: se colocan en el primario y secundario del transformador de potencia.
- Pararrayos
- Otras: el transformador de potencia también dispone de dispositivos propios como el relé Buchholz, relé térmico, que actúan sobre los interruptores que protege dicho transformador.

7.9. Mediciones y control de la subestación

El control de la subestación se hace desde la caseta de control y también se puede realizar a distancia por medio de los relés MOR de sobreintensidad que dispongan de comunicaciones remotas.

Las mediciones que se realizan son las siguientes:

- Línea de entrada:
 - Tensión e intensidad a la que llega a la subestación.

7.10. Cimentaciones

En lo que se refiere a la cimentación es suficiente con adoptar una solución en base a la utilización de zapatas independientes para los pórticos y zapata corrida para la caseta, debido a las características geotécnicas favorables de las capas superficiales. Para los aerogeneradores de adoptaran las medidas indicadas por los fabricantes de las propias torres.

7.11. Iluminación

Iluminación interior

El alumbrado de la caseta de mando se realiza con pantallas de tres tubos fluorescentes de 40 W, de forma que las zonas queden alumbradas correctamente.

- Sala de control
- Vestuario
- Lugar de herramientas
- Aseos

A su vez se instala un alumbrado de emergencia formado por aparatos automáticos, provistos de batería, alimentados a 220 V.

Iluminación exterior

La iluminación exterior de la subestación se realiza mediante proyectores de aluminio anodizado cerrados que alojan lámparas de vapor de sodio a alta presión de 250 W.

Los proyectores se instalan sobre columnas metálicas de 10 metros de altura con un proyector por columna y dispuestas en el perímetro de la subestación.

7.12. Protección contra incendios

En los locales de interior se dispone de extintores de 5 kg de polvo seco que se sitúan adosados a la pared, mientras que para el exterior son de 25 kg y se colocan sobre carro situándose, en ambos casos, en lugares visibles y de fácil acceso y en un número determinado según normativa vigente.

7.13. Cierre y señalización

El cierre se realiza con tela metálica galvanizada que se sujeta a soportes de tubo de acero galvanizado y de una altura total de 2,5 metros.

El cierre dispone de una puerta de 6 metros de luz, situada según se muestra en los planos, que permite el acceso a la subestación del exterior de los vehículos que lo necesiten.

A su vez, en puntos adecuadamente distribuidos y visibles, se colocan las señalizaciones que advierten del peligro por riesgo eléctrico.

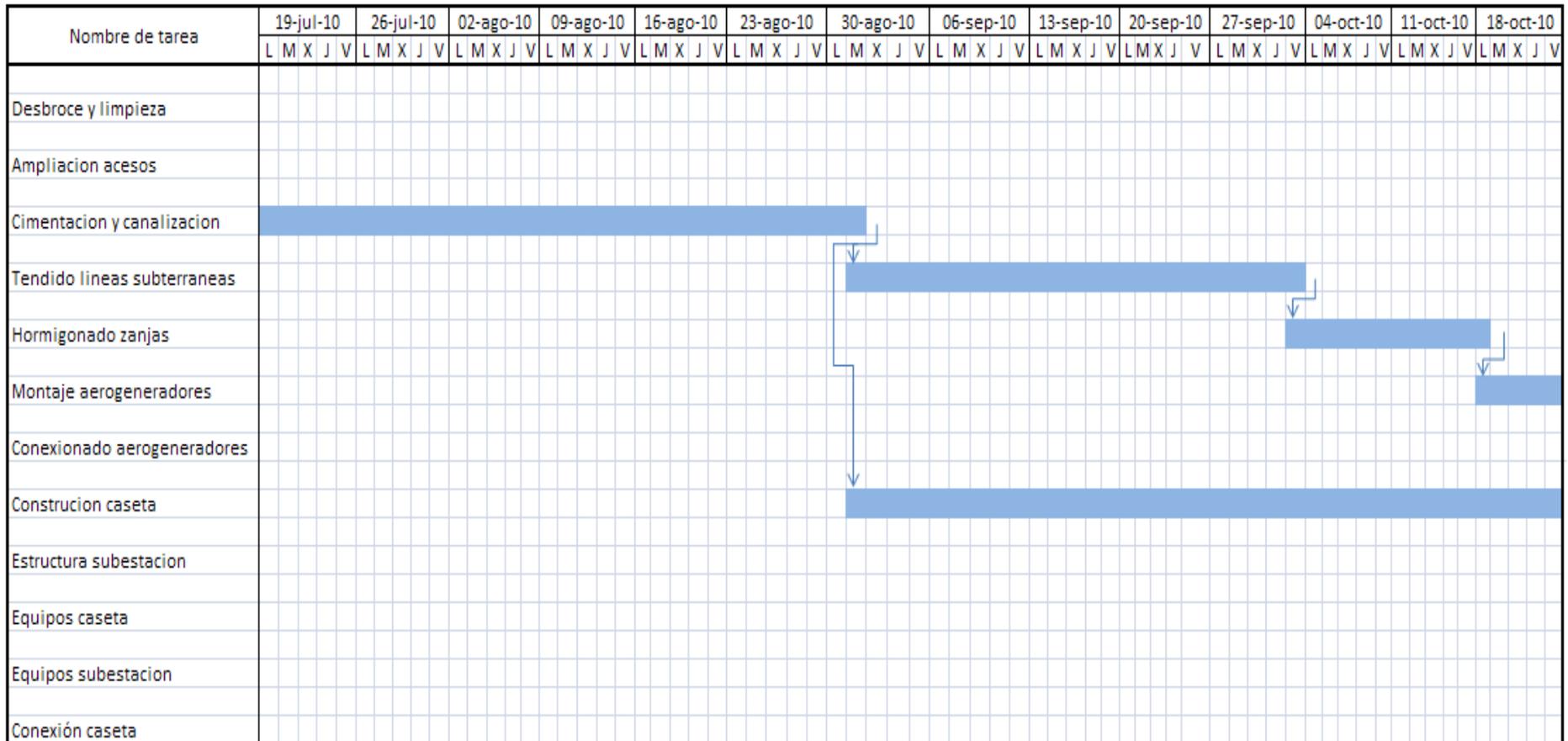
8. PLANIFICACION

A continuación se muestra el diagrama Gant de la ejecución del proyecto. Este proyecto se encuentra dividido en 12 tareas, para las que se ha estimado una duración de 11 meses.

Parque eólico "Monte Zalama"

Nombre de tarea	Duracion	Comienzo	Fin	01-jun-10	07-jun-10	14-jun-10	21-jun-10	28-jun-10	05-jul-10	12-jul-10	19-jul-10	
				L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V		
Desbroce y limpieza	2 semanas	01/06/2010	15/06/2010	█								
Ampliacion accesos	1 mes	15/06/2010	15/07/2010			█						
Cimentacion y canalizacion	1,5 meses	16/07/2010	01/09/2010							█		
Tendido lineas subterranas	1 mes	01/09/2010	01/10/2010									
Hormigonado zanjas	0,5 meses	01/10/2010	18/10/2010									
Montaje aerogeneradores	3 meses	19/10/2010	19/01/2011									
Conexionado aerogeneradores	1 mes	19/01/2011	21/02/2011									
Construcion caseta	3,5 meses	01/09/2010	17/01/2011									
Estructura subestacion	1 mes	17/01/2011	21/02/2011									
Equipos caseta	1 mes	17/01/2011	21/02/2011									
Equipos subestacion	1 mes	21/02/2011	25/03/2011									
Conexión caseta	1 mes	25/03/2011	21/04/2011									

Parque eólico "Monte Zalama"



Parque eólico "Monte Zalama"

Nombre de tarea	18-oct-10	25-oct-10	01-nov-10	08-nov-10	15-nov-10	22-nov-10	29-nov-10	06-dic-10	13-dic-10	20-dic-10	27-dic-10	03-ene-11	10-ene-11	17-ene-11
	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V
Desbroce y limpieza														
Ampliacion accesos														
Cimentacion y canalizacion														
Tendido lineas subterranas														
Hormigonado zanjas														
Montaje aerogeneradores														
Conexionado aerogeneradores														
Construcion caseta														
Estructura subestacion														
Equipos caseta														
Equipos subestacion														
Conexión caseta														

Parque eólico "Monte Zalama"

Nombre de tarea	17-ene-11	24-ene-11	31-ene-11	07-feb-11	14-feb-11	21-feb-11	28-feb-11	07-mar-11	14-mar-11	21-mar-11	28-mar-11	04-abr-11	11-abr-11	18-abr-11
	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V	L M X J V
Desbroce y limpieza														
Ampliacion accesos														
Cimentacion y canalizacion														
Tendido lineas subterranas														
Hormigonado zanjas														
Montaje aerogeneradores	█													
Conexionado aerogeneradores		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Construcion caseta														
Estructura subestacion	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Equipos caseta	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Equipos subestacion						█	█	█	█	█	█	█	█	█
Conexión caseta											█	█	█	█

ANEXOS

INDICE

1. ANEXO 1 : ESTUDIO EÓLICO

1.1. DATOS DE PARTIDA

1.2. LOCALIZACIÓN

1.3. DATOS DE VIENTO

1.3.1 Torre de medición

1.3.2 Rosa de los vientos

1.3.3 Datos obtenidos por la torre

1.4 RECURSO EÓLICO

1.4.1 Distribución de Weibull

1.4.2 Rugosidad

1.4.3 Cizallamiento

1.5 DISEÑO DEL PARQUE

1.5.1 Modelos aerogeneradores a estudiar

1.5.2 Estudio aerogeneradores

1.5.3 Aerogeneradores Vestas

1.5.4 Aerogeneradores Gamesa

1.5.5 Aerogenerador seleccionado y justificación

1.5.6 Aerogenerador escogido

1.6 ESTRUCTURA DEL PARQUE

1.7 CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO

2. ANEXO 2 : CALCULO

2.1. DATOS DE PARTIDA

- 2.1.1. Introducción
- 2.1.2. Tensiones nominales
- 2.1.3. Niveles de aislamiento

2.2. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

2.3. CADENA AISLADORES

2.4. APARAMENTA

2.5. CONDUCTORES

- 2.5.1. Lado de A.T.
- 2.5.2. Lado de M.T.
- 2.5.3. Lado de B.T.

2.6. DISTANCIA SEGURIDAD

- 2.6.1. Conductores al suelo
- 2.6.2. Fase tierra en el aire
- 2.6.3. Distancia entre fases
- 2.6.4. Contra contactos accidentales
 - 2.6.4.1. Interior
 - 2.6.4.2. Intemperie

2.7. PUESTA A TIERRA

- 2.7.1. Calculo resistencia puesta a tierra
 - 2.7.1.1. Subestación
 - 2.7.1.2. Aerogeneradores

2.8. PROTECCIÓN FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DE UN RAYO

2.9. EDIFICIO SUBESTACIÓN

2.10. CIMENTACIÓN AEROGENERADORES

3. ANEXO 3 : PLANOS

3.1. DATOS DE PARTIDA

3.1.1. Introducción

3.1.2. Tensiones nominales

4. ANEXO 4 : ESTUDIO ECONOMICO

4.1. INGRESOS Y COSTES DEL PARQUE

4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

ANEXO1

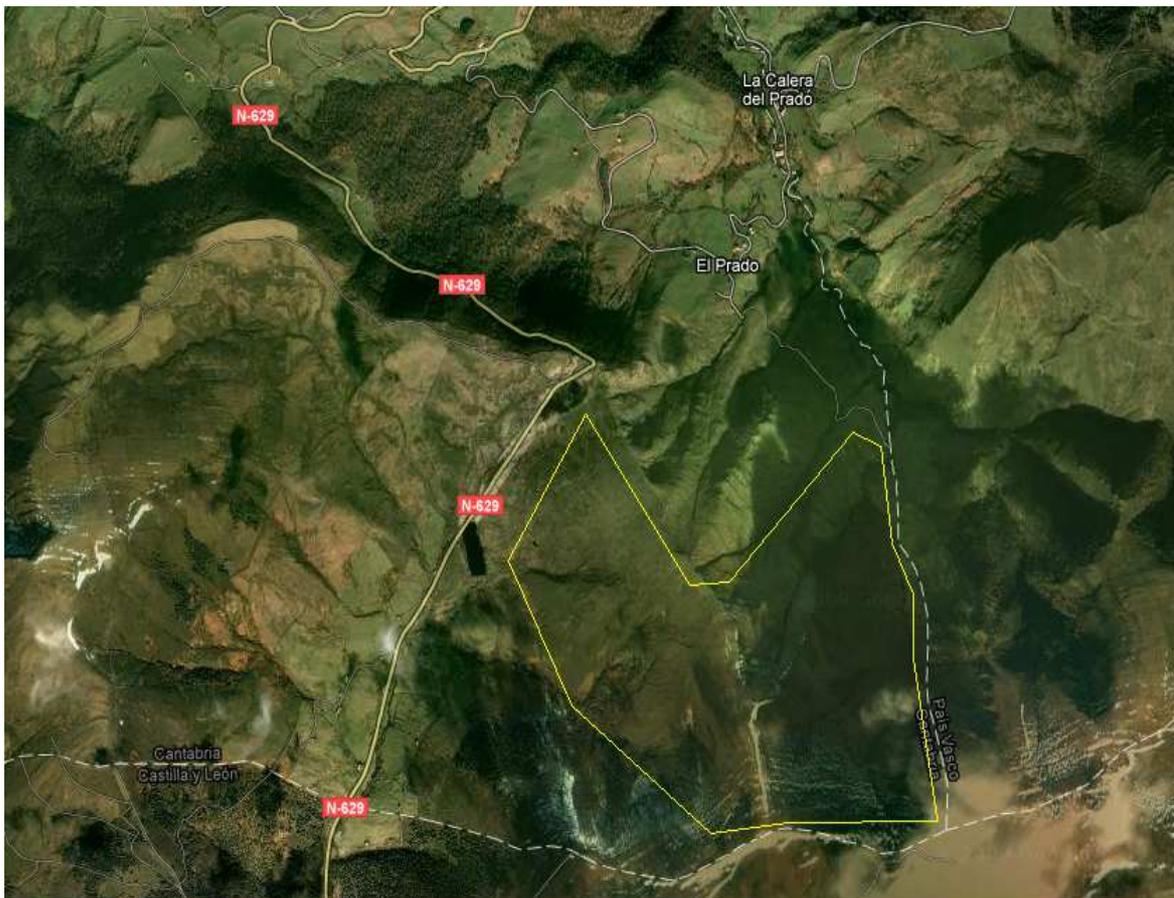
1. ESTUDIO EÓLICO

1.1. DATOS DE PARTIDA

Con el objetivo de la realización del estudio eólico se analizan los parámetros básicos que caracterizan el viento, como son la dirección y velocidad instantánea. Estos valores han sido recogidos, a lo largo de un periodo de tiempo, aproximadamente 3 años, que nos permite obtener datos fiables, los datos han sido recogidos por la Aemet, la cual nos ha facilitado los resultados obtenidos en forma de graficas y tablas, para la redacción del presente proyecto.

1.2. LOCALIZACIÓN

La localización en la que se encuentra situado el parque corresponde al término municipal del Valle de Soba. Las cotas sobre las que se distribuyen los aerogeneradores corresponden, aproximadamente, desde los 1000 a 1336 metros.



1.3. DATOS DE VIENTOS

1.3.1. Torre de medición

Los datos se han recogido mediante una estación meteorológica denominada con la numeración 1500, situada en el monte Zalama, a una altura de 1250 metros de altitud sobre el nivel del mar.

Dicha estación se compone de los siguientes componentes:

- 1 veleta, modelo NRG 200P
- 2 anemómetros, modelo NRG Maximum 40
- 1 equipo registrador , modelo NRG 9200 Plus

La veleta se encuentra situada en el alto de la torre a una altura de 20 m, y los anemómetros están situados a unas alturas de 10 y 20 m, lo que permite evaluar el perfil vertical de la velocidad del viento.

La mejor forma de medir la velocidad del viento en una futura localización de una turbina eólica, es situar un anemómetro en el extremo superior de un mástil, de igual altura que la del buje de la turbina que se va a instalar por dos motivos: evitar la incertidumbre que conlleva el recalcular la velocidad del viento a una altura diferente y minimizan las perturbaciones de las corrientes de aire creadas por el propio mástil.



A la hora de hacer un estudio eólico, los datos de las velocidades y direcciones del viento obtenidos por el anemómetro se recogen en un chip electrónico en una pequeña computadora, registrador de datos ('data logger'), que puede funcionar con batería durante un largo período de tiempo.

Es posible que una vez al mes sea necesario ir hasta el registrador a recoger el chip y reemplazarlo por otro virgen que recoja los datos del mes siguiente.

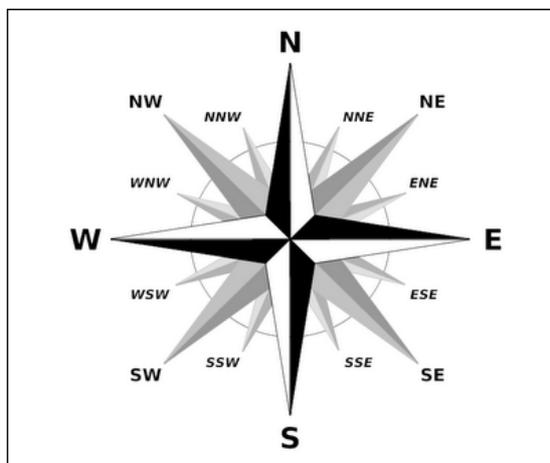


La totalidad de los datos medidos (velocidad y dirección), desde la instalación de la estación, han sido analizados y filtrados para su posterior utilización.

1.3.2. Rosa de los vientos

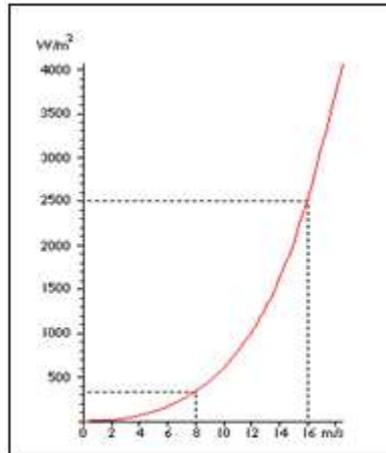
Basándonos en observaciones meteorológicas de las direcciones y de las velocidades de los vientos y con el objetivo de mostrar la información sobre las distribuciones de velocidades de viento y la frecuencia de la variación de las direcciones del viento, se dibuja la llamada rosa de los vientos.

La rosa se divide en doce sectores, abarcando cada uno 30° del horizonte (12 es el número de sectores que el Atlas Eólico Europeo, el cual se suele utilizar como estándar).



En nuestro proyecto veremos que el viento posee unas direcciones dominantes que son las de SW, SSW y NNW.

En cuanto se refiere al contenido energético del viento, este varía con el cubo de la velocidad del viento, como podemos observar. Por tanto, las rosas de energía son en realidad las más interesantes. Indican donde encontrar una mayor potencia que impulse los aerogeneradores.



Las rosas de los vientos pueden variar de un lugar a otro, pero cuando se tratan de áreas cercanas o vecinas se puede realizar la interpolación, que consiste en hallar una media de las rosas de los vientos de las áreas vecinas.

Este método de la interpolación no resulta demasiado fiable en el caso de que el terreno sea complejo, por ejemplo, en litorales orientados en direcciones diferentes o en montañas que recorren diferentes direcciones.

Para poder situar correctamente los aerogeneradores la rosa de los vientos es un elemento muy útil. Los aerogeneradores si situaran en la dirección donde se produzca la mayor parte de energía del viento, se tendrá en cuenta el terreno lo mas plano posible como el menor número de obstáculos posibles en esa dirección.

En nuestro lugar de emplazamiento del parque la mayor parte de energía proviene del SW, SSW y NNW, por lo que será en los lugares donde tendremos que preocuparnos de los posibles obstáculos del aerogenerador.

Es posible que de un año a otro, los modelos eólicos puedan variar, así como el contenido energético (normalmente alrededor de un 10 por ciento). Por lo que, lo más conveniente es tener observaciones lo más largas posibles para poder obtener una media fidedigna.

Parque eólico "Monte Zalama"

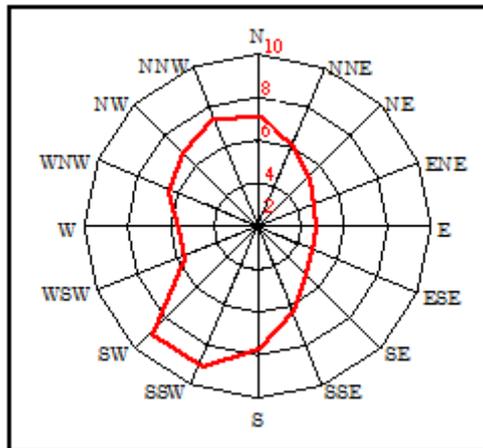
1.3.3. Datos obtenidos por la torre

Los datos obtenidos por la estación meteorológica facilitados por la Aemet, Agencia Estatal de meteorología, nos muestran las velocidades de los vientos en cada uno de sus 16 rumbos posibles, así como los porcentajes de los vientos en cada uno de sus rumbos. Gracias a estos datos podemos realizar la rosa de los vientos y la de frecuencia.

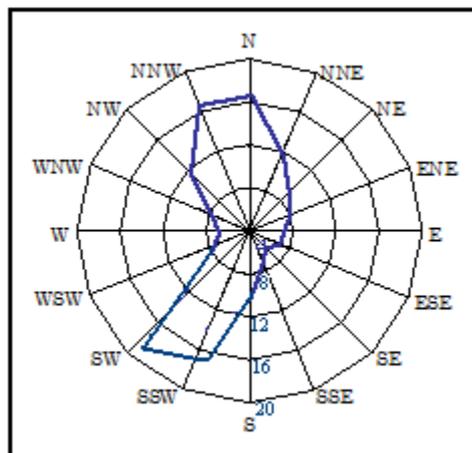
Tabla de velocidades de los vientos																								
INDICATIVO	AÑO	MES	NOMBRE	ALTITUD	CMT	NOM_PROV	LONGITUD	LATITUD	VN	VNNE	VNE	VE	VESE	VSE	VSSSE	VS	VSSW	VSW	VWSW	VW	VWNW	VNW	VNNW	
9019B	2001	1	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	4	2	2	4	0	0	8	6	12	7	5	6	2	4	
9019B	2001	2	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	8	4	3	2	3	0	0	6	7	13	6	4	7	0	5	
9019B	2001	3	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	3	2	3	2	0	0	7	9	13	6	3	8	0	7	
9019B	2001	4	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	3	4	1	3	4	0	7	10	12	4	9	7	8	8	
9019B	2001	5	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	2	3	2	2	5	0	10	8	10	5	8	5	0	6	
9019B	2001	6	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	8	1	2	5	1	0	0	9	7	10	5	4	6	2	7	
9019B	2001	7	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	0	3	3	1	5	4	8	8	6	5	6	0	5		
9019B	2001	8	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	2	2	4	4	2	0	7	10	11	5	6	7	0	6	
9019B	2001	9	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	2	2	2	2	0	0	7	10	10	5	7	5	0	7	
9019B	2001	10	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	5	3	3	3	3	0	4	1	10	3	6	4	0	12	
9019B	2001	11	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	4	0	5	3	2	0	7	9	12	3	6	5	0	10	
9019B	2002	2	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	4	4	1	3	3	4	0	7	10	1	8	7	6	5	8	
9019B	2002	3	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	4	3	3	2	12	10	8	8	13	15	5	8	0	8	
9019B	2002	4	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	8	5	3	2	2	0	0	9	7	12	5	4	7	0	7	
9019B	2002	5	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	3	2	3	1	5	0	10	8	10	6	5	5	2	8	
9019B	2002	6	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	3	2	3	3	0	2	9	10	7	7	6	4	0	6	
9019B	2002	7	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	4	5	1	3	0	2	10	9	6	8	6	0	6		
9019B	2002	8	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	3	3	4	2	3	0	9	12	8	6	7	3	0	7	
9019B	2002	9	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	4	3	3	3	2	3	6	9	14	2	5	5	0	8	
9019B	2002	10	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	4	3	4	2	0	0	8	17	11	4	6	5	0	9	
9019B	2002	11	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	4	4	2	2	0	3	6	7	15	17	4	6	5	0	6
9019B	2002	12	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	1	4	4	1	0	4	5	7	12	16	6	7	4	0	7
9019B	2003	2	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	4	4	2	0	5	0	12	7	9	15	7	5	6	9	7
9019B	2003	3	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	2	3	3	5	3	12	7	10	10	8	5	6	0	8	
9019B	2003	4	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	3	4	3	4	8	7	0	10	13	9	6	6	8	0	11
9019B	2003	5	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	1	3	3	2	3	2	0	3	12	9	6	3	7	0	9	
9019B	2003	6	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	2	4	3	3	3	0	0	10	11	6	4	9	0	10	
9019B	2003	7	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	4	2	3	2	0	2	0	6	13	17	3	7	8	0	10
9019B	2003	8	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	6	4	2	1	3	0	2	0	8	5	10	5	7	6	0	6
9019B	2003	9	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	1	1	3	0	2	0	8	11	9	5	6	5	0	6	
9019B	2003	10	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	3	2	4	4	0	0	8	10	12	4	5	6	3	7	
9019B	2003	11	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	3	2	3	2	4	0	0	10	11	10	7	4	8	2	8	
9019B	2003	12	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	3	3	2	4	3	4	0	8	7	10	11	6	4	7	0	8

Tabla de porcentajes de vientos																													
INDICATIVO	AÑO	MES	NOMBRE	ALTITUD	CMT	NOM_PROV	LONGITUD	LATITUD	PN	PNNE	PAE	PE	PESE	PSE	PSSE	PSW	PSA	PASW	PA	PNNW	PNW	PNNW	PCLINAS	PUNOS	PVV061	PVV120	PVV2132		
9019B	2001	1	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	10	4	5	5	4	1	0	9	17	16	10	4	5	5	10	8	24	35	17	4	
9019B	2001	2	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	8	5	6	2	3	1	1	2	8	16	14	8	3	5	7	8	1	35	40	23	3
9019B	2001	3	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	4	4	6	5	2	0	1	10	15	17	9	5	5	6	8	4	25	51	15	5
9019B	2001	4	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	8	6	4	4	3	0	1	0	11	18	11	8	3	5	5	9	1	21	54	17	6
9019B	2001	5	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	11	5	8	3	3	0	3	8	20	16	7	2	4	4	7	5	25	13	13	4	
9019B	2001	6	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	11	3	6	2	7	0	0	6	15	10	10	5	7	5	9	4	28	61	11	8	
9019B	2001	7	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	12	6	7	6	5	2	1	2	10	11	12	11	4	5	7	8	1	40	29	11	9
9019B	2001	8	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	15	2	3	2	5	1	2	2	7	16	19	9	2	4	5	9	5	25	48	13	9
9019B	2001	9	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	10	5	5	2	5	2	0	2	6	15	16	7	3	4	4	7	1	33	52	15	6
9019B	2001	10	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	15	5	6	3	5	0	1	7	14	18	8	2	5	5	4	1	25	56	17	12	
9019B	2001	11	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	17	6	6	0	4	0	0	1	5	16	19	6	5	5	7	1	25	54	21	11	
9019B	2001	12	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	15	7	6	2	1	0	1	7	8	18	20	8	1	5	4	7	1	31	55	17	4
9019B	2002	1	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	11	9	4	3	5	1	1	7	6	19	14	10	5	5	5	8	5	35	40	23	3
9019B	2002	2	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	14	6	5	3	5	0	0	7	9	15	19	11	6	8	4	9	1	26	51	15	5
9019B	2002	3	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	13	4	5	2	2	1	1	1	8	20	17	9	7	7	5	10	1	22	54	17	6
9019B	2002	4	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	9	4	2	5	2	1	0	10	21	20	8	6	3	5	9	1	23	13	13	4	
9019B	2002	5	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	8	6	3	5	5	1	0	0	11	27	17	7	3	6	4	10	8	25	61	17	3
9019B	2002	6	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	4	2	3	5	0	0	1	9	10	20	13	4	4	6	9	8	41	31	18	5
9019B	2002	7	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	11	4	6	3	8	1	0	0	8	18	18	11	4	5	4	6	1	26	50	19	9
9019B	2002	8	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	2	5	3	4	0	1	0	7	15	17	10	4	6	5	8	1	30	51	15	6
9019B	2002	9	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	13	3	6	4	2	2	1	1	8	13	16	8	3	5	4	7	1	26	50	18	7
9019B	2002	10	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	10	3	7	4	3	1	1	1	6	16	19	11	1	5	5	7	1	24	45	22	5
9019B	2002	11	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	16	4	5	4	5	1	1	2	5	17	25	11	5	8	6	7	4	26	19	13	11
9019B	2002	12	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	5	7	6	3	8	1	0	0	8	22	20	7	3	7	2	10	1	24	35	17	4
9019B	2003	1	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	11	2	5	4	5	0	0	1	8	15	13	7	2	5	4	10	4	35	38	25	3
9019B	2003	2	ZALAMA(CASYC)	1336	CTB	CANTABRIA	466134	4775904	7	5	4	3	5	0	0	0	6	15	17	8	2	4	1	3	1				

Con los datos de la tabla de velocidades proporcionada por la Aemet obtenemos la rosa de velocidades.



Con la otra tabla que nos muestra los porcentajes de vientos obtenemos la rosa de frecuencias



1.4. RECURSOS EÓLICOS

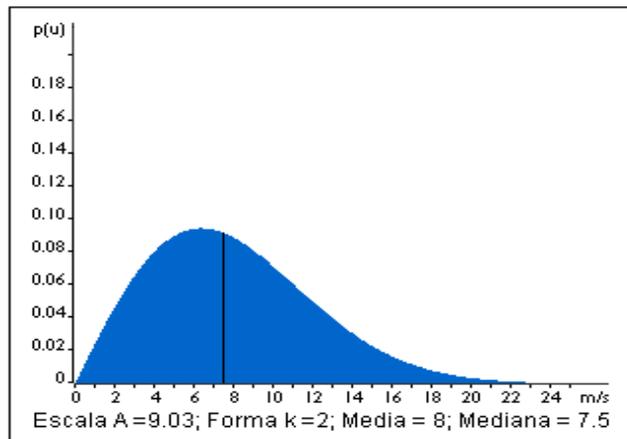
1.4.1 Distribución de Weibull

Si observamos los vientos y sus velocidades a lo largo de un periodo de tiempo podemos darnos cuenta que en la mayoría de zonas los vendavales o fuertes ráfagas de vientos son raras, siendo lo más común los vientos moderados y frescos. Para la industria eólica es muy importante ser capaz de describir la variación de las velocidades del viento.

La variación del viento en un emplazamiento típico suele describirse utilizando la llamada Distribución de Weibull. Esta distribución es un gráfico de probabilidad. El área bajo la curva muestra la probabilidad de que el viento sopla en una determinada dirección. Los parámetros característicos de la Distribución de Weibull son:

- A: parámetro de escala
- K: parámetro de forma
- U: Velocidad media (m/s)

Teniendo los parámetros en un punto determinado, y cogiendo el parámetro de forma K, que nos indica como de puntiaguda es la distribución, es decir, si las velocidades del viento siempre tienden a estar próximas a un valor, la distribución tendrá un alto valor de k, y por lo tanto será muy puntiaguda, podemos conocer la Distribución de weibull, que nos describe el comportamiento del viento en ese punto.



La mitad del área azul está a la izquierda de la línea negra vertical y la otra mitad a la derecha. Donde se encuentra la línea negra muestra la mediana de la distribución. Esto significa que la mitad del tiempo el viento soplará a menor velocidad que la mediana y la otra mitad soplará a mayor velocidad.

Puede preguntarse por qué decimos entonces que la velocidad del viento media es de un valor distinto a la mediana. La velocidad del viento media es realmente el promedio de las observaciones de la velocidad del viento que tendremos en ese desplazamiento.

Como se observa normalmente, la distribución de las velocidades del viento es sesgada, es decir, no es simétrica. A veces tendrá velocidades de viento muy altas, pero son muy raras. Por otro lado, las velocidades del viento de 5,5 m/s y alrededores son las más comunes. Si multiplicamos cada diminuto intervalo de la velocidad del viento por la probabilidad de tener esa velocidad particular, y los sumamos todos, obtenemos la velocidad del viento media.

1.4.2 Rugosidad

A una gran altura de la superficie del suelo, alrededor de un kilómetro, la superficie terrestre apenas ejerce influencia alguna sobre el viento. Sin embargo, en las capas más bajas de la atmósfera, las velocidades del viento se ven afectadas por la fricción con la superficie terrestre. En la industria eólica se define la *rugosidad del terreno* o *longitud de rugosidad* cuando se trata de evaluar las condiciones eólicas de un paisaje. En este caso, se habla de longitud de rugosidad como la distancia sobre el nivel del suelo a la que teóricamente la velocidad del viento debería ser nula.

En general, cuanto más pronunciada sea la rugosidad del terreno mayor será la ralentización que experimente el viento. En la industria eólica, la gente suele referirse a clase de rugosidad o longitud de rugosidad cuando se trata de evaluar las condiciones eólicas de un paisaje.

Obviamente, los bosques y las grandes ciudades ralentizan mucho el viento, mientras que las pistas de hormigón de los aeropuertos sólo lo ralentizan ligeramente. Las superficies de agua son incluso más lisas que las pistas de hormigón, y tendrán por tanto menos influencia sobre el viento, mientras que la hierba alta y los arbustos ralentizan el viento de forma considerable. Una alta rugosidad de clase 3 ó 4 se refiere a un paisaje con muchos árboles y edificios, mientras que a la superficie del mar le corresponde una rugosidad de clase 0.

TABLA DE CLASES Y DE LONGITUDES DE RUGOSIDAD			
Clase de rugosidad	Longitud de rugosidad	Índice de carga (%)	Tipo de mensaje
0	0,0002	100	Superficie del agua
0,5	0,0024	73	Terreno completamente abierto con una superficie lisa, p.ej., pista de hormigón en los aeropuertos, césped cortado, etc.
1	0,03	52	Área agrícola abierta sin cercados ni setos y con edificios muy dispersos. Solo colinas suavemente redondeadas
1,5	0,055	45	Terreno agrícola con algunas casa y setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 1250 m
2	0,1	39	Terreno agrícola con algunas casa y setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 500 m
2,5	0,2	31	Terreno agrícola con muchas casas, arbustos y plantas, o setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 250 m
3	0,4	24	Pueblos, ciudades pequeñas, terreno agrícola, con muchos o altos setos resguardantes, bosques y terreno accidentado y muy desigual.
3,5	0,8	18	Ciudades más grandes con edificios altos
4	1,6	13	Ciudades con edificios altos y rascacielos.

1.4.3. Cizallamiento

El Cizallamiento del viento se denomina, cuando el perfil del viento se mueve hacia velocidades más bajas conforme se acerca al nivel del suelo. El cizallamiento del viento también es importante en el diseño de aerogeneradores, ya que las fuerzas que actúan sobre la pala del rotor cuando está en su posición más alta son mucho mayores que cuando está en su posición más baja.

Con los datos que hemos obtenido procedemos a calcular la velocidad del viento a la altura del rotor de los aerogeneradores de nuestro parque eólico.

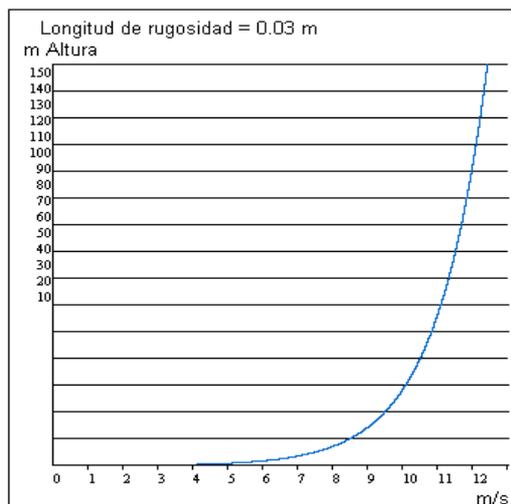
El perfil del viento se puede analizar mediante operaciones matemáticas o mediante programas de cálculo que nos dan las gráficas, nosotros expondremos las dos maneras quedándonos con la gráfica.

Mediante cálculos matemáticos para poder hallar la velocidad del viento a una determinada altura sobre el nivel del suelo sería:

$$v = v_{ref} \cdot \left(\frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_{ref}/z_0)} \right)$$

En donde, v es velocidad del viento sobre una altura z sobre el nivel del suelo, v_{ref} es la velocidad de referencia, es decir la velocidad del viento a una altura ya conocida, z es la altura del suelo para la velocidad deseada, v . z_0 es la longitud de rugosidad en la dirección del viento actual.

Utilizando el programa de cálculo de la velocidad del viento nos da como resultado el siguiente gráfico.



Para la realización de la curva se consideran las llamadas condiciones de estabilidad atmosférica neutra, es decir, que la superficie del suelo no está ni más caliente ni más fría, comparada con la temperatura del aire.

1.5 DISEÑO DEL PARQUE

1.5.1 Modelos aerogeneradores a estudiar

Una vez que hemos obtenido todos los datos eólicos necesarios para la realización de nuestro parque, nos disponemos a estudiar y seleccionar la empresa y modelo de aerogenerador que utilizaremos en nuestra instalación.

Los aerogeneradores que hemos seleccionado como candidatos para nuestro parque son los modelos pertenecientes a las dos empresas más punteras de nuestro país, como son Gamesa y Vestas.

Dichas empresas nos proporcionaran las curvas de potencia, junto con las tablas de potencia generada de los modelos que seleccionemos como posibles aerogeneradores de nuestro parque.

Con los datos que nos proporcionen obtendremos en tiempo equivalente de cada aerogenerador y el factor de carga.

Los modelos de aerogeneradores son:

- Vestas
 - V52
 - V82
 - V90

- Gamesa
 - G58
 - G83
 - G87
 - G90

1.5.2. Estudio de aerogeneradores

La turbina de un aerogenerador recibirá más energía cuanto más pesado sea el aire, debido a que la energía cinética del viento depende de la densidad del aire, es decir de su masa por unidad de volumen. La energía cinética de un cuerpo es proporcional a su masa.

Además, el aire es más denso cuando hace frío que cuando hace calor y a grandes altitudes (en las montañas) la presión del aire es más baja y el aire es menos denso.

Con el objetivo de poder estudiar a los aerogeneradores de igual manera, han construido las tablas y curvas de potencia para unos datos estándar, es decir, la densidad del aire tomada será de ($\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$), para una temperatura igual a 15°C y una presión atmosférica normal igual a 1013 mbar, y nosotros calcularemos el factor de carga y número de horas.

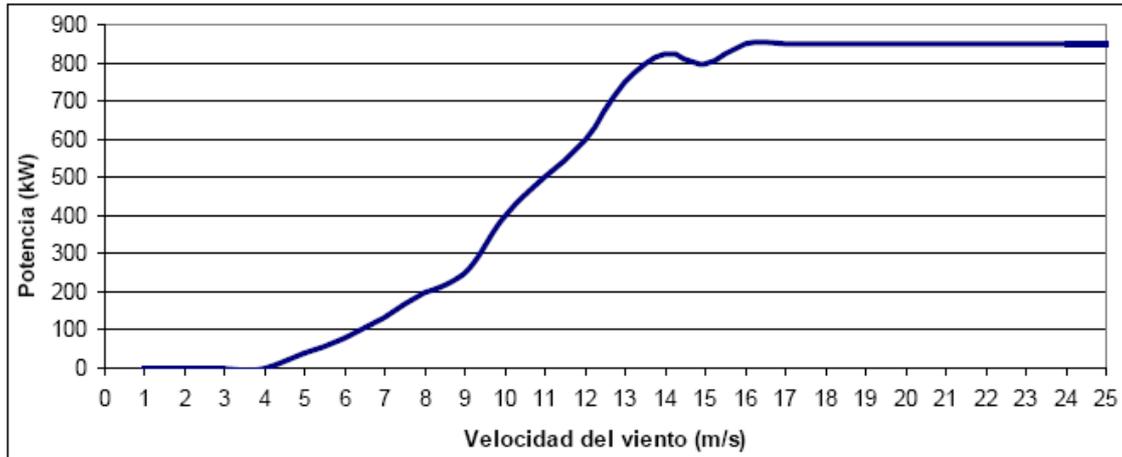
Con factor de carga queremos decir la producción anual de energía dividida por la producción teórica máxima y con el número de horas nos referimos al tiempo que el aerogenerador está a la potencia nominal.

1.5.3. Aerogeneradores Vestas

La empresa Vestas nos proporciona la curva de potencia correspondiente con respecto a la velocidad de los aerogeneradores que hemos seleccionado al estudio, calculando nosotros el factor de carga y número de horas.

Modelo V52

En la figura siguiente observamos su curva de potencia respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 1943406,31kW.

Teniendo la potencia generada en un año calculamos el número de horas de funcionamiento y el factor de carga correspondiente.

- Número de horas equivalentes:

$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{\text{Potencia generada}}{\text{Potencia nominal}}$$

$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{1943406,31}{850} = 2286,36 \text{ h}$$

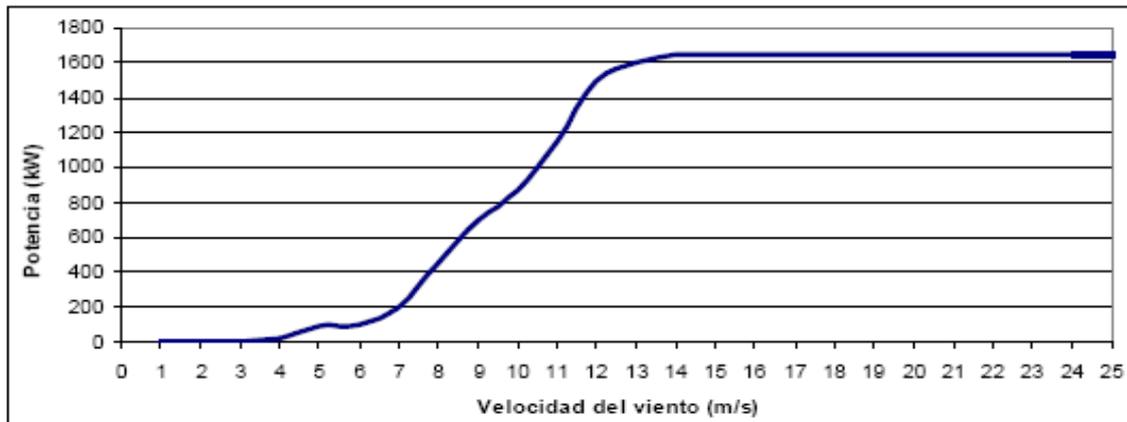
- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Potencia generada}}{\text{Potencia teorica maxima}}$$

$$\text{Factor de carga} = \frac{1943406,31}{850 \cdot 8760} \cdot 100 = 26,1 \%$$

Modelo V82

En la figura siguiente observamos su curva de potencia respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 3830310,2 kW.

Teniendo la potencia generada en un año calculamos el número de horas de funcionamiento y el factor de carga correspondiente.

- Número de horas equivalentes

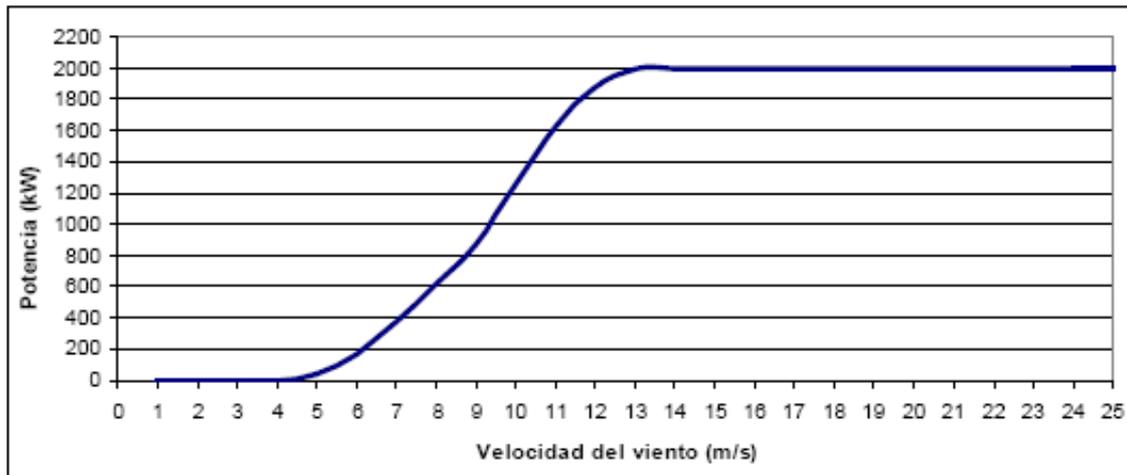
$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{3830310,2}{1650} = 2321,4 \text{ h}$$

- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{3830310,2}{1650 \cdot 8760} * 100 = 26,6 \%$$

Modelo V90

En la figura siguiente observamos su curva de potencia respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 4782960,02 kW.

- Número de horas equivalentes

$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{4782960,02}{2000} = 2391,48 \text{ h}$$

- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{4782960,02}{2000 * 8760} * 100 = 27,3 \%$$

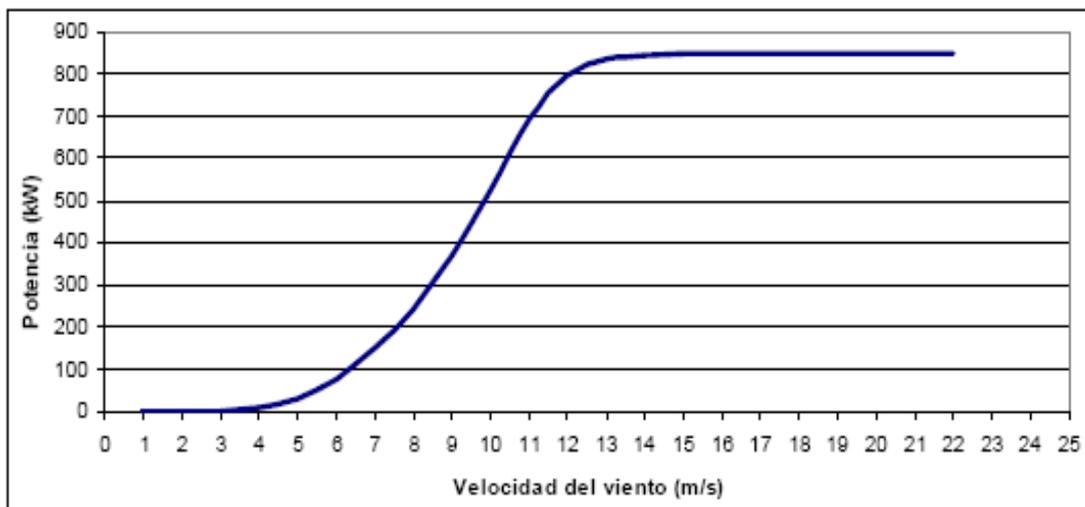
1.5.4. Aerogeneradores Gamesa

Esta es la otra compañía seleccionada para el suministro, que nos proporcionara la tabla de potencias y su curva correspondiente con respecto a la velocidad de los aerogeneradores que hemos seleccionado al estudio, calculando nosotros el factor de carga y número de horas.

Los modelos estudiados de Gamesa son el G58, el G83, G87 y el G90, cada dependiendo de su potencia y la gama de viento que halla.

Modelo G58

En las figuras siguientes observamos su curva de potencia y la tabla de potencias respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 2137002,05 kW.

- Número de horas equivalentes

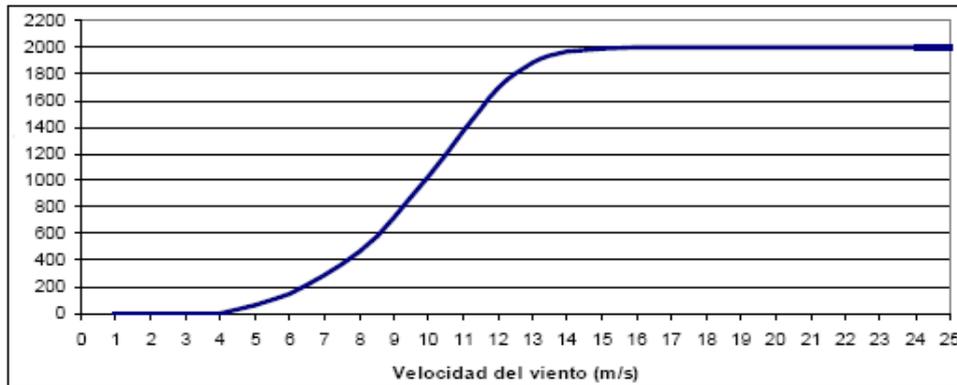
$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{2137002,05}{850} = 2514,12 \text{ h}$$

- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{2137002,05}{850 \cdot 8760} * 100 = 28,7\%$$

Modelo G83

En las figuras siguientes observamos su curva de potencia y la tabla de potencias respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 4818090,50 kW.

- Número de horas equivalentes

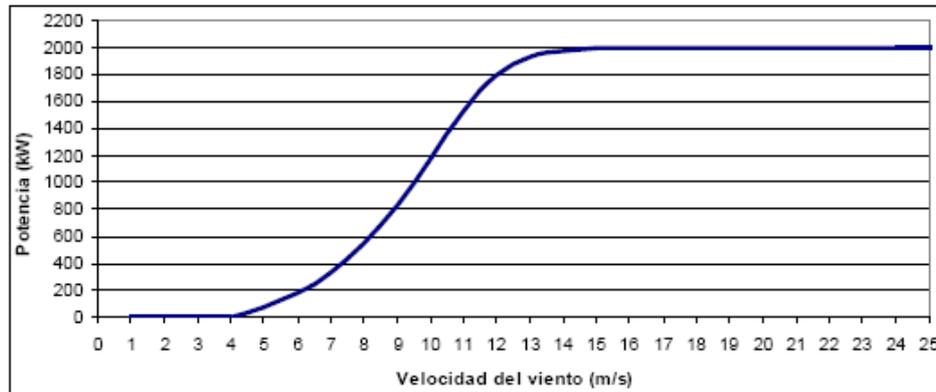
$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{4818090,50}{2000} = 2409,64 \text{ h}$$

- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{4818090,50}{2000 * 8760} * 100 = 27,5 \%$$

Modelo G87

En las figuras siguientes observamos su curva de potencia y la tabla de potencias respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 4732152,08 kW.

- Número de horas equivalentes

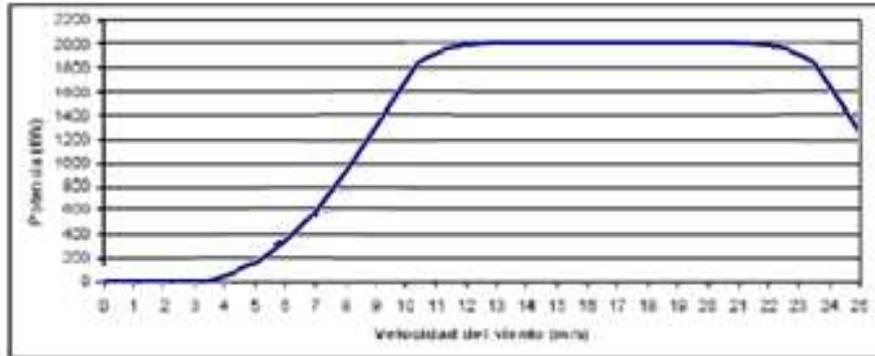
$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{4732152,08}{2000} = 2366,07 \text{ h}$$

- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{4732152,08}{2000 * 8760} * 100 = 26,9 \%$$

Modelo G90

En las figuras siguientes observamos su curva de potencia y la tabla de potencias respecto al viento.



Mediante un programa de cálculo en el que introduciremos: la altitud a la que se sitúan los aerogeneradores, la densidad del aire para una temperatura de 15 °C, la altura a la que se encontrara el eje de las palas, la potencia del aerogenerador con su velocidad de conexión y desconexión junto con el diámetro del rotor, nos dará como resultado la potencia generada por el aerogenerador en un año que en este tipo será de 5063280,11 kW.

- Número de horas equivalentes

$$n^{\circ} \text{ de horas} = \frac{5063280,11}{2000} = 2531,64 \text{ h}$$

- Factor de carga:

$$\text{Factor de carga} = \frac{5063280,11}{2000 \cdot 8760} * 100 = 28,7 \%$$

1.5.5. Aerogenerador seleccionado y justificación

Una vez estudiados los aerogeneradores anteriormente expuestos, nos dispondremos a seleccionar el más adecuado. Para su elección, se valoraran diferentes criterios.

Uno de los criterios es seleccionar el aerogenerador que más potencia generada realice a lo largo de un año, generalmente cuanto mayor sea la dimensión de la maquina, mayor será la potencia generada.

Otro aspecto, es la potencia nominal de la maquina, dada la tipología y características del terreno, con el fin de aprovechar al máximo el recurso energético del viento de la zona. Para minimizar costes, cuanto más grande sea el aerogenerador, menor número de aerogeneradores tendremos que instalar y se conseguirá un mayor ahorro de recursos, con lo que se reducirán en gran medida los costes de las partidas de aerogeneradores y de obra civil. Al instalar los aerogeneradores de mayor potencia tendremos un menor número de ellos, con lo que el impacto medioambiental será menor.

Un criterio que nosotros seguiremos será escoger el aerogenerador de mayor número de horas equivalentes que consiste en el tiempo teórico que la máquina actuaría a su potencia nominal a lo largo de un año.

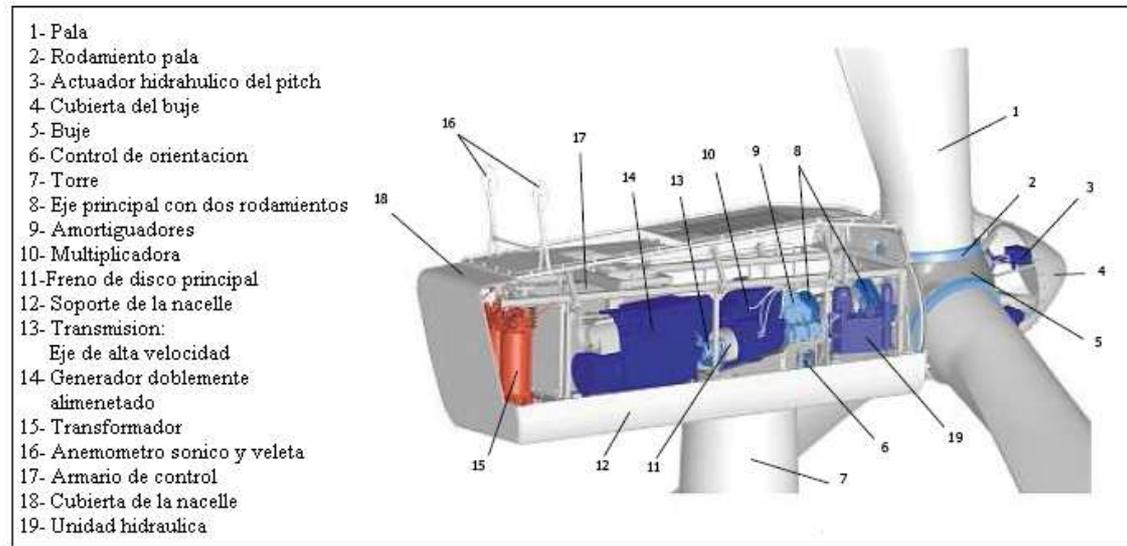
Debido a estas consideraciones se ha elegido el aerogenerador Gamesa G90 que proporciona un número de horas equivalentes de 3650 horas.

1.5.6 Aerogenerador escogido

El aerogenerador seleccionado tras el análisis llevado a cabo, escogeremos el modelo G90 de la marca Gamesa. Dicho aerogenerador posee las siguientes ventajas:

- Máxima la potencia al mínimo coste por kWh para emplazamientos de vientos bajos
- Clase IIIA/WZII.
- Tecnología de paso y velocidad variable para maximizar la energía producida.
- Posee palas más ligeras mediante la fabricación de fibra de vidrio, fibra de carbono y preimpregnados.
- Cumple los principales requerimientos de conexión a red internacionales
- Posee un diseño aerodinámico y sistema de control Gamesa NRS para minimizar ruidos emitidos
- Posee un sistema de control y monitorización remota con acceso a Web.

El esquema del aerogenerador es el siguiente:



Una pequeña descripción de las partes más importantes del aerogenerador:

- Las palas: son construidas principalmente con materiales compuestos, y se diseñan para transformar la energía cinética del viento en un momento torsor en el eje del equipo.
- Rodamiento pala: Los rotores modernos pueden llegar a tener un diámetro de 42 a 80 metros y producir potencias equivalentes de varios MW. La velocidad de rotación está normalmente limitada por la velocidad de punta de pala, cuyo límite actual se establece por criterios acústicos.
- Actuador hidráulico del pitch: controlador electrónico de la turbina que comprueba varias veces por segundo la potencia generada. Cuando ésta alcanza un valor demasiado alto, el controlador envía una orden al mecanismo de cambio del ángulo de paso, que inmediatamente hace girar las palas del rotor ligeramente fuera del viento.
- Buje: parte que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- Eje de baja velocidad que conecta el buje del rotor al multiplicador. Su velocidad de giro es muy lenta.
- El multiplicador, permite que el eje de alta velocidad gire mucho más rápido que el eje de baja velocidad.
- Eje de alta velocidad, gira a gran velocidad y permite el funcionamiento del generador eléctrico.
- El generador eléctrico que es una de las partes más importantes de un aerogenerador. Transforma la energía mecánica en energía eléctrica
- La unidad de refrigeración, mecanismo que sirve para enfriar el generador eléctrico.
- La torre que es la parte del aerogenerador que soporta la góndola y el rotor.
- El mecanismo de orientación, está activado por el controlador electrónico, la orientación del aerogenerador cambia según las condiciones del viento.

Las características técnicas del aerogenerador seleccionado son las siguientes:

ROTOR	
Diámetro	90 m
Área de barrido	6,362 m ³
Velocidad de giro	9,0 - 19,0 rpm
Sentido de giro	Agujas del reloj
Peso (inc. Buje)	Aprox. 36 T
Peso (inc. Buje y Nacelle)	Aprox. 106 T

PALAS	
Numero de palas	3
Longitud	44
Perfil	DU (Delf University) + FFA-W3
Material	Fibra de vidrio preimpregnada de resina Epoxy + fibra de carbono
Peso pala completa	5.800 Kg

TORRE TUBULAR		
Tipo modular	Altura	Peso
4 Secciones	78 m	203 T

MULTIPLICADORA	
Tipo	1 etapa planetaria 2 etapas de ejes paralelos
Ratio	1:100,5 (50 Hz) 1:120,5 (60 Hz)
Refrigeración	Bomba de aceite con radiador de aceite
Calentamiento aceite	2,2 Kw

GENERADOR 2.0 MW	
Tipo	Generador doblemente alimentado
Potencia nominal	2,0 MW
Tensión	690 V ac
Frecuencia	50 Hz/60 Hz
Clase de protección	IP 54
Numero de polos	4
Velocidad de giro	900:1900 rpm (nominal 1.680 rpm)(50Hz) 1.080:2280rpm(nominal 2.016rpm)(60Hz)
Intensidad nominal estator	1.500 A a 690 V
Factor de potencia	(estándar) 0,98 CAP – 0,96 IND

Dentro de este modelo podemos hablar de su:

➤ Diseño mecánico

Posee un tren de potencia con eje principal soportado por dos rodamientos esféricos que transmiten las cargas laterales directamente al bastidor a través de un caballete. Esto evita que la multiplicadora reciba cargas adicionales, con lo que se reducen las posibilidades de avería además de facilitar su servicio.

➤ Freno

Posee un Freno primario aerodinámico por puesta en bandera de las palas. Adicionalmente freno mecánico de disco hidráulicamente activado de emergencia situado en la salida del eje de alta velocidad de la multiplicadora.

➤ Protección contra rayos

Dicho aerogenerador utiliza el sistema "protección total contra rayos", siguiendo la normativa IEC 61024-1. Este sistema conduce el rayo desde ambas caras de la punta de la pala hasta la raíz y desde ahí, a través de la nacelle y de la estructura de la torre, hasta el sistema de puesta a tierra de las cimentaciones. De esta forma, se protege la pala y se evita que los elementos eléctricos sensibles resulten dañados

➤ Sistema de control

Su generador esta doblemente alimentado, controlado en velocidad y potencia mediante convertidores IGBT y control electrónico PWM (modulación por ancho de pulso).

Ventajas:

- Control de potencia activa y reactiva.
- Bajo contenido en armónicos y mínimas pérdidas.
- Aumento de la eficiencia y de la producción.
- Mejora de la vida útil de la máquina.

➤ Gamesa SCADA

Sistema de control de parques eólicos desarrollado por Gamesa, y su nueva generación Gamesa WindNet®, que permiten la operación y monitorización remota y en tiempo real de los aerogeneradores, mástil meteorológico y subestación eléctrica. Diseño modular con herramientas de control de potencia activa y reactiva, ruido, sombras y estelas. Arquitectura TCP/IP con interfaz Web.

➤ Sistema de mantenimiento Predictivo SMP

Sistema de mantenimiento predictivo para la detección prematura de posibles deterioros o fallos en los principales componentes del aerogenerador.

Ventajas:

- Disminución de grandes correctivos.
- Aumento de la disponibilidad y de la vida útil de la máquina.
- Condiciones preferenciales en las negociaciones con las aseguradoras.
- Integración con el sistema de control.

➤ Control de ruidos

Diseño aerodinámico de punta de pala y diseño de componentes mecánicos que minimizan el ruido emitido. Adicionalmente, Gamesa ha desarrollado el sistema de control de ruido Gamesa NRS®, que permite programar el ruido emitido de acuerdo con criterios como fecha, hora o dirección del viento. De este modo se logra el cumplimiento de las normativas locales con una producción máxima.

➤ Conexión a la red

Los aerogeneradores doblemente alimentados de Gamesa y las tecnologías de Crowbar Activo y convertidor sobredimensionado aseguran el cumplimiento de los más exigentes requerimientos de conexión a red. Soporte a huecos de tensión y regulación dinámica de potencia activa y reactiva.

1.6. Estructura del parque

Una vez que se realizó el estudio del recurso eólico de la zona mediante la toma de los datos de viento durante un determinado tiempo, se ha hecho un análisis de la orografía del terreno y se ha realizado el estudio de potencia de los aerogeneradores, podemos definir y colocar concretamente la posición de los aerogeneradores que configuran el parque.

Con el fin de del correcto funcionamiento del parque se deben tener en cuenta las siguientes restricciones:

- La separación entre aerogeneradores, tanto en la dirección del viento dominante como en la dirección perpendicular. El cálculo del parque implica considerar los efectos de estela que unas máquinas provocan sobre otras cercanas. Dado que un aerogenerador produce energía a partir de la energía del viento, el viento que abandona la turbina tiene un contenido energético menor que el que llega a la turbina. Esto se deduce directamente del hecho de que la energía ni se crea ni se destruye. Un aerogenerador siempre tiene un abrigo en la dirección a favor del viento. De hecho, hay una estela tras la turbina, es decir, una larga cola de viento, bastante turbulenta y ralentizada, si se compara con el viento que llega a la turbina.

En las direcciones de viento dominante esta separación es incluso mayor. Lo ideal es poder separar las turbinas lo máximo posible en la dirección de viento dominante, pero, por otra parte, el coste del terreno y de la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica aconseja instalar las turbinas más cerca unas de otras.

En este caso, el parque está diseñado conforme a los criterios que proporciona el fabricante respecto a la separación de las máquinas, que son de de 5 a 10 diámetros de rotor en la dirección de los vientos dominantes y de 2,5 a 5 diámetros de rotor en la dirección perpendicular a los vientos dominantes.

- Viabilidad, es importante poder acceder a los aerogeneradores como para implantarlos en una localización concreta. Se puede dar la imposibilidad de acceder a una determinada posición o incluso carecer de espacio físico para implantar la máquina.

1.7. Conclusión del estudio

Los fabricantes construyen la curva de potencia de sus aerogeneradores para la densidad del aire estándar ($\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$), o lo que es lo mismo la densidad para una temperatura igual a 15°C y una presión atmosférica normal igual a 1013 mbar, equivalente a situar el aerogenerador a cota 0.

Como nuestros aerogeneradores se situarán a cotas entre los 1000 y 1336 m en puntos diferentes de la orografía del terreno, cada aerogenerador tendrá en su emplazamiento una densidad de potencia ligeramente distinta, generando distintas cantidades de energía.

Conocida el potencial eólico de la zona y la ubicación de cada aerogenerador se aplica la curva de potencia del aerogenerador para conocer la producción que se obtiene en cada uno de ellos, realizando una corrección de la densidad del aire a la altura del emplazamiento en función de la altitud y de la temperatura media anual siguiendo la siguiente expresión.

$$\rho = \left(\frac{288}{t - 273} \right) e^{-\left(\frac{h}{8435}\right)}$$

Dado que la densidad con la temperatura y la altitud varía con:

$$\rho = 1.225 \left(\frac{288}{t - 273} \right) e^{-\left(\frac{h}{8435}\right)}$$

En donde t es la temperatura, h la altura y ρ es la densidad del aire a la altura deseada.

La temperatura media anual del emplazamiento la aproximamos a la media de las temperaturas medias anuales de los últimos 20 años en el Alto de los Tornos, que según el Centro Meteorológico de Cantabria ha sido de 7°C . Como altura, tomamos la altura media de las ubicaciones de las ubicaciones de las turbinas.

Como ya hemos visto que aerogenerador vamos a utilizar y sabemos su curva de potencia, hemos obtenido la producción de potencia generada. Y teniendo en cuenta las restricciones producidas por la separaciones que tenemos que tener entre máquinas, la distribución de Weibull y la rugosidad en las direcciones del viento, se calcula la pérdida de energía debida al apantallamiento entre los aerogeneradores.

La pérdida de energía típica es de alrededor del 5%.

Una vez terminado de analizar todos estos datos obtenemos la producción del parque:

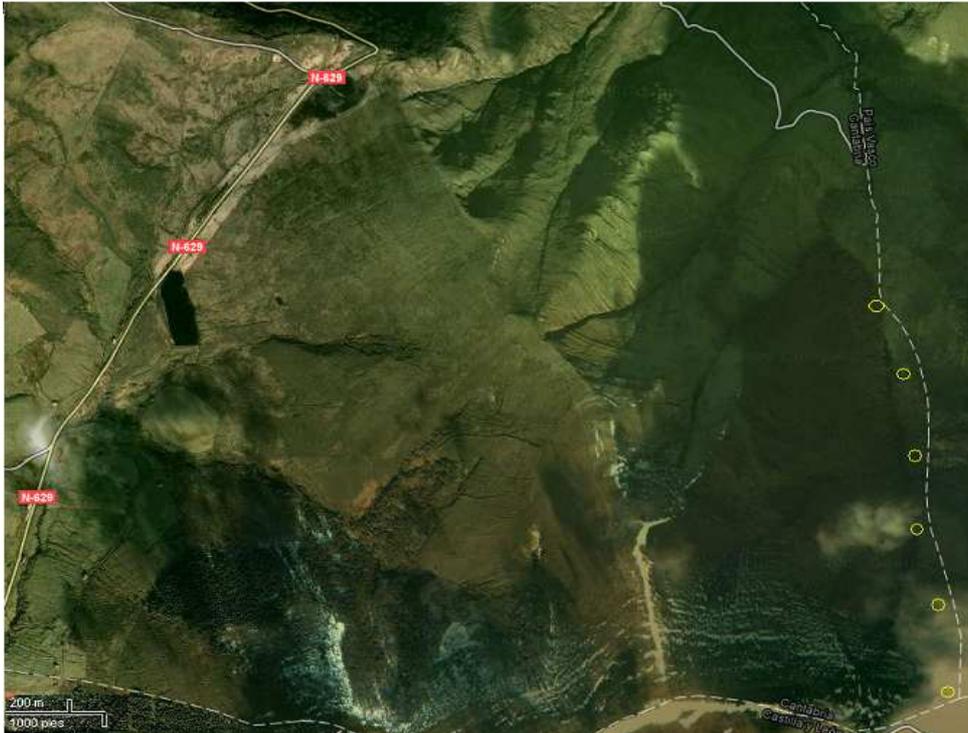
- Producción neta : 27,137 GWh
- Producción bruta: 28,568 GWh

Parque eólico "Monte Zalama"

Con estas premisas, se diseña el lay-out del parque, optimizando la rentabilidad del mismo, observando criterios de inversión, producción y directrices medioambientales.

En la siguiente figura se puede ver la disposición en hilera de los aerogeneradores, bordeando el límite de la provincia de Cantabria.

La disposición de los aerogeneradores en coordenadas UTM en orden de abajo a arriba son;



Nº de Torre	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	466044,54	4775921,64
2	466022,51	4776071,67
3	465978,53	4776253,69
4	465946,55	4776429,66
5	465836,56	4776665,61
6	465862,13	4777193,82

ANEXO2

2.1. DATOS DE PARTIDA

2.1.1. Introducción

Debido al estudio de los aerogeneradores y al resultado obtenido sobre el potencial eólico de la zona, se analiza que las torres aerogeneradoras serán el modelo G90 de la casa Gamesa, con 2 MW de potencia cada una. Sabiendo que vamos a instalar 6 torres en el parque, tenemos como resultado que la potencia que arrojamamos a la red es de 12 MW, si suponemos que tenemos un factor de potencia de 0.8, nos da un resultado aproximado de 15 MVA.

Cada torre dispone de un transformador de 2.5 MVA. Los transformadores del resto de la red son de 15 MVA.

2.1.2. Tensiones nominales

➤ Lado de Baja Tensión

Dado que los aerogeneradores generan una tensión de 690 V, el lado de Baja Tensión está diseñado para este potencial.

➤ Lados de Media y Alta Tensión

Las tensiones nominales que se utilizan en M.T. y A.T. son las indicadas en el R.A.T, tomando, en caso de no ser normalizada, la inmediata superior. En la siguiente tabla podemos ver las tensiones normalizadas.

Categoría de la línea	Tensión nominal KV	Tensión más elevada KV
3ª	3 6 10 15 20	3,6 7,2 12 17,5 24
2ª	30 45 66	36 52 72,5
1ª	132 220 380	145 245 420

En el presente proyecto, la tensión de A.T. no está normalizada, ya que el suministro en la misma se realiza a 55 kV, por exigencias de la Compañía Suministradora (EON), por lo que a efectos de cálculo, se toman todos los valores correspondientes a la tensión inmediatamente superior (66 kV).

Con estos datos nos fijamos en la tabla anteriormente dada y cogemos los datos correspondientes para 20 kV y para 66 kV:

- Para una tensión de 20 kV tenemos una tensión más elevada (Um) de 24 kV
- Para una tensión de 66 kV tenemos una tensión más elevada (Um) de 72,5 kV

2.1.3. Niveles de aislamiento

Los valores normalizados de los niveles de aislamiento, definidos por las tensiones nominales soportadas para distintos tipos de sollicitaciones dieléctricas, vienen determinados por el R.A.T. 12 Apartado 1, en función de la tensión más elevada para el material, dando lugar a tres grupos:

- Grupo A.....1 kV < Um < 52 kV
- Grupo B..... 52 kV < Um < 300 kV
- Grupo C.....300 kV < Um

En nuestra instalación del parque nos encontramos dentro de dos grupos:

- Grupo A para una tensión máxima (Um) de 24 kV
- Grupo B para una tensión máxima (Um) de 72,5 kV

Observando las siguientes tablas obtendremos para las tensiones de nuestro parque, las tensiones correspondientes de tipo rayo y de corta duración a frecuencia industrial.

Las tensiones de tipo rayo, ensayos a impulso, se especifican con el fin de verificar la capacidad del aislamiento, y en particular la de los devanados para soportar las sobretensiones de origen atmosférico y las sobretensiones de maniobra de frente escarpado, especialmente las debidas a recebados entre contactos de los aparatos de maniobra.

TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO	TENSION SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUSTRIAL
kV eficaces	kV cresta	kV eficaces
52	250	95
72,5	325	140
123	450	185
145	550	230
170	650	275
245	750	325
	850	360
	950	395
	1 050	460

Tensión mas elevada para el material (Um)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial
kV eficaces	kV cresta	kV eficaces
3.6	40	10
7.2	60	20
12	75	28
17.5	95	38
24	125	50
36	170	70

Para $U_m = 24\text{kV}$, obtenemos que:

- Tensión soportada por el material impulsos tipo rayo (cresta) = 125 kV
- Tensión nominal de corta duración soportada a frecuencia industrial (eficaz) = 50 kV

Para $U_m = 72,5\text{ kV}$, obtenemos que:

- Tensión soportada por el material impulsos tipo rayo (cresta) = 325 kV
- Tensión nominal de corta duración soportada a frecuencia industrial (eficaz) = 140 kV

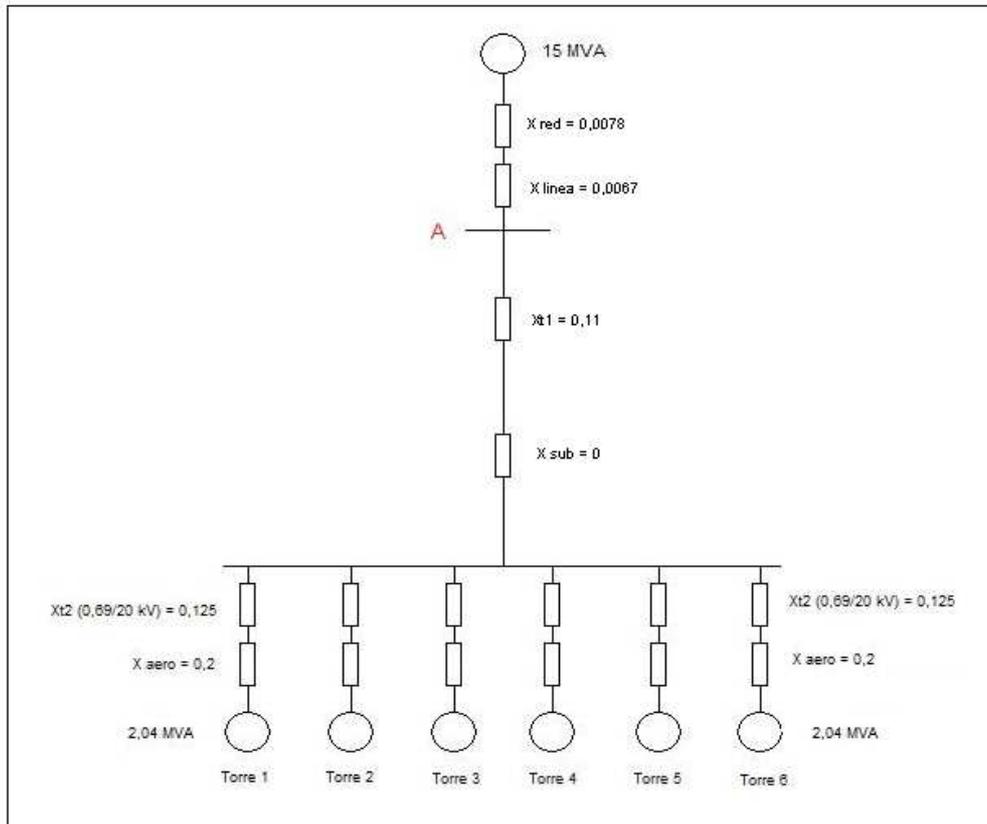
2.2. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

Un cortocircuito se manifiesta por la disminución repentina de la impedancia de un circuito determinado, lo que produce un aumento de la corriente, este exceso de corriente genera un fuerte incremento de calor generado por tal magnitud de corriente, que puede destruir o envejecer los aislantes del sistema eléctrico.

Con el fin de realizar el estudio del cortocircuito utilizaremos el método p.u. En este método representaremos

- Aerogeneradores
- Trafos de elevación de tensión (0.69/20 kV)
- Línea subterránea (XL1)
- Trafo de elevación de tensión (20/55 kV)
- Línea aérea 2ª categoría de 55 kV Los Tornos– Ramales de la Victoria

Esquema p.u. referido a 15 MVA



Tomamos como parámetros base:

- Potencia, cogemos: $S_B = 15 \text{ MVA}$
- En tensiones cogemos:
 - $V_B = 55 \text{ kV}$ (para A.T.)
 - $V_B = 20 \text{ kV}$ (para M.T.)
 - $V_B = 0,69 \text{ kV}$ (para B.T.)

Como datos de partida se tiene los siguientes datos y calculamos los valores en p.u.

➤ Red: tenemos la potencia y la potencia de cortocircuito.

- $S_{red} = 15 \text{ MVA}$
- $S_{cc} = 1900 \text{ MVA}$

El valor en p.u. lo obtenemos:

$$S_{red \text{ p.u.}} = \frac{S_{red}}{S_B} = \frac{15}{15} = 1 \text{ pu}$$

$$X_{red \text{ p.u.}} = \frac{S_{red}}{S_{CC}} = \frac{15}{1900} = 0,0078 \text{ pu}$$

➤ Transformador 55/20 kV: elevación de tensión previa a la conexión a la red

- $S_{T1} = 15 \text{ MVA}$
- $X_{T1} = 0,11 \text{ p.u.}$

El valor en p.u. lo obtenemos:

$$X_{T1pu} = 0,11 \cdot \frac{15}{\frac{0,69^2}{15}} = 0,11 \text{ p.u.}$$

➤ Transformador 0,69/20 kV: transformadores que elevan la tensión para conectar los aerogeneradores a la línea subterránea.

- $S_{T2} = 2,5 \text{ MVA}$
- $X_{T2} = 0,125 \text{ p.u.}$

El valor en p.u. lo obtenemos:

$$X_{T2pu} = 0,125 \cdot \frac{15}{\frac{0,69^2}{2,5}} = 0,75 \text{ p.u.}$$

➤ Aerogeneradores: tienen la siguiente característica:

- $S_{aereo} = 2,04 \text{ MVA}$
- $X_{aereo} = 0,2 \text{ p.u.}$

El valor en p.u. lo obtenemos:

$$X_{aero} = 0,2 \cdot \frac{15}{\frac{0,69^2}{2,04}} = 1,470 \text{ p.u.}$$

- Impedancia de línea subterránea: debido a que la línea subterránea no tiene una excesiva longitud, la impedancia de las mismas se tomara como cero con el fin de agilizar los cálculos, debido a que no conlleva a un gran error.
- Impedancia de la línea aérea de 2ª categoría de 55 kV que une la subestación del parque con la subestación de Ramales de la Victoria. Para calcular la impedancia de la línea aérea primero observamos la línea que llega hasta dicho lugar, vemos que el conductor utilizado en la línea aérea será un LA-280, de sección nominal 281,1 mm². Sabiendo que la línea aérea consta de 12,110 Km se obtiene la reactancia por Km tomando la reactancia de la siguiente tabla.

Se tiene que, para dicha sección: $X = 0,112 * 12,110 = 1,35 \text{ j}\Omega$

Pasamos a la base seleccionada en método por unidad:

$$X_{\text{línea aérea}} = \frac{1,35}{\frac{Vb^2}{Sb}} = \frac{1,35}{\frac{55^2}{15}} = 0,0067 \text{ p.u.}$$

Estos valores calculados por el método p.u. son los que hemos introducido en el siguiente esquema, en el que los aerogeneradores pasan a tener una potencia de 15 MVA, debido a que al realizar el cambio de base las impedancias hemos tenido que reducir todas las potencias a la potencia base, con el fin de facilitar el estudio. A continuación calculamos las potencias de cortocircuito en los lugares donde tendremos que instalar los aparatos de protección.

Para realizar estos apartados utilizaremos las siguientes formulas:

$$S_{cc \text{ pu}} = \frac{S_{red \text{ pu}}}{X_{pu}} \qquad S_{cc} = S_{ccpu} \cdot S_B \qquad I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_b}$$

Donde:

S_{cc} : potencia de cortocircuito

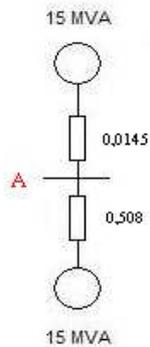
S_{ccpu} : potencia e cortocircuito en método por unidad

S_B : es la potencia base

I_{cc} : intensidad de cortocircuito

➤ Punto A

Haciendo el paralelo obtenemos la X en el punto A dando como resultado $X_A = 0,0258$ p.u.

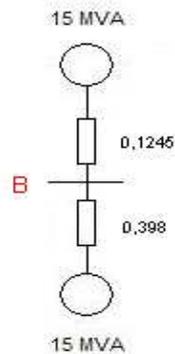


$$S_{CCA} \text{ p.u.} = \frac{1}{0,0258} = 38,55 \text{ p.u.} \quad \Rightarrow S_{CCA} = 38,55 \cdot 15 = 578,24 \text{ MVA}$$

$$I_{CCA} = \frac{578,24}{\sqrt{3} \cdot 55} = 6,07 \text{ kA}$$

➤ Punto B

Haciendo el paralelo obtenemos la X en el punto B dando como resultado $X_B = 0,0948$ p.u.



$$S_{CCB} \text{ p.u.} = \frac{1}{0,0948} = 10,54 \text{ p.u.} \quad \Rightarrow S_{CCB} = 10,54 \cdot 15 = 158,1 \text{ MVA}$$

$$I_{CCB} = \frac{158,1}{\sqrt{3} \cdot 20} = 4,56 \text{ kA}$$

➤ Punto C

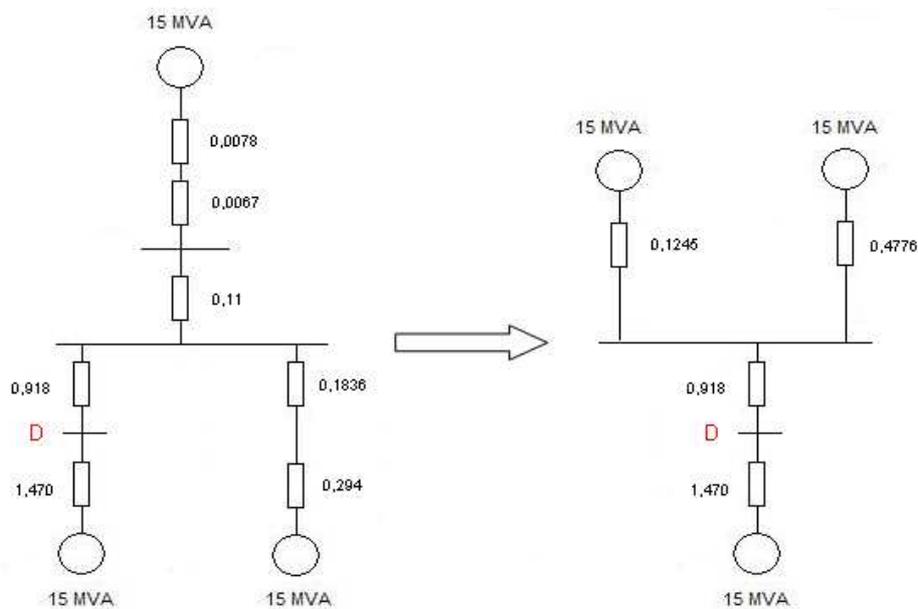
Este punto es igual al punto B:

$$S_{\text{CCC}} \text{ p.u.} = \frac{1}{0,0948} = 10,54 \text{ p.u.} \quad \Rightarrow S_{\text{CCC}} = 10,54 \cdot 15 = 158,1 \text{ MVA}$$

$$I_{\text{CCC}} = \frac{158,1}{\sqrt{3} \cdot 20} = 4,56 \text{ kA}$$

➤ Punto D

Haciendo el paralelo obtenemos la X en el punto D dando como resultado $X_D = 0,9362 \text{ p.u.}$



$$S_{\text{CCD}} \text{ p.u.} = \frac{1}{0,9362} = 1,068 \text{ p.u.} \quad \Rightarrow S_{\text{CCD}} = 1,068 \cdot 15 = 16,02 \text{ MVA}$$

$$I_{\text{CCD}} = \frac{16,02}{\sqrt{3} \cdot 0,69} = 13,40 \text{ kA}$$

2.3. CADENA DE AISLADORES

2.3.1. Calculo eléctrico

Tendremos que hallar el nivel de aislamiento que viene dado como la relación entre la cadena de fuga de aisladores y la tensión de la línea más elevada.

$$GA = \frac{n LF}{E}$$

Donde:

- GA = grado de aislamiento (cm/kV)
- LF = línea de fuga (cm)
- E = tensión compuesta más elevada (kV)
- n = número de aisladores de la cadena.

Está estipulado en el Reglamento que dependiendo de las zonas por donde circulen las líneas, el grado de aislamiento tendrá un determinado valor, como podemos ver en la siguiente tabla:

ZONAS	GA (cm / kV)
Forestales y agrícolas	1,7 - 2
Industriales y próximas al mar	2,2 - 2,5
Fábricas de productos químicos	2,6 - 3,2
Centrales térmicas	> 3,2

Debido a que nuestro parque se encuentra en una zona forestal y agrícola el grado de aislamiento que se tomarán será entre 1,7 a 2 cm/ kV, para realizar el cálculo de la línea de fuga que deben tener los aisladores.

La línea de fuga es "la distancia más corta entre partes conductoras sobre una superficie aislante". Se trata del camino más corto (y por tanto, el más probable) normalmente en líneas de media y alta tensión que podría recorrer una descarga entre conductores, o entre conductor y tierra, sobre el aislante interpuesto entre dichos conductores.

Para poder realizar el cálculo de la línea de fuga tomaremos la tensión más elevada y desfavorable, en nuestro caso, es de 72,5 kV

$$\text{Línea de fuga} = 2 \frac{\text{cm}}{\text{kV}} \cdot 72,5 \text{ kV} = 145 \text{ cm} = 1450 \text{ mm}$$

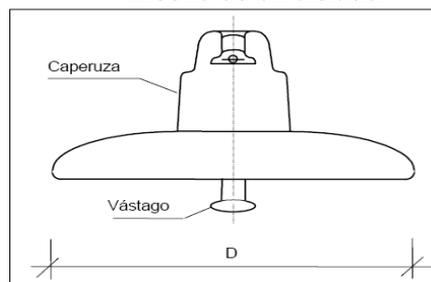
Los aisladores que utilizaremos serán de vidrio debido a que este tipo de aislador presenta dos grandes ventajas respecto al de porcelana, una es que resulta fácil visualizar cuando falla, ya que el vidrio revienta y por lo tanto se nota a simple vista la falta de la campana aislante en una línea de transmisión, otra es que no se cae el conductor, debido al incremento del volumen del vidrio que se encuentra entre el badajo y la caperuza, cosa que sí puede suceder con el aislador de porcelana. Otra característica importante, es que los aisladores de vidrio presentan mayor resistencia a la tracción que los de porcelana.

Dentro de este tipo de aisladores instalaremos el más sencillo que es el U 70 BS, el significado de las siglas corresponden a:

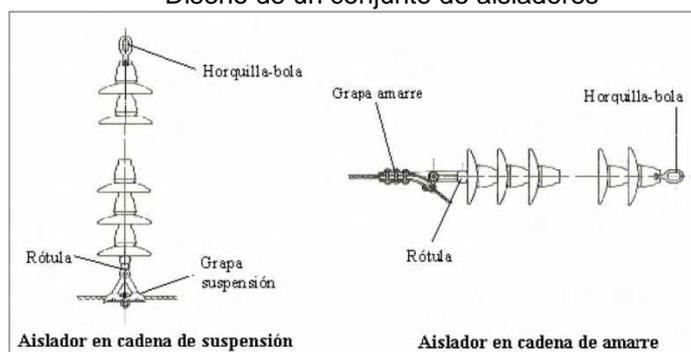
- U70: Aislador de vidrio (U) y carga de rotura especificada en daN
- B: Acoplamiento de caperuza y vástago
- S: Paso corto

El diseño del aislador y un conjunto de aisladores se observan en las siguientes figuras:

Diseño de un aislador



Diseño de un conjunto de aisladores



Las características del aislador U70 BS es escogido para nuestro proyecto posee las siguientes características:

AISLADOR	U70 BS
Material	Vidrio templado
Línea de fuga (mm)	292
Diámetro de vástago (mm)	16,5
Paso nominal (mm)	127
Diámetro parte aislante (mm)	254
Carga de rotura (dNa)	7000
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV)	190
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	72
Masa aislador (kg)	3,4

Una vez que tenemos las características del aislador calculamos el número de aisladores necesarios para la línea de fuga:

$$n = \text{Línea de fuga total} / \text{Línea de fuga aislador} = 4.96 = 5 \text{ aisladores}$$

Estas cadenas de aisladores se utilizaran en la parte de A.T. correspondiente a los 55 kV, por lo que tenemos que comprobar que soportan el aislamiento de la tensión a impulso tipo rayo de 325 kV y la tensión nominal de corta duración a frecuencias industriales de 140 kV, estas dos tensiones las hemos hallado en un parto anterior.

- Tensión tipo rayo : 5 aisladores * 190 = 950 kV
- Tensión a frecuencia industrial: 5 aisladores * 72 kV = 360 kV

Como vemos cumple los requisitos debido a que los dos valores son superiores a los anteriormente calculados.

2.3.2. Cáculo mecánico

Según nos indica el reglamento de alta tensión en su artículo 29, el coeficiente de seguridad de los aisladores no será nunca inferior a 3, por lo que nos disponemos a realizar los cálculos correspondientes:

- Peso del conductor

$$P_c = P_{\text{unitario}} \cdot L = 4,03 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 2,5 \text{ m} = 10,07 \text{ kg}$$

- Según el artículo 16 el R.A.T. utilizamos 50 kg/m² para hallar el sobrepeso por viento.

$$P_v = P_{\text{un. viento}} \cdot \phi \cdot L = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 0,04 \cdot 2,5 \text{ m} = 5 \text{ kg}$$

- Peso de la cadena:

$$P_{\text{cadena}} = 5_{\text{aisladores}} \cdot 3,4 \frac{\text{kg}}{\text{aislador}} = 17 \text{ kg}$$

Por lo que es peso de la cadena es de:

$$P_t = \sqrt{(P_c + P_{\text{cad}})^2 + P_v^2} = \sqrt{(10,07 + 17)^2 + 5^2} = 27,52 \text{ kg}$$

Con lo que el coeficiente de seguridad es de:

$$C.S. = \frac{CR}{P_t} = \frac{7000}{27,52} = 254,36$$

Por lo que cumple el reglamento de alta tensión en su artículo 29.

2.4. APARAMENTA

La apatamenta eléctrica es el conjunto de aparatos utilizados en la maniobra, protección, medidas, regulación y control de las instalaciones eléctricas.

Aparatos de corte

Son el conjunto de aparatos para la conexión y desconexión de los circuitos eléctricos. Con el fin de seleccionar los aparatos de corte, determinamos los siguientes parámetros necesarios en cada uno de los cuatro puntos seleccionados A, B, C y D.

- Intensidad de cortocircuito:

La intensidad de cortocircuito corresponde al valor de corriente que se obtiene al interponerse entre dos conductores que se encuentran sometidos a una diferencia de potencial cualquiera, una resistencia de calor prácticamente nulo

La intensidad de cortocircuito ya la hemos calculado con el método p.u en el apartado anterior.

- Intensidad de choque:

Se denomina intensidad de choque a la intensidad inicial de cortocircuito en el momento inicial de producirse el cortocircuito.

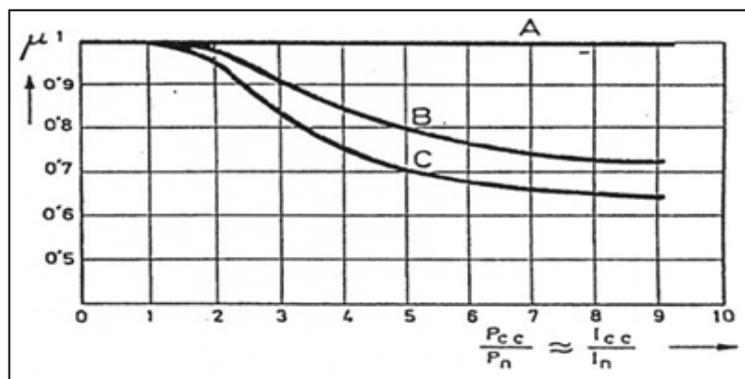
$$I_{ch} = 2\sqrt{2} \cdot I_{cc}$$

- Intensidad de desconexión:

La intensidad de desconexión es aquella para la cual, a partir de este valor de corriente derivada a tierra, el interruptor desconecta la instalación, tanto más rápidamente cuanto mayor es el valor de la corriente derivada.

$$I_d = \mu \cdot I_{cc}$$

La variable μ corresponde a los valores del coeficiente para diferentes retardos en la interrupción de los aparatos de corte. Este dato lo sacamos de la siguiente tabla.



Valores del coeficiente μ para diferentes retardos en la interrupción de los

aparatos de corte: A.- Valores de μ para retardo de 0 segundos (fusibles).
B.- Valores de μ para un retardo de 0,1 segundos (disyuntores rápidos).
C.- Valores de μ para un retardo de 0,25 segundos (disyuntores normales).

- Capacidad de ruptura (S_r)

$$S_r = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_d$$

Pasamos a realizar los cálculos para la aparamenta en los diferentes puntos anteriormente mencionados:

- Para el punto A situado en la zona de A.T.

$$I_{ccA} = 6,07 \text{ kA}$$

$$I_{chA} = 2\sqrt{2} \cdot I_{cc} = 17,16 \text{ kA}$$

$$I_{dA} = 0,72 \cdot 6,07 = 4,37 \text{ kA}$$

$$S_{rA} = \sqrt{3} \cdot 55000 \cdot 4370 = 416,29 \text{ MVA}$$

- Para el punto B situado en la zona de M.T.

$$I_{ccB} = 4,56 \text{ kA}$$

$$I_{chB} = 2\sqrt{2} \cdot I_{cc} = 12,89 \text{ kA}$$

$$I_{dB} = 0,72 \cdot 4,56 = 3,28 \text{ kA}$$

$$S_{rB} = \sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 3280 = 113,62 \text{ MVA}$$

- Para el punto C situado en la zona de M.T serán los mismos como hemos dicho anteriormente que los del punto B debido a que no hemos considerado la impedancia entre B y C de la línea subterránea.

$$I_{ccC} = 4,56 \text{ kA}$$

$$I_{chC} = 2\sqrt{2} \cdot I_{cc} = 12,89 \text{ kA}$$

$$I_{dC} = 0,72 \cdot 4,56 = 3,28 \text{ kA}$$

$$S_{rC} = \sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 3280 = 113,62 \text{ MVA}$$

- Para el punto D situado en la zona de B.T.

$$I_{ccD} = 13,40 \text{ kA}$$

$$I_{chD} = 2\sqrt{2} \cdot I_{cc} = 37,90 \text{ kA}$$

$$I_{dD} = 0,72 \cdot 13,40 = 9,648 \text{ kA}$$

$$S_{rD} = \sqrt{3} \cdot 6900 \cdot 9648 = 115,30 \text{ MVA}$$

Autovalvulas

Este aparato se compone básicamente de dos partes, el explosor y la resistencia variable unida a él en serie. Cuando la amplitud de una sobretensión supera la tensión de cebado del pararrayo, saltan arcos en el explosor y cierran el circuito de A. T. a tierra a través de las resistencias variables. La resistencia variable está formada por un material conglomerado capaz de variar con rapidez su resistencia eléctrica, disminuyendo su valor cuando mayor sea la tensión aplicada y pasándolo a un elevado valor al reducirse la tensión. Se comporta, pues, el aparato como una válvula, cerrada para la tensión nominal del sistema y abierta para las sobretensiones.

Las principales características que definen a los pararrayos son:

- Corriente nominal de descarga
- Tensión asignada
- Nivel de protección

Procedemos a analizar por partes las características de las autovalvulas:

Corriente nominal de descarga:

Es el valor de cresta en kA, de los valores de onda normalizada de corriente de descarga 8/20, que puede ser conducido por el pararrayos en número y progresión definidos cuando se le aplica la tensión de conducido por el pararrayos e n numero y progresión definidos cuando se le aplica la tensión de extinción y que no causa una tensión residual por encima del máximo permitido.

La corriente nominal de descarga es un valor representativo para las sollicitaciones que soporta un pararrayos en funcionamiento debidas a ondas viajeras ocasionadas por la descarga a distancia.

La corriente nominal de descarga se utiliza además para clasificar los pararrayos

Basándonos en el ITC MIE-RAT 09 que nos habla de protecciones y en la que aparece el mapa de frecuencias de tormentas, elegimos una corriente de descarga de 10 kA, debido a que la Comunidad Autónoma de Cantabria se encuentra en una zona alta de días de tormentas al año, con unos 15 días al año.

Tensión asignada y máxima de servicio

Las diferentes tensiones se calculan con las siguientes formulas respectivamente:

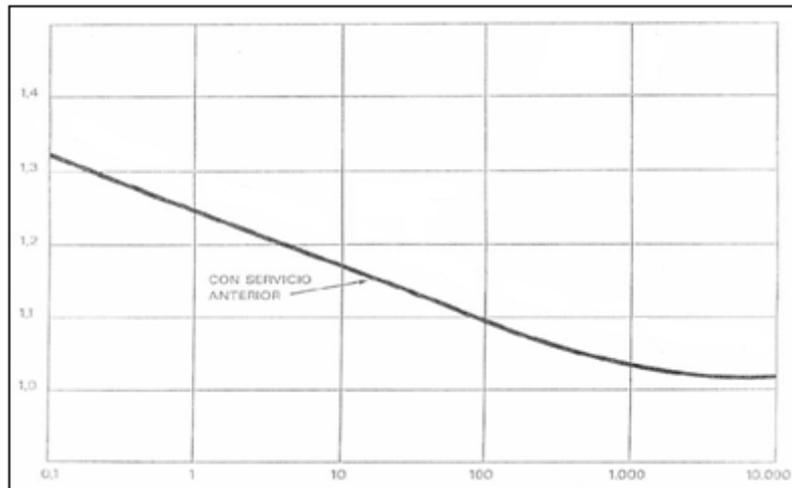
$$U_c > \frac{U_{max} \cdot K_e}{\sqrt{3} \cdot T_c} \qquad U_r > \frac{U_{max} \cdot K_e}{\sqrt{3} \cdot T_r}$$

Cada incógnita es la siguiente:

- U_c : Tensión máxima de servicio del pararrayos

- U_r : Tensión asignada del pararrayos
- K_e : Factor de defecto a tierra de la red
Neutro rígidamente a tierra 1,4 y neutro aislado 1,7.
- U_{max} : Tensión máxima que soporta el material
- T_c y T_r : Factores de sobretensión temporal

Suponiendo una duración de la falta de 5 seg., y que la tierra es con neutro aislado por exigencias de la compañía eléctrica, obtenemos de la siguiente figura el valor de T_c que tiene un valor aproximado de $T_c = 1,22$.



Una vez que tenemos todos los datos pasamos a realizar el cálculo:

- Lado de A.T.:

$$U_c = \frac{72,5 \cdot 1,7}{\sqrt{3} \cdot 1,2} = 60 \text{ kV}$$

Con este valor hallado, nos vamos a la siguiente tabla y observamos que para ese valor corresponde una $U_r = 72 \text{ kV}$.

- Lado de M.T.:

$$U_c = \frac{24 \cdot 1,7}{\sqrt{3} \cdot 1,2} = 19,5 \text{ kV}$$

Parque eólico "Monte Zalama"

Con este valor hallado, nos vamos a la siguiente tabla y observamos que para ese valor corresponde una $U_r = 24 \text{ kV}$.

Tensión asignada U_r (kV eficaces)	Tensión continuada U_c (kV eficaces)	Equivalente al frente de onda** (kV cresta)	Máxima*** sobretensión de marlobra (kV cresta)	Tensiones residuales máximas kV	
				Onda 8/20 μseg	10 kA
3	2,54	8,38	6,3	7,62	
6	5,08	16,8	12,5	15,3	
9	7,62	25,2	18,7	22,9	
10	8,47	27,9	20,8	25,4	
12	10,2	33,6	24,9	30,5	
15	12,7	41,9	31,1	38,1	
18	15,2	50,4	37,3	45,8	
21	17,7	58,7	43,6	53,4	
24	19,5	67,1	49,7	61	
27	22	75,5	55,9	68,6	
30	24,5	83,8	62,2	76,2	
36	30	101	74,5	91,5	
39	32	109	81,0	99,1	
45	36,5	127	94,0	115	
48	39	134	100	122	
54	44	142	105	129	
60	49	157	117	143	
66	54	174	128	158	
72	60	189	140	172	
90	73	238	175	216	
96	78	253	186	230	
108	88	284	216	258	
120	98	316	240	287	
132	100	347	264	315	
144	116	378	288	344	
168	135	442	336	402	
172	140	452	344	411	
180	145	473	360	430	
192	154	505	384	459	
228	164	600	456	545	
240	174	631	480	574	

Nivel de protección

Para hallar este valor nos vamos a la tabla anterior mente dada, y entramos a la zona de tensión residual de onda de 8/20 μ sg, y dentro de ella a la de 10 kA, con los resultados obtenidos anteriormente de las tensiones asignadas dados respectivamente:

- Para el lado de A.T. un Np de 172 kV
- Para el lado de M.T. un Np de 61 kV

Basándonos en las normas sobre la protección, el margen de protección que debe haber debe ser del 20 % mayor.

$$M_p = \frac{N_a - N_p}{N_p} \cdot 100$$

Teniendo en cuenta que:

- Na: Nivel de aislamiento dado por la tensión soportada a impulso tipo rayo que establece el RAT 12 que trata sobre el aislamiento, Estos datos se han dado anteriormente:
 - Para A.T.: Na = 325 kV
 - Para M.T.: Na= 125 kV

Una vez que tenemos los datos necesarios, calculamos el margen de protección para el transformador:

- Lado de A.T.

$$M_p = \frac{325 - 172}{172} \cdot 100 = 89 \%$$

- Lado de M.T.

$$M_p = \frac{125 - 61}{61} \cdot 100 = 104 \%$$

Ambos casos superar el margen de protección establecido del 20 % y por lo tanto es aceptable.

Distancia máxima de seguridad

La distancia máxima es la distancia comprendida entre el pararrayos y el elemento a proteger, esta distancia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D < [Na - 1,3 \cdot (Np + 8L)] \cdot \frac{14}{U_{max}}$$

Donde:

- L: Longitud del conductor de conexión del pararrayos, se coge normalmente 2,5 m.
- U_{max}: Tensión más elevada soportada por el material en kV
 - Para A.T. una U_{max} = 72,5 kV
 - Para M.T una U_{max} = 24 kV

Sustituimos en la expresión anteriormente dada y tenemos las distancias máximas de seguridad:

- Lado de A.T. tenemos una distancia máxima de 14,56 m.
- Lado de M.T. tenemos una distancia máxima de 23,15 m.

2.5. CONDUCTORES

2.5.1. Lado de Alta Tensión

Para calcular la sección nos basamos en el Reglamento de Alta Tensión en su artículo 22 que habla sobre la densidad de corriente de los conductores primero calculamos la intensidad que tenemos en el lado de alta:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{15 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 55 \cdot 10^3} = 157,45 \text{ A}$$

Ahora elegimos un cable que soporte esa corriente, cogemos el cable de cobre de sección de 35 mm² con una densidad de corriente de 5,75 A/mm².

$$I = 35 \cdot 5,75 = 201,25 \text{ A}$$

Vemos que soporta esa corriente por lo que las conexiones en el lado de alta las realizamos con conductores de cobre de 35 mm².

Barras colectoras

Las barras colectoras son conductores tubulares de cobre pintado, para las características de dichos conductores observamos la siguiente tabla:

Tabla 5.1 CARGAS ADMISIBLES PARA CONDUCTORES TUBULARES DE COBRE



Diámetro exterior <i>d</i>	Espesor de pared <i>s</i>	Sección mm ²	Peso kg/m	Material	Corriente permanente en A Corriente continua y alterna hasta 60 Hz				Valores estáticos	
					Interiores		Intemperie ²⁾		W cm ³	J cm ⁴
					pintadas	desnudas	pintadas	desnudas		
20	2	113	1,01	E-Cu F30	360	325	450	400	0,463	0,463
	3	160	1,43		430	400	530	500	0,597	0,597
	4	201	1,79		480	430	600	550	0,684	0,684
32	2	189	1,68	E-Cu F30	610	540	710	670	1,33	2,13
	3	273	2,43		740	640	830	800	1,82	2,90
	4	352	3,13		840	730	950	910	2,20	3,52
40	2	239	2,12	E-Cu F30	750	660	820	780	2,16	4,32
	3	349	3,10		910	790	990	950	3,00	6,00
	4	452	4,03		1030	900	1130	1080	3,71	7,42
	5	550	4,89		1140	1000	1250	1190	4,29	8,58
50	3	443	3,94	E-Cu F30	1130	980	1210	1140	4,91	12,3
	4	578	5,15		1290	1120	1380	1310	6,16	15,4
	5	707	6,29		1420	1240	1520	1450	7,24	18,1
	6 ¹⁾	829	7,38		1530	1340	1650	1560	8,16	20,4
	8 ¹⁾	1060	9,40		1720	1490	1840	1740	9,65	24,1
63	3	566	5,03	E-Cu F30	1410	1220	1490	1400	8,10	25,5
	4	741	6,60		1610	1400	1700	1610	10,3	32,4
	5	911	8,11	E-Cu F25	1780	1540	1880	1780	12,3	38,6
	6	1070	9,56		1930	1670	2040	1930	14,0	44,1
	8	1380	12,3		2170	1880	2300	2170	16,9	53,4

1) Según DIN 1754, ninguna dimensión normalizada
 2) Velocidad del viento 0,6 m/s, radiación solar unos 0,6 kW/m² conductor pintado; 0,45 kW/m² conductor desnudo

Con la intensidad que tenemos en el lado de alta tensión cogemos un cable que soporte esa tensión de una manera amplia por la que cogemos:

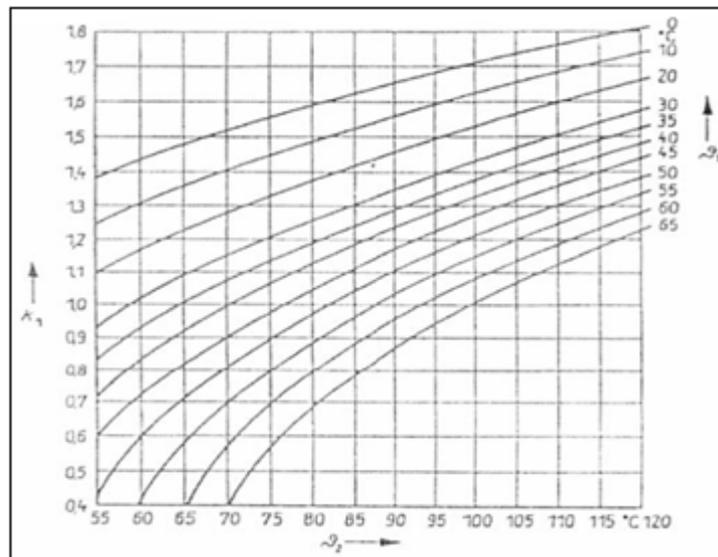
- Intensidad: 1130 A
- Diámetro exterior: 40 mm
- Diámetro exterior: 32 mm.
- Sección: 452 mm².
- Peso: 4,03 kg/m.

Calculando con los factores de corrección para:

- Temperatura ambiente de 10°C: 1,25

El coeficiente de temperatura lo calculamos de la siguiente tabla dependiendo la temperatura del parque.

- Longitud mayor de 3 m: 0,85.



Con lo que tenemos una intensidad de:

$$I = 1130 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 1200,2 \text{ A}$$

Observamos que la corriente es esta bastante dimensionada para que no haya problemas con la corriente nominal calculada anteriormente.

Esfuerzos electrodinámicos

Los esfuerzos electrodinámicos se denominan a los esfuerzos producidos cuando ocurre un cortocircuito debido a que este tiene un alto valor de corriente, el punto más desfavorable suele ser el embarrado principal.

$$F = 2,04 \cdot \frac{I_{ch}^2}{d} = 2,04 \cdot \frac{17,16}{200} = 3 \text{ kg /m}$$

Donde:

- D: distancia entre fases
- I_{ch}^2 : intensidad de coche en el embarrado principal

El momento resistente, W, como vemos en tabla anteriormente dada, es de 3,75 cm³, debiendo ser dicho momento mayor que el cociente entre el momento flector, M, y la tensión admisible, K, del cobre. El momento flector M se calcula:

$$M = \frac{F \cdot L^2}{8}$$

Considerando L, la longitud del vano en metros y suponemos que como máximo el vano tiene una longitud de 5.

$$M = \frac{3 \cdot 5^2}{8} = 9,375 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

La carga máxima admisible del cobre es de 1200 kg/ cm²:

$$W = \frac{M}{K} = \frac{9,375 \cdot 100}{1200} = 0,781 \text{ cm}^3$$

Ahora aplicamos el coeficiente de seguridad que es de 3, por lo que el momento resistente necesario es de 2,343 cm³, anteriormente hemos dicho que el momento resistente de la barra es de 3,75, por lo que los esfuerzos electrodinámicos los soporta sin problemas.

Flecha máxima de las barras

Las barras poseen una flecha y esta se tiene que tener en cuenta respecto a la altura que se deja con el suelo, y viene dada por esta expresión:

$$f = 0,013 \frac{Q \cdot L^3}{E \cdot I}$$

Donde:

- L: vano(cm)
- Q: esfuerzo soportado, que es el peso de la propia barra
- E: modulo de elasticidad, 11*10⁶ N/ cm²
- I: momento de inercia, 7,42 cm⁴

$$Q = 4,03 \cdot 9,81 \cdot 5 = 197,6 \text{ N}$$

Por lo que la flecha de los vanos es:

$$f = 0,013 \frac{197,6 \cdot 500^3}{11 \cdot 10^6 \cdot 7,42} = 3,93 \text{ cm}$$

2.5.2. Lado de media tensión

Debido a que la zona de media tensión va a ser subterránea, encargada de la unión entre los aerogeneradores y de estos con la subestación, los conductores necesarios tendrán un aislante de Etileno Propileno.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{15 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 433 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{15 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 144 \text{ A}$$

En la siguiente tabla podemos ver la tensión nominal del conductor teniendo en cuenta que se encuentra en el grupo A (el defecto de tierra se elimina tan rápidamente como sea posible y siempre antes de un minuto, la tensión del conductor será:

Red sistema trifásico		Categoría de la red	Cable a utilizar
Tensión nominal U kV	Tensión más elevada de la red Um kV		Campo radial. Tensión nominal del cable Uo/U kV
3	3,6	A-B	1,8/3
		C	3,6/6
6	7,2	A-B	6/10
		C	
10	12	A-B	8,7/15
		C	
15	17,5	A-B	12/20
		C	
20	24	A-B	15/25
		C	
25	30	A-B	18/30
		C	
30	36	A-B	26/45
		C	
45	52	A-B	36/66
		C	

Corresponde a una tensión de 12/20 kV.

Teniendo en cuenta de que emplearemos 3 cables unipolares enterrados, observamos en la siguiente tabla la sección necesaria para la intensidad que tenemos:

Sección nominal mm ²	Tensión nominal en kV		
	1,8/3 + 3,6/6	6/10 + 18/30	26/45
	(1)	(2)	(3)
conductores de cobre			
10	94	-	-
16	120	115	-
25	155	145	-
35	185	175	-
50	225	205	-
70	270	255	260
95	325	305	315
120	375	345	365
150	415	390	410
185	470	440	470
240	540	515	555
300	610	580	630
400	690	660	725
500	775	740	835
630	870	830	965

Observamos en la tabla una sección que soporte la corriente que tenemos en nuestro parque, cogemos una sección algo sobredimensionada debido a que tenemos que aplicar el factor de corrección al estar enterrado.

El factor de corrección que tenemos que aplicar lo sabemos dependiendo de la temperatura, suponemos que la temperatura será de unos 35° por lo que el factor es de 0,92 como vemos en la siguiente tabla.

Instalación al aire		Instalación enterrada	
Temperatura del aire °C	Coefficiente de corrección	Temperatura del terreno °C	Coefficiente de corrección
15	1,22	10	1,11
20	1,18	15	1,07
25	1,14	20	1,04
30	1,10	25	1,00
35	1,05	30	0,96
40	1,00	35	0,92
50	0,90	40	0,88
60	0,77	50	0,78

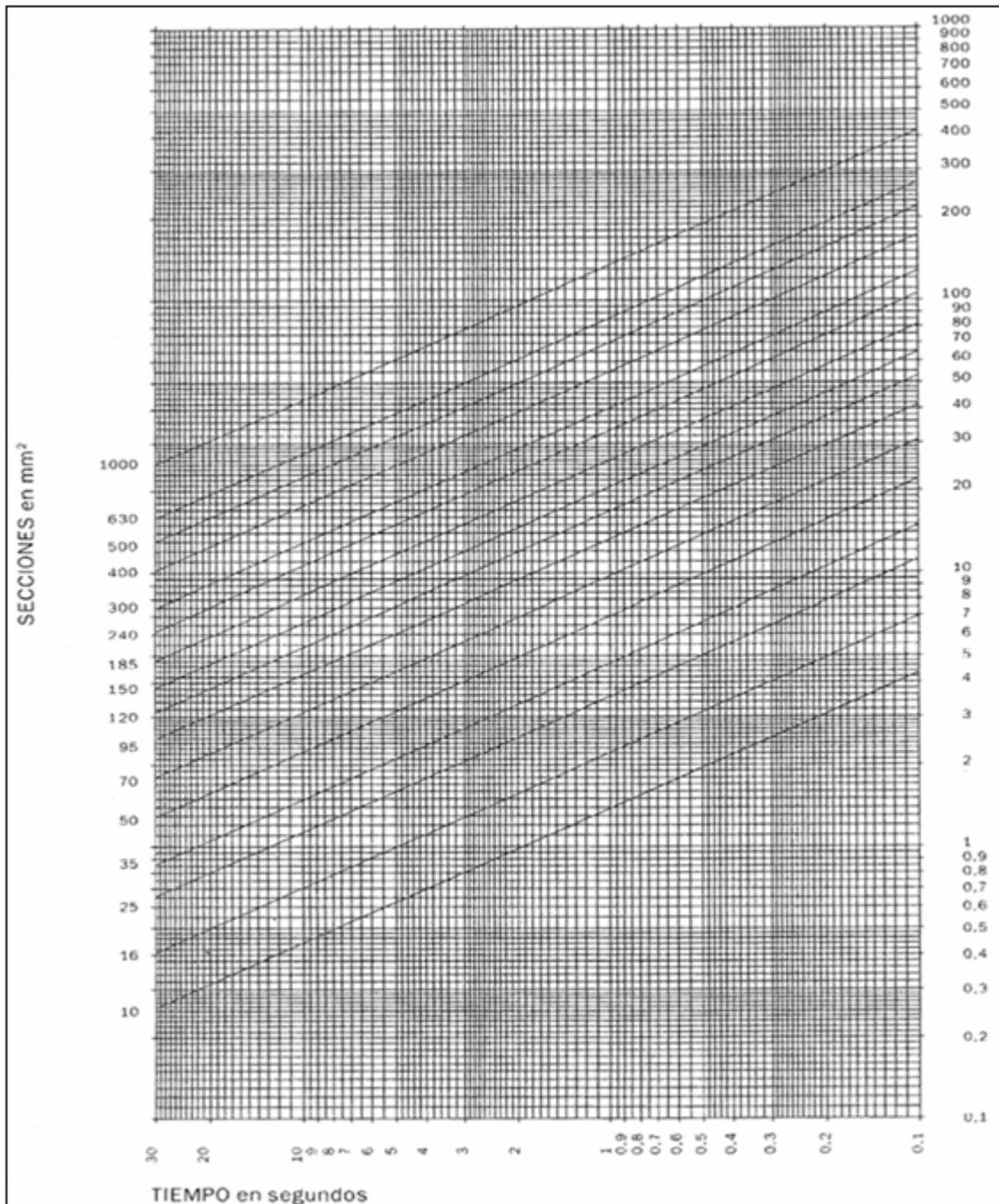
Para cables expuestos al sol, se deberá considerar una temperatura del aire entre 50 y 55 °C.

Con lo que la intensidad que soporta el cable seleccionado será de:

$$I = 255 \cdot 0,92 = 234,6 \text{ A}$$

Vemos que la sección elegida es válida ya que soporta una intensidad por encima de la que tenemos que es de 144 A.

El conductor puede estar sometido a corrientes de cortocircuito, el tiempo máximo establecido de actuación de las protecciones es de 5 segundos, el conductor elegido soporta una corriente de cortocircuito de 6 kA, como podemos ver en la grafica siguiente, y vemos que el tramo de la red puede llegar a tener una corriente de 4,56 kA por lo que el conductor elegido es válido para soportar las corrientes de cortocircuito.



Parque eólico "Monte Zalama"

El siguiente paso es calcular la caída de tensión que no puede exceder del 5%, considerando el caso más desfavorable, en el que toda la energía de una línea es transportada a lo largo de los 4,4 km, que es la distancia entre la torre mas alejada y el centro de transformación. Con el fin de obtener la caída de tensión se calcula la resistencia por unidad con la siguiente tabla.

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz.

Sección nominal mm ²	Cables unipolares		Cables tripolares	
	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/Km.			
	Cu	Al	Cu	Al
10	2,310	-	2,346	-
16	1,455	2,392	1,479	2,431
25	0,918	1,513	0,936	1,542
35	0,663	1,093	0,675	1,112
50	0,490	0,800	0,499	0,822
70	0,339	0,558	0,345	0,568
95	0,245	0,403	0,249	0,410
120	0,195	0,321	0,197	0,324
150	0,159	0,262	0,161	0,265
185	0,127	0,209	0,129	0,212
240	0,098	0,161	0,099	0,163
300	0,078	0,128	-	-
400	0,062	0,102	-	-
500	0,051	0,084	-	-

$$R = 0,339 \cdot 4.4 = 1,481 \Omega$$

Calculamos la reactancia por unidad de longitud:

Reactancia a la frecuencia de 50 Hz.

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/Km. por fase Tensión nominal del cable							
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV	25/45 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo								
10	0,135	0,142	-	-	-	-	-	-
16	0,126	0,132	0,143	-	-	-	-	-
25	0,118	0,125	0,134	0,141	-	-	-	-
35	0,113	0,118	0,128	0,135	0,140	-	-	-
50	0,108	0,113	0,122	0,128	0,133	0,139	0,144	-
70	0,101	0,106	0,115	0,120	0,125	0,131	0,136	0,140
95	0,099	0,102	0,110	0,115	0,120	0,126	0,130	0,133
120	0,095	0,098	0,106	0,111	0,115	0,121	0,125	0,128
150	0,093	0,096	0,102	0,108	0,112	0,117	0,121	0,124
185	0,089	0,093	0,100	0,104	0,108	0,113	0,117	0,120
240	0,088	0,090	0,097	0,101	0,105	0,109	0,113	0,115
300	0,086	0,088	0,093	0,097	0,101	0,105	0,109	0,112
400	0,085	0,086	0,091	0,095	0,098	0,102	0,106	0,108
500	0,084	0,085	0,089	0,092	0,095	0,099	0,102	0,104

$$X = 0,125 \cdot 4,4 = 0,55 \Omega$$

Con lo que la caída de tensión será de:

$$V = 3 \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \operatorname{sen} \varphi) = \sqrt{3} \cdot 144 \cdot (1,481 \cdot 0,8 + 0,55 \cdot 0,6) = 377,81 \text{ V}$$

La caída de tensión sobre la tensión nominal es de 1,88 %, inferior al 5% por lo que el conductor es válido.

2.5.3. Lado de baja tensión

Para el cálculo de los conductores de baja tensión, se parte de la potencia a transportar por cada uno de ellos, la tensión de transporte, la longitud del tramo y el tiempo máximo de actuación de las protecciones.

Se parte de la formulación para el cálculo de la sección admisible en función de la caída de tensión máxima,

$$A = \frac{S \cdot L}{U^2 \cdot e \cdot K} \cdot 100$$

Donde:

- S: potencia a transportar
- Tensión de transporte
- L: longitud de la línea (m). Se supone 50 m
- E: caída de tensión máxima admisible (%)
- K: conductividad de material (K =56 Cu)
-

Con lo que:

$$A = \frac{2000000 \cdot 50}{690^2 \cdot 5 \cdot 56} \cdot 100 = 75,01 \text{ mm}^2$$

Esta sección es la mínima que debe tener la línea para cumplir con los requisitos de caída de tensión. Se comprueba a continuación la sección mínima que se debe usar para transportar la intensidad generada. Se aplica:

$$A = \frac{2000000}{\sqrt{3} \cdot 690} = 1673,48 \text{ A}$$

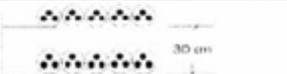
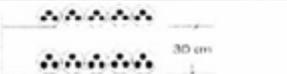
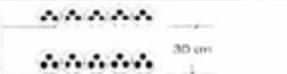
Utilizamos para esta parte de la instalación un conductor de cobre con aislamiento XLPE. La sección la sacaremos de la siguiente tabla y escogeremos una sección que soporte la corriente calculada anteriormente con los coeficientes de corrección que veremos a continuación.

Sección nominal mm ²	Instalación al aire			Instalación enterrada		
	Tres cables unipolares	Dos cables unipolares	Un cable tripolar	Tres cables unipolares	Dos cables unipolares	Un cable tripolar
1,5	16	27	17	-	-	-
2,5	26	36	25	-	-	-
4	35	48	34	-	-	-
6	46	64	44	72	105	66
10	64	85	61	96	140	88
16	86	115	82	125	185	115
25	120	155	110	160	240	150
35	145	190	135	190	290	180
50	180	225	165	230	335	215
70	230	285	210	280	415	260
95	285	350	250	335	500	315
120	335	405	300	380	565	355
150	385	465	350	425	630	400
185	450	535	400	480	715	450
240	535	630	475	550	830	520
300	615	730	545	620	935	590
400	720	840	645	705	780	665

Como la corriente es elevada utilizaremos 3 conductores por fase con el fin de soportar la corriente. Escogemos la sección de 400 mm², que soporta una corriente de 720 A.

Ahora aplicamos los dos factores de corrección que son necesarios aplicar para verificar que la sección escogida es correcta, el primero por incremento de temperatura (35°) y el segundo por agrupación en bandeja, debido a que están 3 conductores, los factores de corrección los sacamos de la siguiente tabla.

T.(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Fact.	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77

 	Nº de bandejas	Nº de cables por bandeja			
		2	3	6	9
 	1	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,80	0,76	0,71	0,69
 	3	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,76	0,72	0,68	0,66

Una vez que tenemos las correcciones, las aplicamos, teniendo la siguiente intensidad admisible:

$$I = 3 \cdot 720 \cdot 1,05 \cdot 0,80 = 1814,4 \text{ A}$$

EL valor obtenido es superior a la intensidad que se transporta, que es de 1673,48 A, por lo que la sección escogida es la correcta.

Ahora tenemos que observar si el conductor soporta la intensidad de cortocircuito máxima. Según UNE 21145 (Guía sobre la aplicación de los límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión nominal no superior a 0.6/1 kV), el valor máximo de temperatura alcanzado por el conductor de un cable durante un cortocircuito no superior a 5 seg, en contacto con un aislamiento de XLPE, es de 250 °C, y la expresión de calentamiento adiabático aplicable a un cable de cobre aislado con este material es,

$$I^2 \cdot t = 20473 \cdot S^2$$

En donde:

- I: corriente de cortocircuito
- t: duración de cortocircuito (seg), en este caso 5 seg
- S: sección del cable, cogemos 400 mm²

Tenemos que:

$$I_{ccmax} = \sqrt{\frac{20473 \cdot (3 \cdot 400)^2}{5}} = 77 \text{ kA}$$

El conductor que hemos elegido soporta la intensidad de cortocircuito calcula anteriormente con lo que es un conductor con una sección válida.

2.6. DISTACION DE SEGURIDAD DE LOS CABLES

2.6.1. De los conductores al suelo

El R.A.T. art. 25, señala que los conductores deben quedar situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de,

$$5,3 + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

Por lo que el pódico de salida del centro de transformación será de:

$$5,3 + \frac{55}{150} = 5,66 \text{ metros}$$

Por lo que la altura mínima será de 6 metros que es lo estipulado en el R.A.T.

2.6.2. Fase tierra en el aire

Basándonos en el R.AT instrucción 12, aislamiento, el valor mínimo de la salida, que debe respetarse en los equipos e instalaciones en que no se realicen ensayos en correspondencia con un nivel de aislamiento, viene dado en la siguiente tabla, a partir de las tensiones soportadas nominales de impulsos tipo rayo, que se analizaron anteriormente.

TENSIÓN NOMINAL SOPORTADA A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)	DISTANCIA MINIMA FASE - TIERRA EN EL AIRE (cm)
20	6
40	6
60	9
75	12
95	16
125	22
145	27
170	32
250	48
325	63
450	90
550	110
650	130
750	150

Con lo que tenemos que:

- Para M.T.:22 cm Para A.T.:63 cm

2.6.3. Distancia entre fases en el aire

Basándonos en la instrucción del apartado anterior, instrucción 12, indica las distancias mínimas entre fases en el aire a partir de las tensiones nominales de impulso tipo rayo.

TENSIÓN NOMINAL SOPORTADA A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)	DISTANCIA MINIMA FASE - TIERRA EN EL AIRE (cm)
20	6
40	6
60	9
75	12
95	16
125	22
145	27
170	32
250	48
325	63
450	90
550	110
650	130
750	150
850	170
950	190
1050	210

Según dicha tabla se obtiene:

- Para M.T.: 22cm Para A.T.: 63 cm

Pasillos de servicio

Interiores

Según el R.C.E. 14 apdo. 5.1, la anchura de los pasillos de servicio no debe ser inferior a las que a continuación se indican:

- De maniobra con elementos en tensión a un solo lado: 1 m.
- De maniobra con elementos en tensión a ambos lados: 1,2 m
- De inspección con elementos en tensión a un solo lado: 0,8 m.
- De inspección con elementos en tensión a ambos lados: 1 m., debiendo ser totalmente libres.

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos deben estar a una altura mínima 'h' sobre el suelo igual a, $h = 230 + d$ (cm)

Donde 'd' es la misma que en el apartado anterior en función de la tensión nominal de la instalación, obteniendo que la distancia es como mínimo de 250 cm.

Intemperie

Según el R.C.E. 15 apdo. 3.1 para la anchura de los pasillos de servicio de intemperie es válido lo reseñado en el apartado anterior mientras que los elementos que se encuentran sobre los pasillos deben estar a una altura mínima 'H' sobre el suelo igual a, $H = 250 + d$ (cm).

Donde 'd' es la misma que en el apartado anterior en función de la tensión nominal de la instalación, función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo.

Por tanto, como únicamente se tiene a la intemperie la parte de alta tensión:

$$H = 250 + 63 = 313 \text{ cm}$$

Además, se debe tener en cuenta la flecha máxima que pudieran tener los conductores.

2.6.4. Distancias contra contactos accidentales

2.6.4.1. Interior

Para evitar los posibles contactos en interiores nos basamos en el R.A.T instrucción 14, que habla sobre las instalaciones eléctricas de interior.

Las celdas abiertas se protegen mediante pantallas que impiden el contacto de las personas que circulan por el pasillo con los elementos con tensión de las celdas.

2.6.4.2. Intemperie

Interior del recinto

Basándonos en lo establecido en el R.A.T. artículo 15 apartado 3.2. que habla sobre las instalaciones de exterior, los sistemas de protección deben guardar unas distancias mínimas, medidas en horizontal, a los elementos en tensión que se deben respetar en toda la zona comprendida entre el suelo y una altura de 200 cm, que, según el sistema de protección elegido es, y expresadas en centímetros, serán:

- De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:

$$B = d + 3.$$

- De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:

$$C = d + 10.$$

- De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo (paredes macizas, enrejados, barreras, etc.) con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:

$$E = d + 30 \text{ con un mínimo de } 80 \text{ cm.}$$

Donde 'd' se determina de la tabla siguiente, en función de la tensión nominal de la instalación,

Tensión nominal de la instalación (kV) ≤	20	30	45	66	110	132	220
'd' (cm)	20	27	38	57	95	110	185

Dando:

- B = 60 cm
- C = 67 cm
- E = 87 cm

Exterior del recinto

Basándonos en lo establecido en el R.A.T. artículo 15 apartado 3.3. que habla sobre las instalaciones de exterior, establece que para evitar contactos desde el exterior del cierre del recinto de la instalación, con los elementos en tensión, deben existir entre estos y el cierre las distancias mínimas de seguridad, medidas en horizontal y en centímetros que se indican,

- De los elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura $k < 250+d$ cm.
 $F = d + 100$ (fig. 2).
- De los elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura $k \leq 250+d$ cm.
 $B = d + 3$
- De los elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado de cualquier altura $k \leq 220$ cm.
 $G = d + 150$ (fig. 4).

Dando:

- $F = 157$ cm
- $B = 60$ cm
- $G = 207$ cm

2.7. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se realizara mediante cables desnudos enterrados y entrecruzados entre sí, creando una figura tipo malla. Esta disposición tiene las siguientes ventajas:

- En caso de que fuera necesario se puede ampliar fuera del perímetro de la subestación.
- Facilita la conexión a tierra de cualquier elemento. En caso de existir electrodos los une todos entre sí.
- Permite un control más uniforme de los potenciales de tierra.

La puesta a tierra se instala con el fin de:

- Proteger al personal y al equipo instalado, limitando las tensiones que, respecto a tierra, pueda presentar en un momento dado las masas metálicas o puedan aparecer entre dos puntos de la superficie del terreno.
- Limitar el valor de las sobretensiones que puedan aparecer en el sistema eléctrico en las diferentes condiciones de explotación.

En una instalación existe una puesta a tierra de servicio y una puesta a tierra de protección.

La tierra de servicio es la malla de tierra donde se conecta el punto neutro de un transformador de potencia o de una máquina eléctrica.

La tierra de protección es la malla de tierra donde se conectan todas las partes metálicas de los equipos que conforman un sistema eléctrico, que normalmente no están energizados, pero que en caso de fallas pueden quedar sometidos a la tensión del sistema.

Es común usar la misma malla de tierra de una subestación tanto como malla de servicio como malla de protección.

2.7.1. Calculo de la resistencia puesta a tierra

2.7.1.1. Subestación transformadora

Para el cálculo de la resistencia de la puesta tierra, se considera un mallazo de 50 x 40 m², formado por conductores separados entre 10 m.

La resistencia de la puesta a tierra en este tipo de instalaciones viene dada por:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- R: resistencia de tierra (Ω)

- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L: longitud total de los conductores de la malla enterrados (m)
- r: radio del circulo de la misma superficie del área cubierta por la malla (m)

Sabiendo que la malla de tierra está situada a una profundidad comprendida entre 0,5 y 1 metro de la superficie, se toma como resistividad media del terreno $50 \Omega m$, valor establecido por el R.A.T. 13 apartado 4.1. para suelos arcillosos, que es el tipo del terreno a estudio.

Por lo tanto:

- $L = 5 \cdot 40 + 6 \cdot 50 = 500 m$
- Área = $50 \cdot 40 = 2000 m^2$
- $r = 25,23 m$
- $\rho = 50 \Omega \cdot m$

Con lo que la $R = 0,6 \Omega$

2.7.1.2. Aerogeneradores

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra se considera un mallazo que cubre la totalidad de la cimentación e incluso sobresale un trozo de la misma. Las dimensiones de la malla son de $8 \times 8 m^2$.

La resistencia de la puesta a tierra en este tipo de instalaciones viene dada por:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- R: resistencia de tierra (Ω)
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L: longitud total de los conductores de la malla enterrados (m)
- r: radio del circulo de la misma superficie del área cubierta por la malla (m)

Por lo tanto:

- $L = 9 \cdot 8 + 9 \cdot 8 = 144 m$
- Área = $8 \cdot 8 = 64 m^2$
- $r = 4,5 m$
- $\rho = 50 \Omega \cdot m$

Con lo que la $R = 2,8 \Omega$

Calculo de la intensidad de defecto

Debido a que la conexión a la subestación se trata de neutro aislado, es necesario conocer la intensidad de defecto que se puede producir en caso de una falta, con esto dimensionamos los conductores de la puesta a tierra y sacar los valores de tensión de paso y contacto. Hablamos con la compañía EON, obteniendo los resultados siguientes:

- $La = 12 \text{ Km}$
- $Lc = 2 \text{ Km}$
- $Ca = 0,006 \cdot 10^{-6}$
- $Ce = 0,25 \cdot 10^{-6}$

Siendo:

- La = longitud de las líneas aéreas que dependen de la subestación.
- Lc = longitud d las líneas subterráneas que dependen de la subestación de Ramales de la Victoria.
- Ca = capacidad homopolar de las líneas aéreas
- Cc = capacidad homopolar de las líneas subterráneas.

Subestación

En la subestación se puede producir el defecto en el lado de alta o media tensión, como el lado más desfavorable es el de alta los cálculos los realizaremos en este lado.

$$Id = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{Rs^2 + Xc^2}}$$

$$Xc = \frac{1}{3 \cdot 314 \cdot (La \cdot Ca + Lc \cdot Cc)}$$

Por lo que:

$$Id = \frac{55000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,6 + 1715,2^2}} = 18,51 \text{ A}$$

$$Xc = \frac{1}{3 \cdot 314 \cdot (4 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} + 12 \cdot 0,006 \cdot 10^{-6})} = 1715,2 \Omega$$

Aerogeneradores

Al igual que en la subestación se puede producir un defecto en los aerogeneradores tanto en el lado de media como en el de baja, siendo más desfavorable el de media por lo que los cálculos los realizaremos en este lado.

$$I_d = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,5^2 + 1650^2}} = 13.1 \text{ A}$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot 314 \cdot (4,4 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} + 12 \cdot 0,006 \cdot 10^{-6})} = 1650 \Omega$$

Calculo de las intensidades de paso y contacto subestación

Una vez que tenemos la intensidad de defecto calculamos las tensiones:

$$V_p = 0,366 \cdot \varphi \cdot i \cdot \log \frac{(D^2 + 4 \cdot h^2)^{\frac{3}{2}}}{16 \cdot d \cdot h \cdot D}$$

$$V_c = 0,366 \cdot \varphi \cdot i \cdot \log \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2}{h^2}$$

Siendo:

- φ : resistividad del terreno
- $i : k \cdot i_m = 0,8 \cdot \left(\frac{I_d}{L}\right) = 0,8 \cdot \left(\frac{18,51}{500}\right)$
- I_d : intensidad de defecto
- L : longitud total de la malla por la que se reparte la I_d (500 m)
- D : longitud media de la retícula de la malla (10m)
- h : profundidad a la que está enterrada la malla (0,8 m)

Aplicando los datos tenemos una tensión de contacto de 162,7 V y una tensión de paso de 86,8 V.

Valores máximos de la tensión de paso y contacto subestación

Según el R.A.T. en su artículo 13 establece los valores máximos admisibles de las tensiones de paso y contacto que en consecuencia no pueden ser superadas en una instalación.

Dichos valores vienen expresados por:

$$V_p = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right)$$

$$V_p = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5\rho}{1000}\right)$$

Partiendo de las expresiones anteriores y sabiendo que la duración de la falta es de 0,3 seg, y tomando como $\rho_s = 4000 \Omega \cdot m$ (grava), se obtiene una tensión máxima admisible de paso $V_p = 6$ kV, y una tensión máxima admisible de contacto $V_e = 1,7$ kV, que son superiores a las determinadas en el apartado anterior.

Sección de los conductores

Para obtener la sección aplicaremos la siguiente fórmula:

$$S = \frac{I_d}{Densidad}$$

$$S = \frac{I_d}{160}$$

Se obtiene una sección inferior a 25 mm^2 por lo que según el reglamento de alta tensión se cogerá una sección 25 mm^2 que es la mínima establecida debido a que va enterrado bajo tierra.

Calculo de las intensidades de paso y contacto de los aerogeneradores

Una vez que tenemos la intensidad de defecto calculamos las tensiones:

$$Vp = 0,366 \cdot \varphi \cdot i \cdot \log \frac{(D^2 + 4 \cdot h^2)^{\frac{3}{2}}}{16 \cdot d \cdot h \cdot D}$$

$$Vc = 0,366 \cdot \varphi \cdot i \cdot \log \frac{(\frac{D}{2})^2 + h^2}{h^2}$$

Siendo:

- φ : resistividad del terreno
- $i : k \cdot im = 0,8 \cdot \left(\frac{Id}{L}\right) = 0,8 \cdot \left(\frac{Id}{L}\right)$
- Id : intensidad de defecto
- L : longitud total de la malla por la que se reparte la Id (m)
- D : longitud media de la retícula de la malla (0,3 m)
- h : profundidad a la que está enterrada la malla (0,8 m)

Aplicando los datos tenemos una tensión de contacto de 116,21V y una tensión de paso de 51,3 V.

Sección de los conductores

Para obtener la sección aplicaremos la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Id}{Densidad}$$

$$S = \frac{Id}{160}$$

Se obtiene una sección inferior a mm^2 por lo que según el reglamento de alta tensión se cogerá una sección 25 mm^2 que es la mínima establecida debido a que va enterrado bajo tierra.

2.8. PROTECCIÓN FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DE UN RAYO

Basándonos en la norma SU 8, que trata sobre la protección de las instalaciones contra la acción de un rayo, utilizaremos el dispositivo recomendado para protección contra tal fin.

Lo primero que tenemos que ver es el número o densidad de impactos que podemos tener en el lugar donde se va a instalar la subestación, como podemos ver en la figura siguiente, para proceder después a realizar cálculos.

Mapa de densidad de impactos sobre el terreno



Una vez calculado, procedemos a calcular el riesgo admisible, que lo podemos calcular de la siguiente manera:

$$Na = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} 10^{-3}$$

En donde:

C_2 = Coeficiente en función del tipo de construcción, según la tabla 1,2

C_3 = Coeficiente en función del contenido del edificio, según la tabla 1,3

C_4 = Coeficiente en función del uso del edificio, según la tabla 1,4

C_5 = Coeficiente en función de la necesidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, según la tabla 1,5

Tabla 1.2. Coeficiente para C₂

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3. Coeficiente para C₃

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4. Coeficiente para C₄

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5. Coeficiente para C₅

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Una vez calculado esto miramos el tipo de instalación que nos exige la norma, para calcular esto aplicamos la siguiente formula en la que al menos tendrá la eficiencia E.

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne}$$

En donde:

Na: es la determinación del riesgo admisible.

Ne: es la de terminación de la frecuencia de riesgo admisible.

Según este resultado tendremos que instalar un nivel de protección que nos indica la siguiente tabla:

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

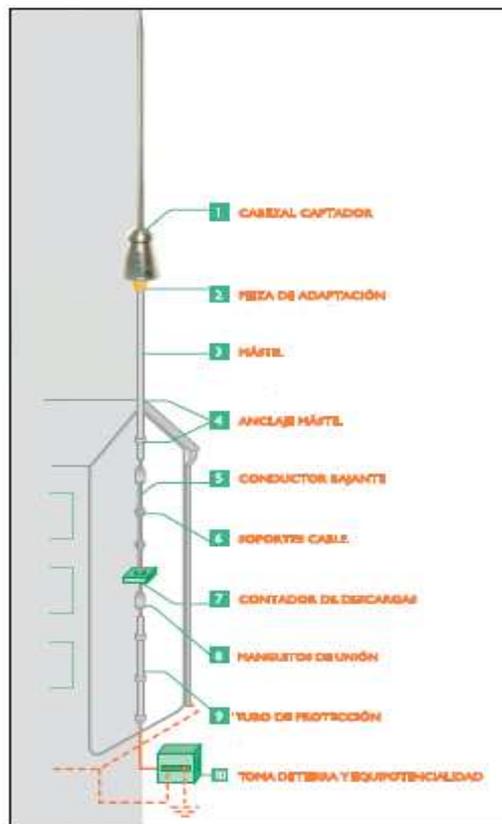
Una vez realizado todos los cálculos obtenemos una eficiencia requerida de $< 0,80$ por lo que el nivel de protección que debemos instalar es de nivel 4.

Después de calcular el nivel de protección que tenemos en nuestra instalación, tendremos que instalar un tipo de protección, utilizaremos el método mas moderno que son los pararrayos con dispositivo de cebado, formado por un cabezal que incorpora sistemas activos capaces de proteger grandes áreas y conducir de forma controlada la energía del rayo hacia tierra, la gran ventaja que tiene este método frente a los otros es el de proteger grandes áreas.

Para la instalación la sección mínima que podemos instalar según normativa es de 50 mm^2 , e instalaremos 3 sujeciones por metro para el conductor de bajada.

Se realizara una toma de tierra por cada bajada y el valor de dicha toma tiene que ser inferior a 10Ω .

La instalación del pararrayos se compone de las siguientes partes, como podemos ver en la figura:



Las partes más importantes son:

- El cabezal captador: que emiten impulsos de alta tensión que aseguran la formación anticipada del trazador ascendente, aumentando el radio de cobertura.
- Pieza de adaptación: permite acoplar el pararrayos al mástil garantizando la continuidad eléctrica del cabezal y el cable de bajada.

- Contador de descargas: indica los impactos del rayo recibidos por la instalación de protección.
- Toma de tierra: la resistencia que tendremos debe ser inferior a 10Ω .

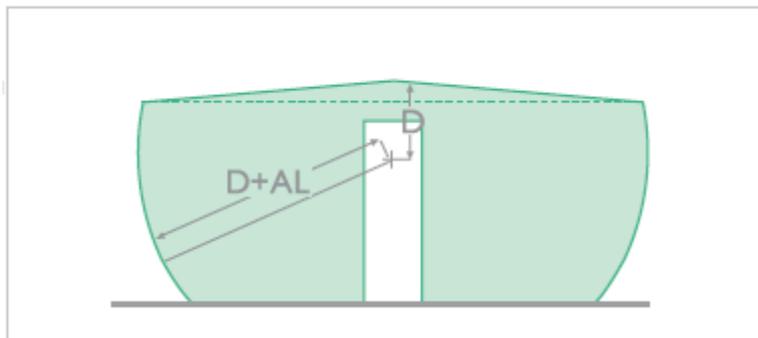
Dentro de este tipo de dispositivos seleccionaremos una que nos sirva para proteger toda la instalación, para ello nos basaremos en la siguiente:

a) bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es: $R=D+AL$ siendo R el radio de la esfera en m que define la zona protegida D distancia en m que figura en la tabla B.4 en función del nivel de protección AL distancia en m función del tiempo del avance en el cebado t del pararrayos en s. Se adoptará $AL=t$ para valores de t inferiores o iguales a 60 s, y $AL= 60m$ para valores de t superiores.

b) por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

Tiempo de avance en el cebado (Δt): "Ganancia media en el instante de cebado del trazador ascendente en el PDC. Este tiempo de avance en el cebado determina el radio de protección del pararrayos. Cuanto mayor sea su anticipación en la formación del trazador ascendente, mayor será la distancia a la que capture el trazador descendente, protegiendo un área mayor.

Volumen protegido pararrayos con cebado



Debido a que nuestro pararrayos se va a situar en mitad de la instalación cogemos uno que posea un mayor radio de protección dentro del nivel de protección requerido que es el 4 en nuestro caso.

AVANCE DE CEBADO (μs)	NIVEL	RADIO
27 μs	1	47
	2	57
	3	72
	4	87

Seleccionamos un pararrayos con un avance de cebado muy rápido con lo que el radio que tenemos es de 87 m con lo que nos cubre toda la instalación, la punta del pararrayos tendrá una distancia de 3 metros por encima de cualquier otra parte de la instalación.

El cable de cobre seleccionado será el exigido por la normativa por lo que será de 50 mm².

Según lo que recomienda la norma UNE 21186, para el control y revisión inmediata de una instalación después de un impacto de rayo, instalaremos un dispositivo para el contaje de impactos.

Cuando el pararrayos deriva a tierra un impacto de rayo, el contador detecta los niveles de energía despreciados por el rayo incrementando el valor de contaje, estos equipos no necesitan alimentación.

El equipo se instala en serie a la bajante, aproximadamente a unos 2 metros sobre el nivel del suelo. El cable bajante pasara por el interior del contador.

Debido a que a resistencia tiene que ser inferior a 10Ω , utilizaremos 3 picas de 2 m cada una, que se dispondrán en triangulo separadas entre ellas una distancia de 3 m.

Para la protección interna no se dispondrá ningún dispositivo debido a que en caso de rayo la ubicación del pararrayos lo atraerá evitando que la descarga de este se produzca a través de los cables de tensión evitando una sobretensión.

2.9. EDIFICIO SUBESTACIÓN

En el edificio de donde se controlara la subestación y donde se encontraran aseos y herramientas para posibles avería, se tendrá que calcular los circuitos eléctricos para alumbrado y tomas de corriente para diferentes usos. El edificio constara de 4 circuitos destinados a:

- C₁: destinado al alumbrado dentro del edificio.
- C₂: destinado a las tomas repartidas por el edificio exceptuando el baño.
- C₃: destinado exclusivamente a las tomas del baño.
- C₄: destinado para el alumbrado exterior de la subestación.

Una vez nombrado los circuitos realizamos los cálculos para saber la sección de los cables y los pías a utilizar:

- Circuito C₁:

Estará compuesta por 15 tomas de alumbrado dispuestas 4 en la sala de mando, 2 en baño, 3 en cambiador, 1 sala ordenadores, 1 grupo electrógeno y otras 3 en sala de recambios.

Donde:

- Potencia toma :200 W
- Longitud: 20 m
- C.d.t para 230 V: 6,9 V
- $\Theta : 48 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}}$

$$\text{Potencia} = \text{potencia toma} \cdot \text{Factor simultaneidad} \cdot \text{Factor utilizacion}$$

$$Potencia = 2800 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 1.125 \text{ W}$$

$$I = \frac{200}{230} = 0,869 \text{ A}$$

$$I_c = 12 \cdot 0,869 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 4,88 \text{ A}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\theta \cdot \rho \cdot U}$$

$$S = \frac{2 \cdot 20 \cdot 2800}{48 \cdot 6,9 \cdot 230} < 1,5 \text{ mm}^2$$

Según el reglamento de baja tensión en la ITC.BT. 25 la sección mínima que se cogera para el circuito de alumbrado es de 1,5 mm².

La sección de 1,5 mm² soporta una intensidad de 15, A por lo que el Pia que utilizaremos será el 10 A.

Para la instalación de este circuito utilizaremos un tubo corrugado de 16 mm.

➤ Circuito C₂:

Estará compuesta por 7 tomas de corriente dispuestas 4 en la sala de mando, 1 en baño ,1 en cambiador y otro en sala de recambios.

Donde:

- Potencia toma :3.450 W
- Longitud: 25 m
- C.d.t para 230 V: 6,9 V
- θ :48 $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}}$

$$Potencia = potencia\ toma \cdot \text{Factor simultaneidad} \cdot \text{Factor utilizacion}$$

$$Potencia = 24150 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 1.207,5 \text{ W}$$

$$I = \frac{3.450}{230} = 15 \text{ A}$$

$$I_c = 7 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 5,25 \text{ A}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\theta \cdot \rho \cdot U}$$

$$S = \frac{2 \cdot 25 \cdot 1207,5}{48 \cdot 6,9 \cdot 230} < 2,5 \text{ mm}^2$$

Según el reglamento de baja tensión en la ITC.BT. 25 la sección mínima que se cogerá para el circuito de tomas de potencia de uso general es de 2,5 mm²

La sección de 2,5 mm² soporta una intensidad de 18,5, A por lo que el Pia que utilizaremos será el 16 A

Para la instalación de este circuito utilizaremos un tubo corrugado de 20 mm.

➤ Circuito C₃:

Estará compuesta por 2 tomas de corriente que se encuentran en el baño:

Donde:

- Potencia toma :3.450 W
- Longitud: 25 m
- C.d.t para 230 V: 6,9 V
- $\Theta : 48 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}}$

Potencia = potencia toma · Factor simultaneidad · Factor utilizacion

$$Potencia = 6900 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 1.380 \text{ W}$$

$$I = \frac{3.450}{230} = 15 \text{ A}$$

$$I_c = 2 \cdot 15 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 6 \text{ A}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\Theta \cdot \rho \cdot U}$$

$$S = \frac{2 \cdot 15 \cdot 1380}{48 \cdot 6,9 \cdot 230} < 2,5 \text{ mm}^2$$

Según el reglamento de baja tensión en la ITC.BT. 25 la sección mínima que se cogerá para el circuito de tomas de potencia de uso general es de 2,5 mm²

La sección de 2,5 mm² soporta una intensidad de 18,5, A por lo que el Pia que utilizaremos será el 16 A

Para la instalación de este circuito utilizaremos un tubo corrugado de 16 mm.

➤ Circuito C₄:

Estará compuesta por 6 lámparas de alumbrado para el exterior de vapor de sodio a alta presión. Cogemos este tipo de lámparas debido a que poseen una larga duración y son las más utilizadas para el alumbrado público.

Donde:

- Potencia toma :250 W
- Longitud: 50 m
- C.d.t para 230 V: 6,9 V
- Θ :48 $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}}$
- F.d.p: 0,9

$$\text{Potencia} = \text{potencia toma} \cdot \text{Factor simultaneidad} \cdot \text{Factor utilizacion}$$

$$\text{Potencia} = 1,8 \cdot 6 \cdot 250 \cdot 0,9 = 2430\text{W}$$

$$I = \frac{2430}{230 \cdot 0,9} = 11.73 \text{ A}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\Theta \cdot \rho \cdot U}$$

$$S = \frac{2 \cdot 50 \cdot 2430}{48 \cdot 6,9 \cdot 230} < 4 \text{ mm}^2$$

Según el reglamento de baja tensión en la ITC.BT. 25 la sección mínima que se cogerá para el circuito de alumbrado es de 1.5 mm² pero la sección calcula supera esa sección por lo que la sección que cogemos será de de 4 mm².

La sección de 4 mm² soporta una intensidad de 24, A por lo que el Pia que utilizaremos será el 30 A

Para la instalación de este circuito utilizaremos un tubo corrugado de 20 mm.

Para la acometida, según cálculos, se utilizara un cable de 25 mm² de sección.

2.10. CIMENTACIÓN AEROGENERADORES

El fabricante de los aerogeneradores proporciona las medidas que tiene que poseer la cimentación con el fin de soportar los diferentes esfuerzos producidos como consecuencia del viento y del funcionamiento del aerogenerador.

El cálculo hecho por el fabricante se ha realizado para la combinación de cargas más adversas desde el punto de vista de la cimentación, que es, máximo momento de vuelco y máximo esfuerzo horizontal. También ha tenido en cuenta el tipo de terreno con el objetivo de calcular las tensiones sobre este.

Basándonos en los datos del fabricante de los aerogeneradores, estos, estarán cimentados en una zapata cuadrada de 14,5 m x 14,5 m y 1,5 m de esquina, sobre la cual se construirá un pedestal macizo de hormigón de 0,5 m y planta circular de 4,038 m de diámetro.

Una vez hecha la excavación para las cimentaciones con las dimensiones adecuadas, se procederá al vertido de una solera, hormigón de limpieza, en un grosor mínimo de 0,10 m por m². encima se coloca la armadura de acero y encofrado y después se echara el hormigón mediante bombeo y vibrado.



En el pedestal se dispondrán los pernos de anclaje, atornillados a la torre mediante un a brida interior, de forma que transmitan los esfuerzos de la torre a la zapata.

El acceso de los cables al interior de la torre se realiza mediante unos tubos de PVC en terrados en la peana del hormigón. También se al colocado tubos de desagüe para evitar que se formen charcos de agua en el interior de la torre.

La unión entre las distintas partes de la torre del aerogenerador se unen mediante anillos de unión, que irán atornilladas a las dos partes correspondientes.



ANEXO 3: ESTUDIO ECONOMICO

1. INGRESOS Y COSTES DEL PARQUE EÓLICO

A la hora de la realización de una obra de grandes dimensiones y debido a que supone un desembolso de dinero cuantioso para la empresa constructora, resulta de gran interés para la dicha empresa conocer si los beneficios esperados de una inversión compensan a los costes derivados de la misma.

Para ello es necesario realizar un estudio económico de rentabilidad, que permita establecer si la inversión es o no rentable, y en qué cuantía.

Haciendo un resumen de los costes e ingresos que se tienen en cuenta, se pueden indicar los siguientes:

1.1 INGRESOS

Ingresos propios de la explotación del parque.

2. COSTES

a. Costes de inversión:

- Elaboración del proyecto.
- Construcción e instalación.

b. Costes de explotación

- Alquiler de terrenos.
- Operación y mantenimiento.
- Gestión y administración.
- Seguros e impuestos.

Los costes de inversión se denominan al trabajo de ingeniería, obra civil, estudio eólico y demás infraestructuras. A parte de los costes de inversión se producen unos costes de explotación que tiene todos los parques a lo largo de su vida útil que ronda los 20 años, los costes de explotación de este parque, en euros/año, se estima que pueden estar alrededor de:

Alquiler de los terrenos	41.500 €
Mantenimiento y operaciones	152.248 €
Gestión y administración	38.622 €
Seguros e impuestos	50.120 €

Estos gastos suponen un total de.....282.490 €

Esta estimación sobre los gastos de explotación supone que la operación y el mantenimiento del parque eólico es desarrollada por el mismo promotor, supuestamente independiente, contratando personal propio para llevarlo a cabo.

Existen, no obstante, otras opciones como subcontratar la O + M al fabricante de los aerogeneradores o alguna empresa especializada del sector, o aprovechar las sinergias de la sociedad promotora en el caso de pertenecer a un grupo empresarial, asignando personal de mantenimiento del grupo a la O + M de la planta eólica. En este último caso los gastos de explotación serían inferiores, ya que se repercutirían los gastos de personal entre las diversas actividades de las distintas empresas.

Los gastos de explotación calculados son los valores medios a lo largo de la vida operativa de la instalación y ha sido considerada la garantía inicial ofertada por el fabricante. Estas condiciones dependen de la negociación llevada a cabo por las partes intervinientes en el contrato de compra-venta.

Se pueden desglosar los costes de explotación de la siguiente manera:

- Terrenos (alquiler)..... 16 %
- O + M (operación y mantenimiento)..... 57 %
- Gestión y administración..... 13 %
- Seguros e impuestos..... 14 %

Se puede realizar una previsión temporal de los costes de explotación. Los costes de gestión y administración (contratación de jefe de planta que será a la vez gerente y director técnico, y un administrador; y los gastos de electricidad, teléfono, viajes...) e impuestos (de actividad y otros o tasas locales) se supone que siguen la evolución del IPC, aproximadamente un incremento medio anual de un 2 %.

El alquiler de los terrenos sobre los que esta asienta la planta eólica normalmente toma como referencia la tarifa eléctrica, es decir los ingresos del parque como instalación productora de energía eléctrica y su variación se hace en función de esta. Se supone de forma conservadora que la tarifa eléctrica no varía a lo largo de la vida del plan.

Para el capítulo de O + M se supone que seguirán la evolución del IPC. Dentro de este capítulo, para los aerogeneradores se prevé unos costos de personal y combustible que si seguirán la evolución del IPC, es decir un incremento del 2 %, pero respecto a los repuestos se prevé una tendencia de disminución anual del 3 %, ya que se tiene en cuenta que cada vez serán aplicadas con mayor profusión técnicas de mantenimiento predictivo y que la instalación estará prácticamente automatizada. Esta disminución es compensada con el aumento del resto de los costes de explotación considerándose prácticamente constantes los gastos de explotación durante el periodo de vigencia.

Concluyendo, para este parque tipo de 12 MW se cifra un coste de inversión inicial de 7.034.371,81€ y un coste de explotación de 282.490 €/año; suponiendo un precio medio anual de 0,065 €/kWh de venta de energía.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Datos:

Potencia (MW):.....	12
Producción media anual (GWh/año).....	28,861
Vida útil de las instalaciones (años).....	20
Año de la inversión.....	2010
Año de entrada en explotación.....	2011
Inversión (€).....	7.011.470,61
Precio de venta de la energía (€/kWh).....	0,065
Costes de explotación (€/año).....	282.490
Inflación (%).....	2
Periodo de amortización fiscal (años).....	20
Tasa de descuento real (%).....	3,5
Tasa de descuento aparente (%).....	5,6

En primer lugar, se supone que el año 0, o año de arranque de la obra, únicamente se van a tener costes de inversión y ningún ingreso, pues no se va a explotar el parque eólico. Por lo tanto, el año 0 será un año que tendrá exclusivamente costes.

Para los años sucesivos, en los que se van a tener ingresos y costes, se hace necesario establecer una forma de ir actualizando los mismos, en función de las previsiones que se han tenido en cuenta en relación con el IPC.

Consideraciones:

- No se supone incremento anual del precio del kWh.
- Los gastos por impuestos como IVA o de sociedades están incluidos en los costes de explotación.
- Se acomete la inversión con un 100 % de de fondos propios.

En la siguiente tabla se muestran los flujos de caja generados anualmente:

	Año 0	Año 1 y sucesivos hasta 20 años mas
INVERSION (€/año)	7.011.470,61	0
Ingresos producción (€/año)	0	1.875.965
TOTAL INGRESOS (€/año)	0	1.875.965
Costes(€/año)	0	282.490
Amortización (€/año)	0	350.573.53
TOTAL COSTES (€/año)	0	633.063,53
BENEFICIO (€/año)	0	1.242.901,47
Flujo de caja (€/año)	-7.011.470,61	1.242.901,47

Amortización = INVERSIÓN / vida útil de explotación
 BENEFICIOS = TOTAL INGRESOS – TOTAL COSTES

Una vez, hecho esto, se calculan los indicadores de rentabilidad más importantes, que en este caso y dada la naturaleza de la inversión son:

- PRC: Período de Retorno del Capital, indica el tiempo en el que la inversión es de vuelta al inversor.

$$PRC = INVERSION/Flujo de caja$$

El periodo de retorno del capital ronda los 6 años, lo que indica que la inversión se recupera en un plazo no relativamente largo, teniendo en cuenta que la inversión inicial es muy fuerte y por tanto que es una inversión interesante.

- VAN: Valor Actualizado Neto, indica el valor actualizado de todos los flujos de caja esperados a lo largo de la vida del proyecto.

$$VAN = -INVERSION + \frac{Flujo\ de\ caja\ 1}{(1+r)} + \dots + \frac{Flujo\ de\ caja\ n}{(1+r)^n}$$

El VAN calculado para una tasa de descuento del 3,5%, nos da unas ganancias a lo largo de la vida del parque de 11.390.876,4 €.

En conclusión, se puede indicar, que pese a que la inversión inicial es muy fuerte y puede ser motivo de desinterés, es una inversión económicamente muy rentable, requiriendo un sólido respaldo capitalista. Esto justifica que sólo importantes empresas puedan entrar en este segmento de negocio.

DOCUMENTO N° 2:

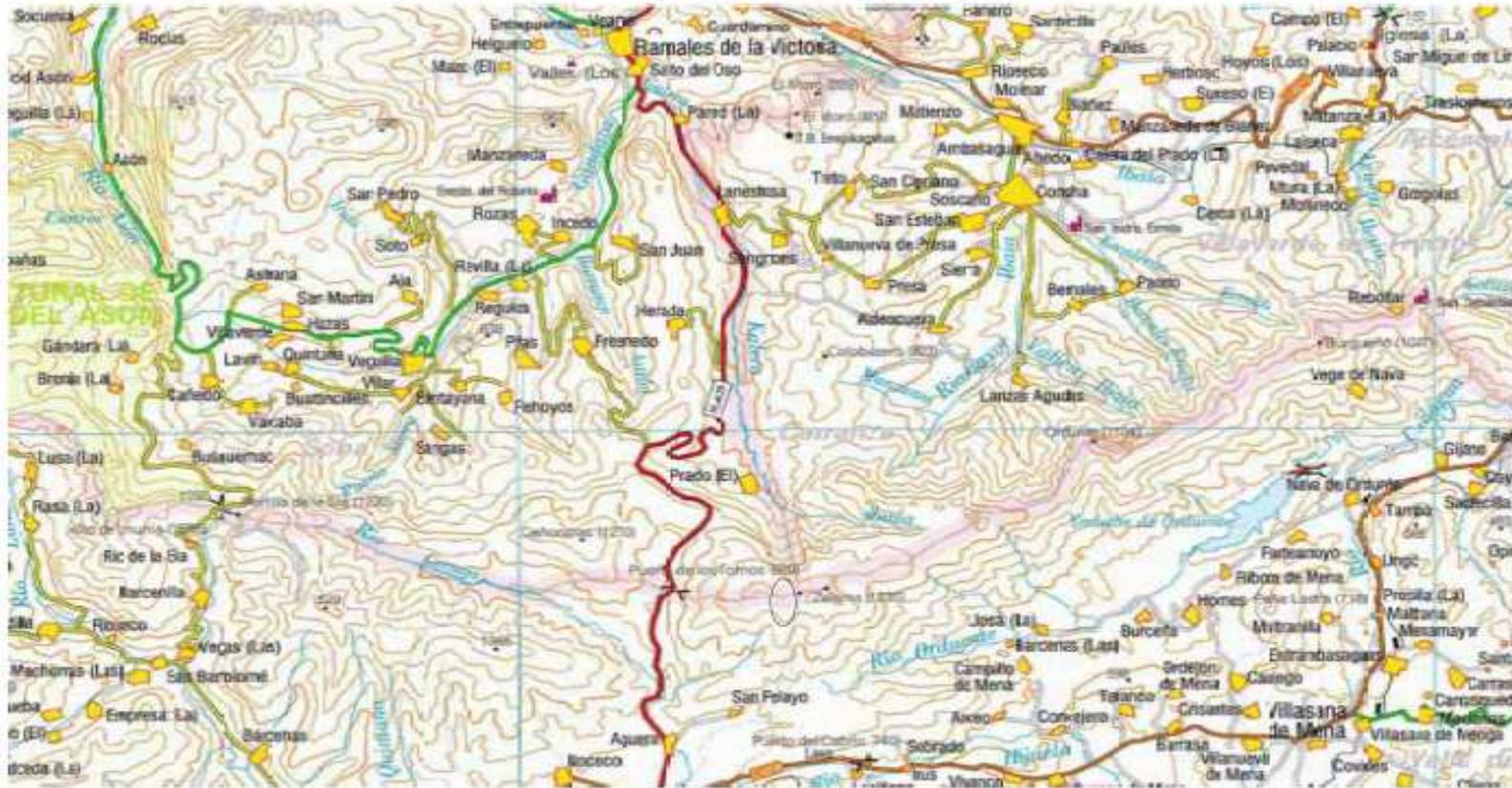
PLANOS

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

INDICE

1. PLANO 1: SITUACIÓN GENERAL
2. PLANO 2: SITUACION AEROGENERADORES
3. PLANO 3: PLANTA Y PERFIL SUBESTACIÓN
4. PLANO 4: TORRE Y CIMENTACIÓN AEROGENERADOR
5. PLANO 5: MECANICA AEROGENERADOR
6. PLANO 6: RED DE TIERRAS
7. PLANO 7: CASETA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL
8. PLANO 8: ESQUEMA UNIFILAR CELDAS DE MT
9. PLANO 9: ESQUEMA UNIFILAR PARQUE MT-AT
10. PLANO 10: ESQUEMA UNIFILAR EDIFICIO DEL PARQUE
11. PLANO 11: ZANJA CONDUCTORES ENTERRADOS
12. PLANO 12: DETALLE CONDUCTOR SUBTERRANEO
13. PLANO 13: DETALLE AUTOVALVULA 20 kV
14. PLANO 14: DETALLE AUTOVALVULA 55 kV
15. PLANO 15: PLANO SUBESTACION EN 3D
16. PLANO 16: DETALLE SUBESTACION EN 3D

Parque eólico “Monte Zalama”



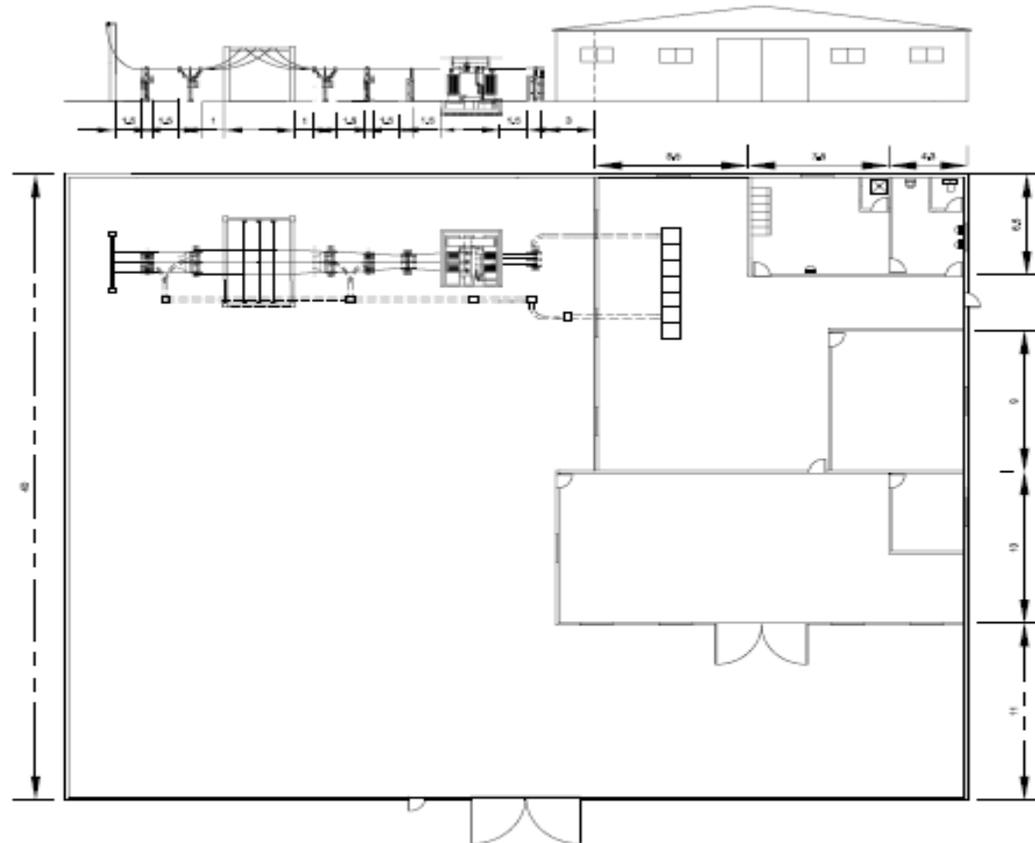
	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G		
Comprobado		Tribuna		
Norma	UNE - EN - ISO			
Escala	1 : 5000			Situación general
				Numero de Plano
				1
				Elaborado por
				Sustituido por

Parque eólico "Monte Zalama"



	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado		R. C. G.		Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Comprobado		Tribunal		
Moneda	LME - EN - ISO			
Escala 1 : 400	Sistema aerogenerador			Numero de Plano 2
				Sustituye a:
				Sustituye por:

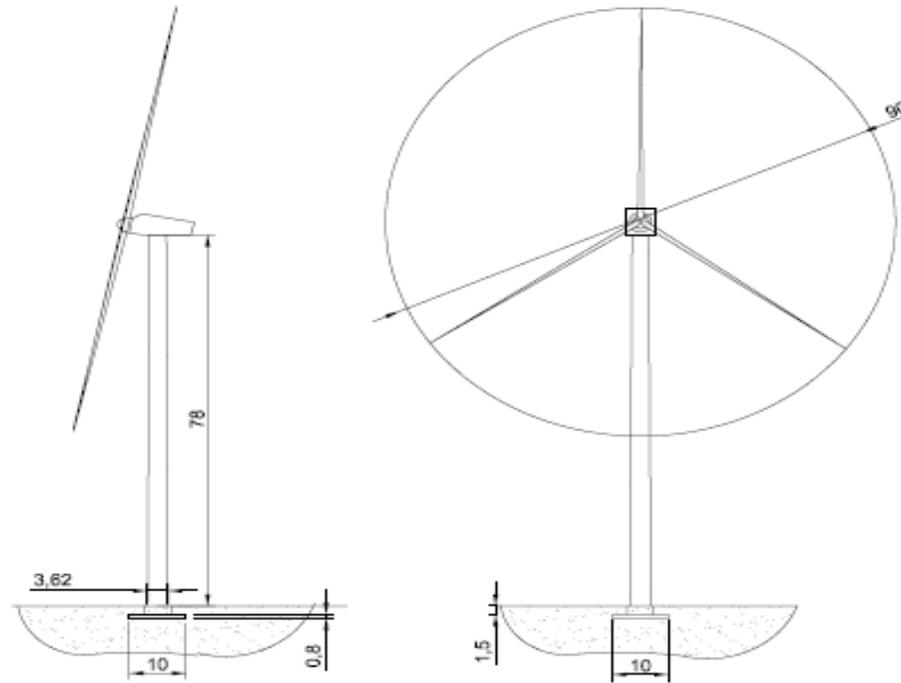
Parque eólico "Monte Zalama"



Cotas en metros

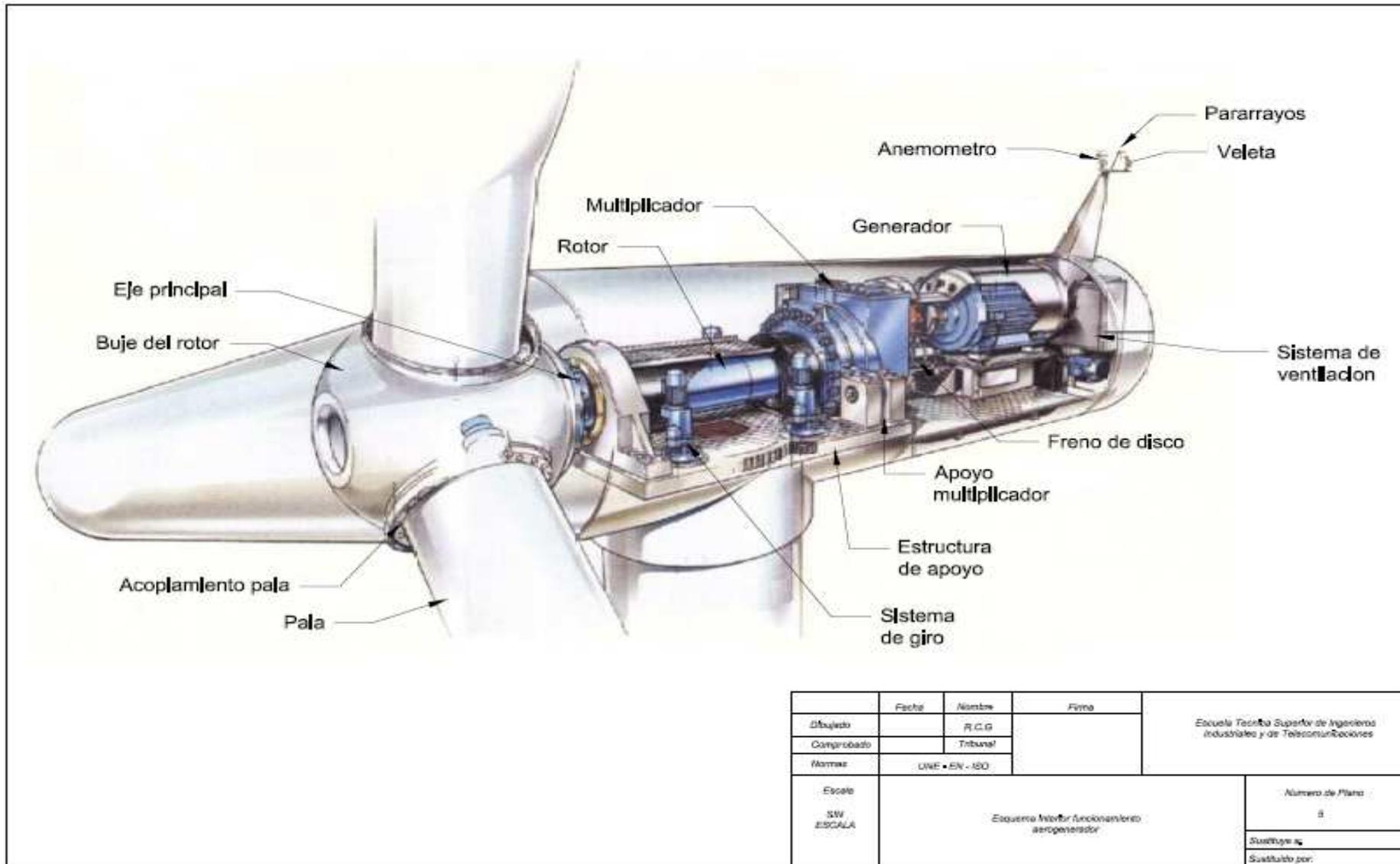
	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G		
Comprobado		Tribunal		
Normas	UNE • EN - ISO			
Escala	Planta y perfil subestación			Numero de Plano
1 : 250				3
				Sustituye a:
				Sustituido por:

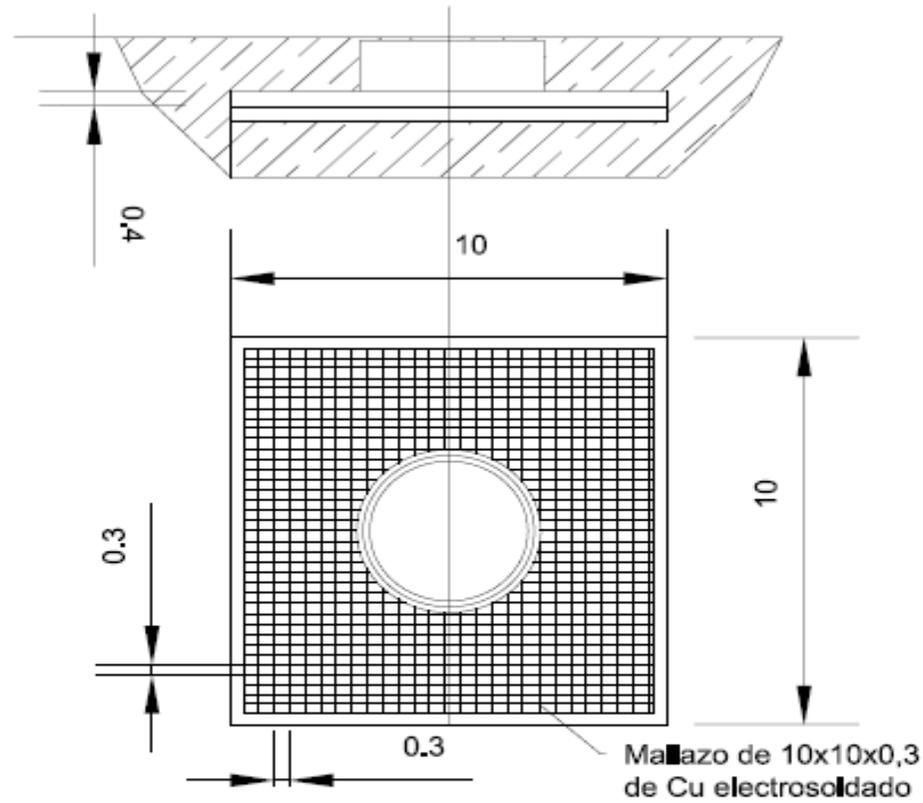
Parque eólico "Monte Zalama"



Cotas en metros

	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G.		
Comprobado		Tribunal		
Normas	UNE • EN - ISO			
Escala	Torne y orientación aerogenerador			Numero de Plano
1 : 250				4
				Sustituye a:
				Sustituido por:

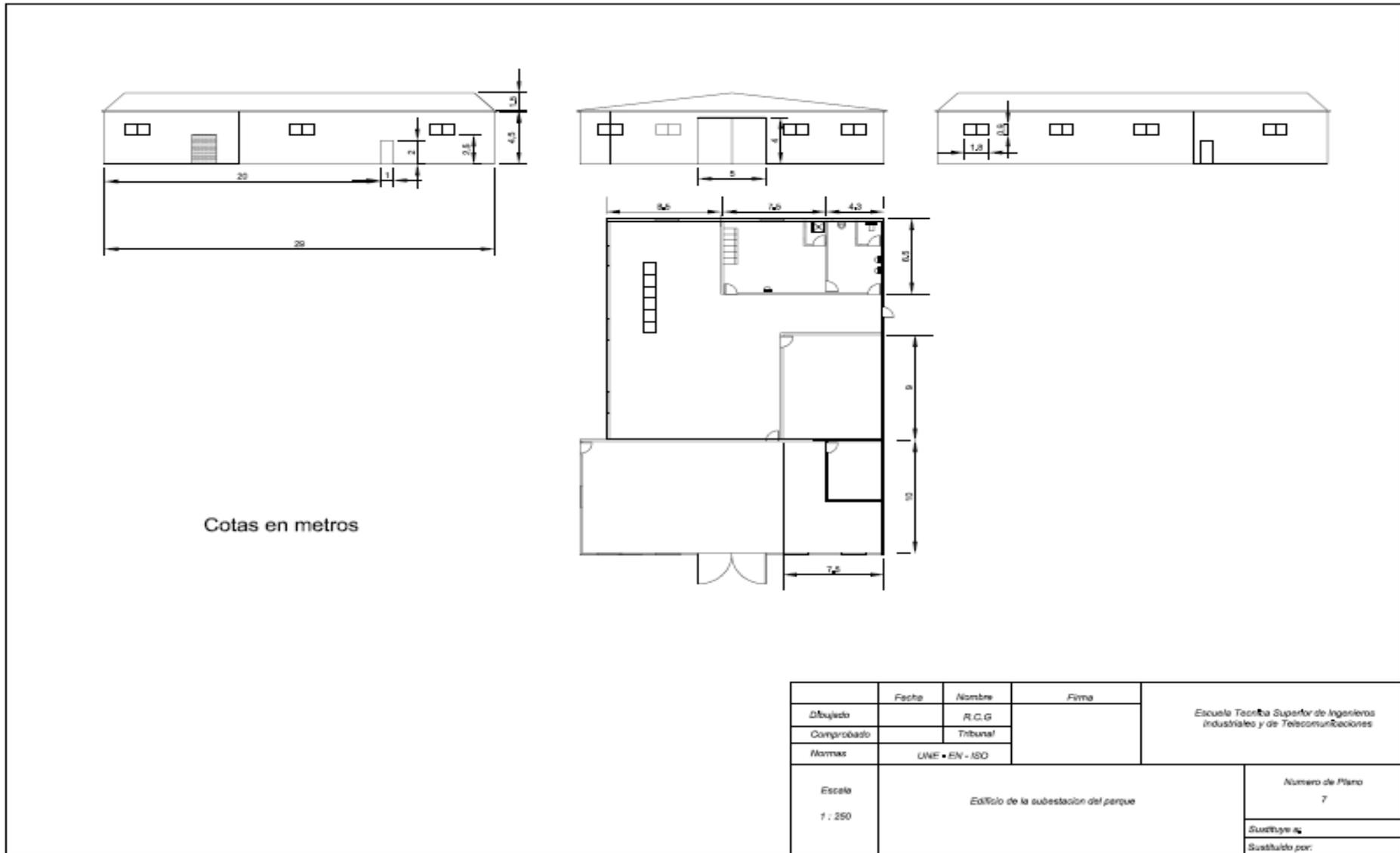




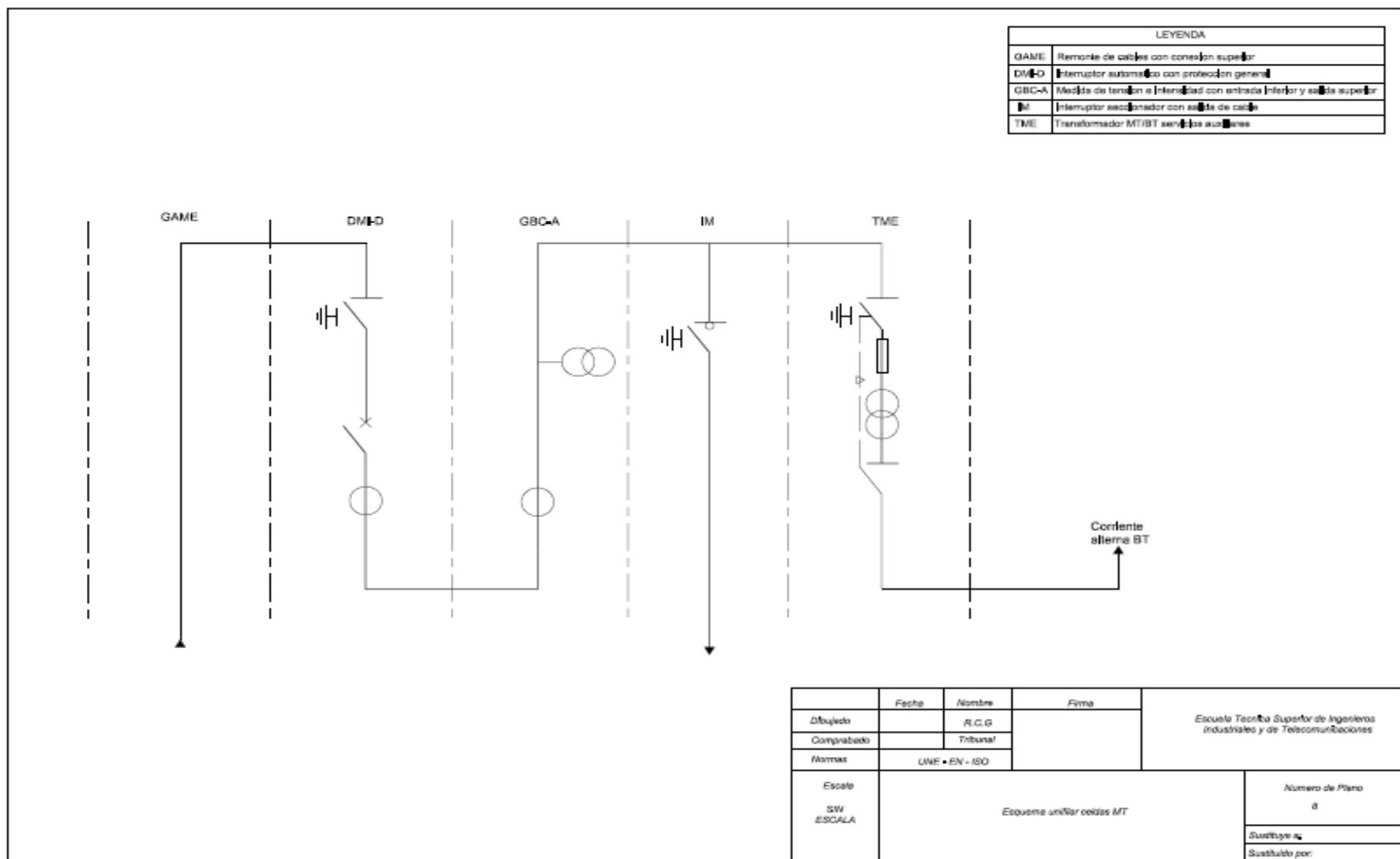
Cotas en metros

	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G		
Comprobado		Tribuna!		
Normas	UNE • EN - ISO			
Escala	Red de Bomas			Numero de Plano 6
1 : 100				Sustituye a:
				Sustituido por:

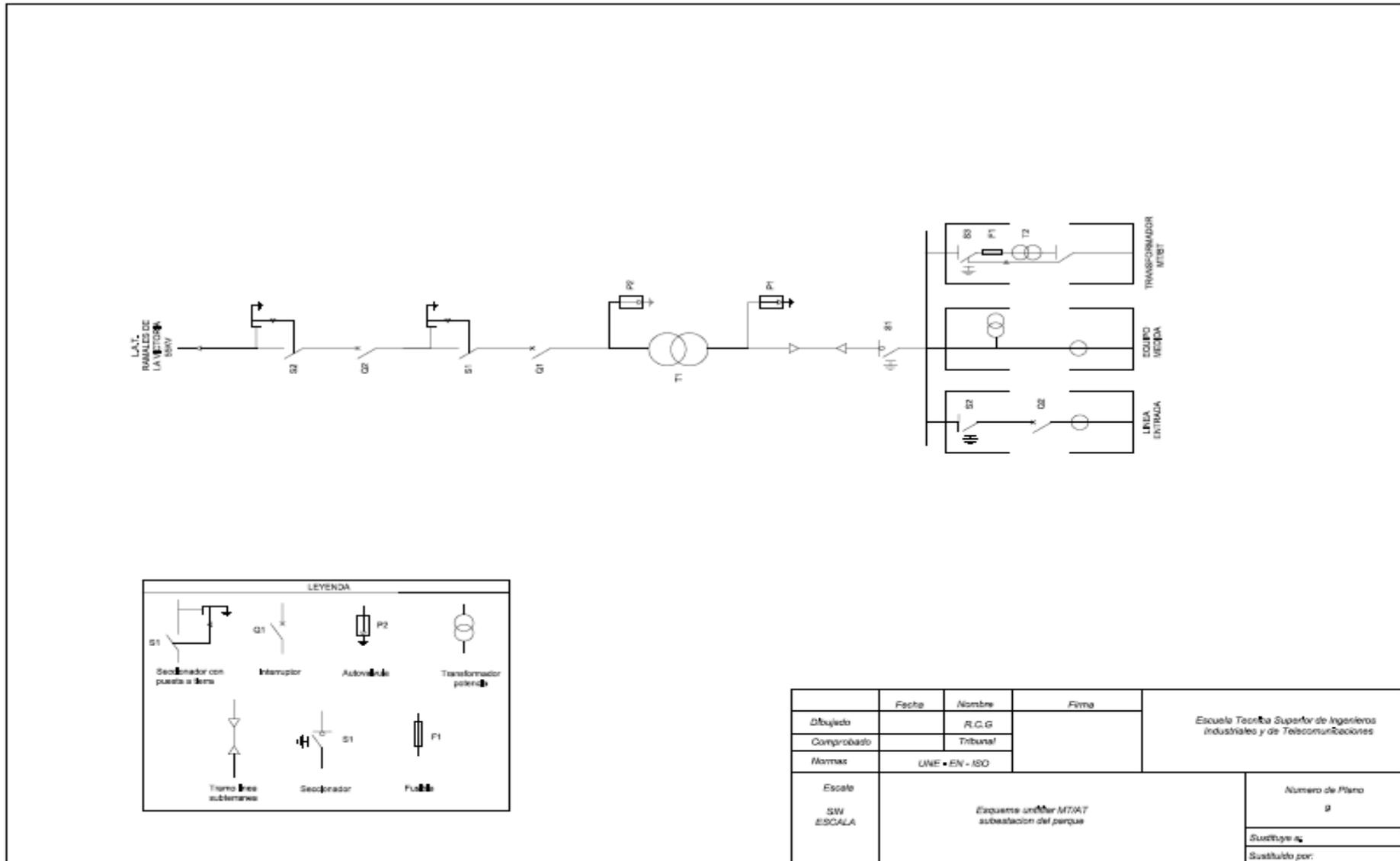
Parque eólico "Monte Zalama"



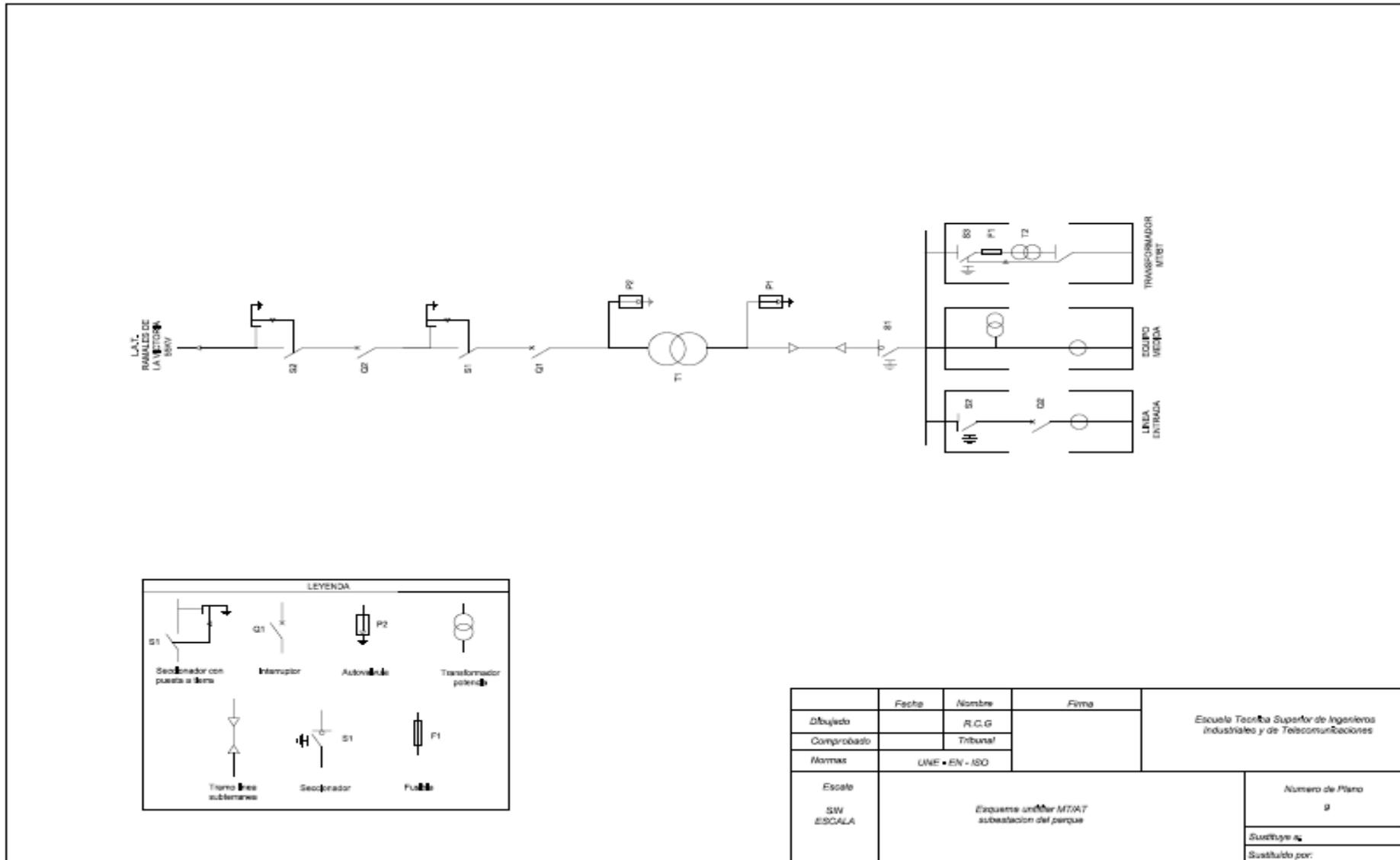
Parque eólico "Monte Zalama"

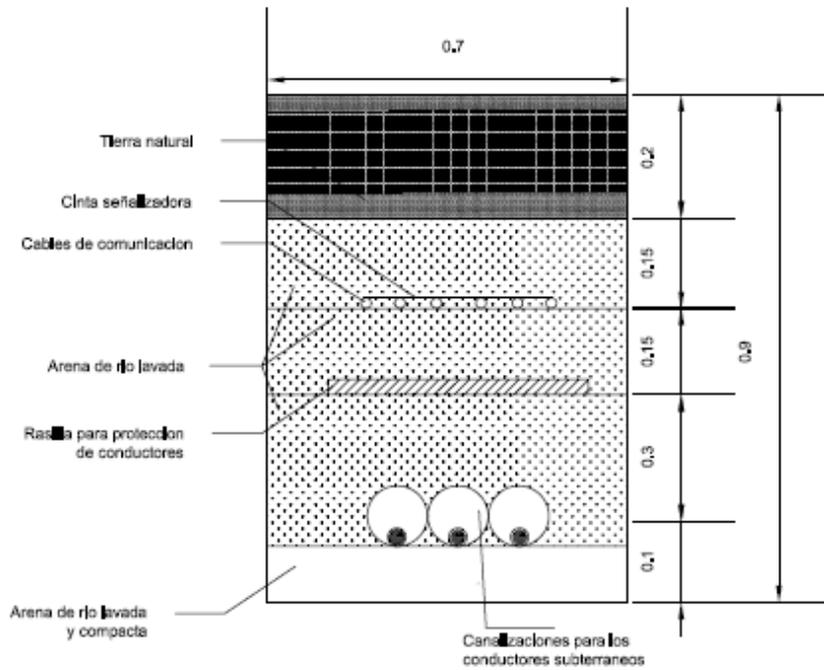


Parque eólico "Monte Zalama"



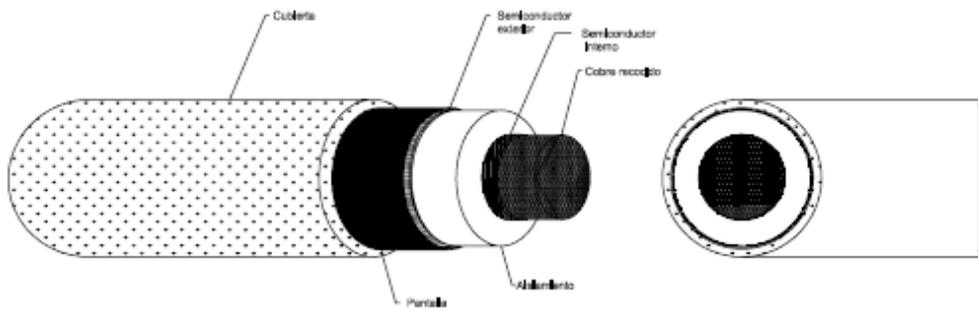
Parque eólico "Monte Zalama"



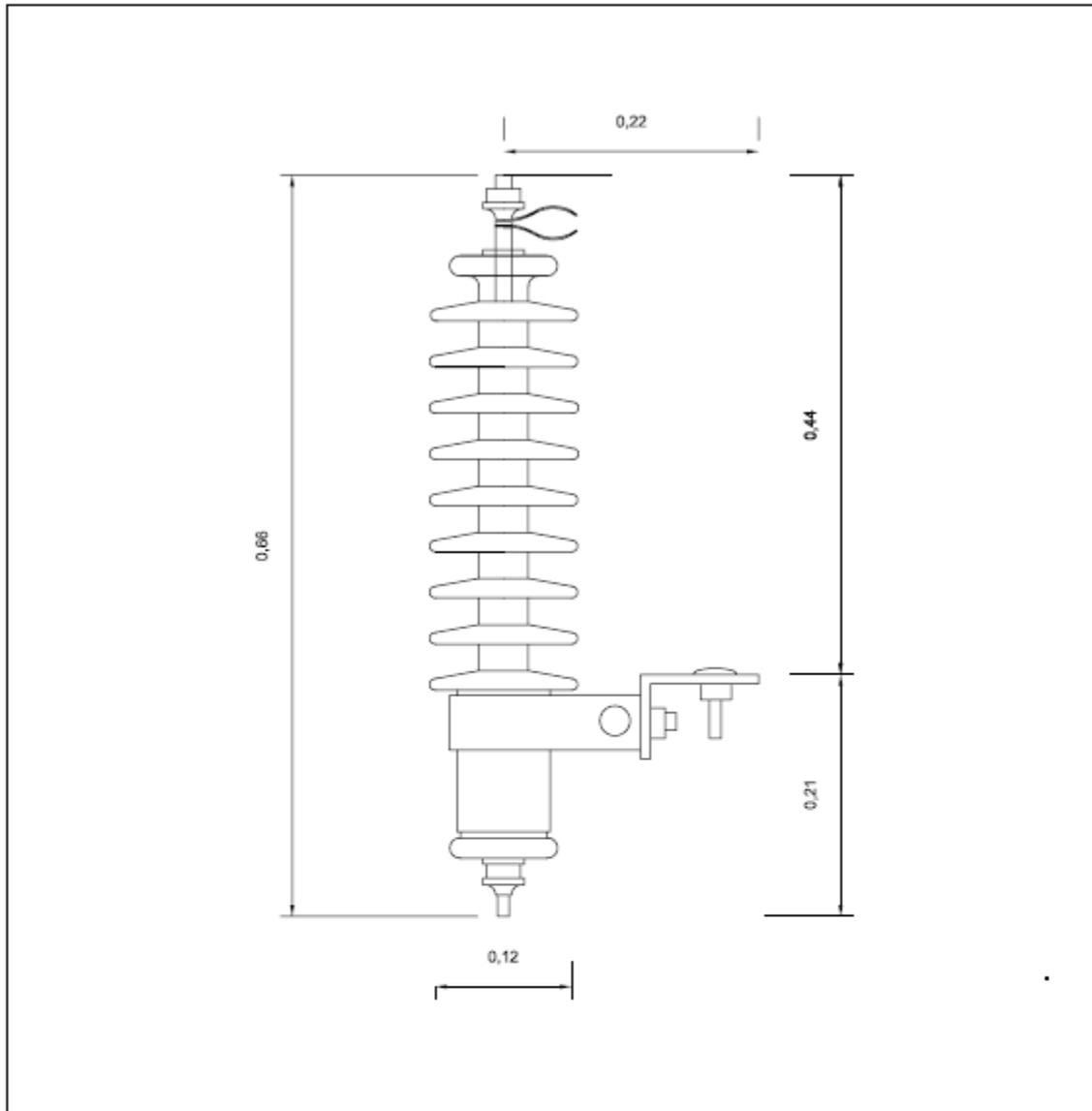


Cotas en metros

	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G		
Comprobado		Tribunal		
Normas	UNE - EN - ISO			
Escale	zanja para conductores enterrados bajo tubo			Numero de Plano 11
1 : 10				Sustituye a:
				Sustituido por:

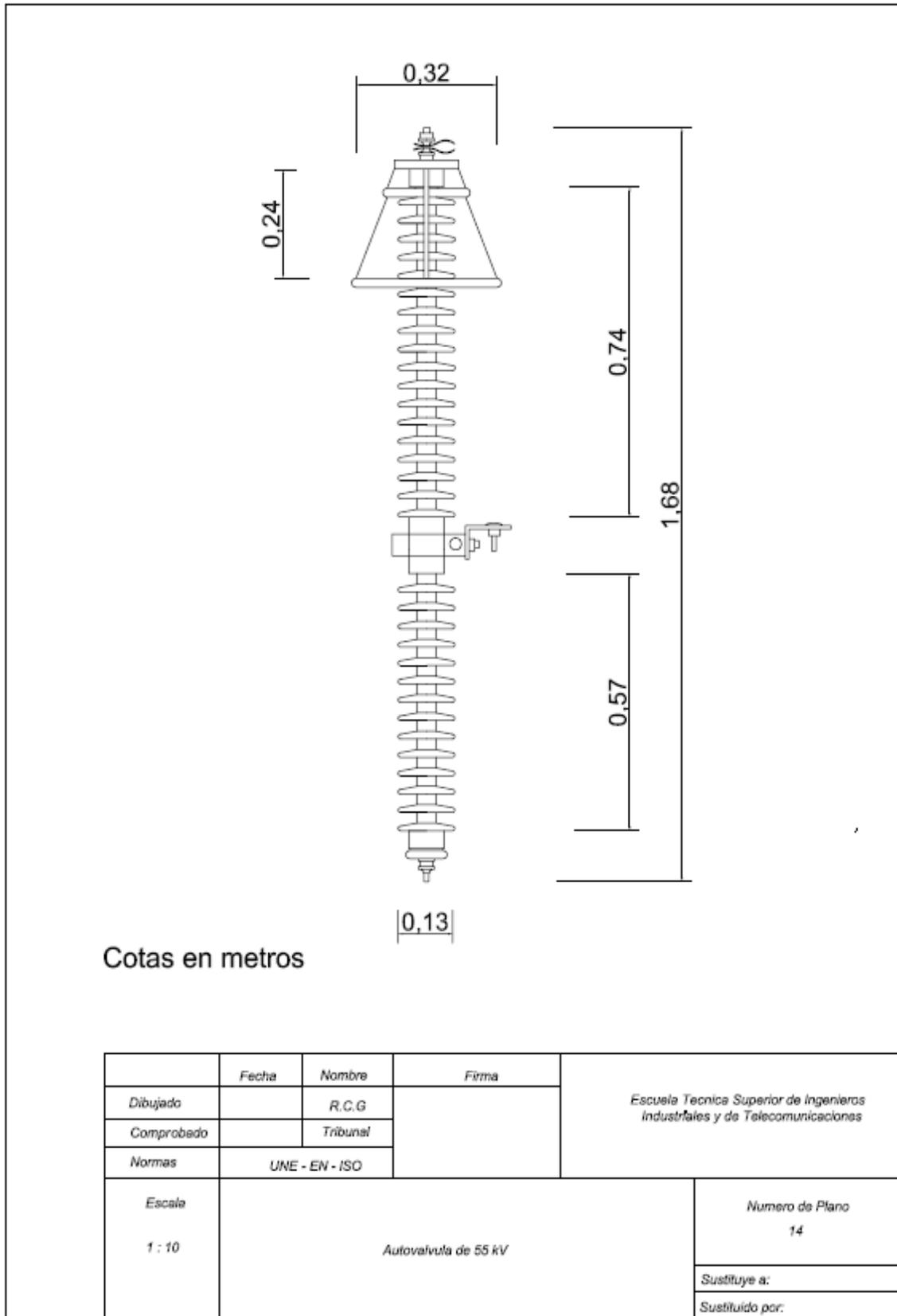


	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G		
Comprabado		Tribunal		
Normas	UNE - EN - ISO			
Escala sin escala	Detalle conductor subterráneo			Numero de Plano 12
				Sustituye a:
				sustituido por:

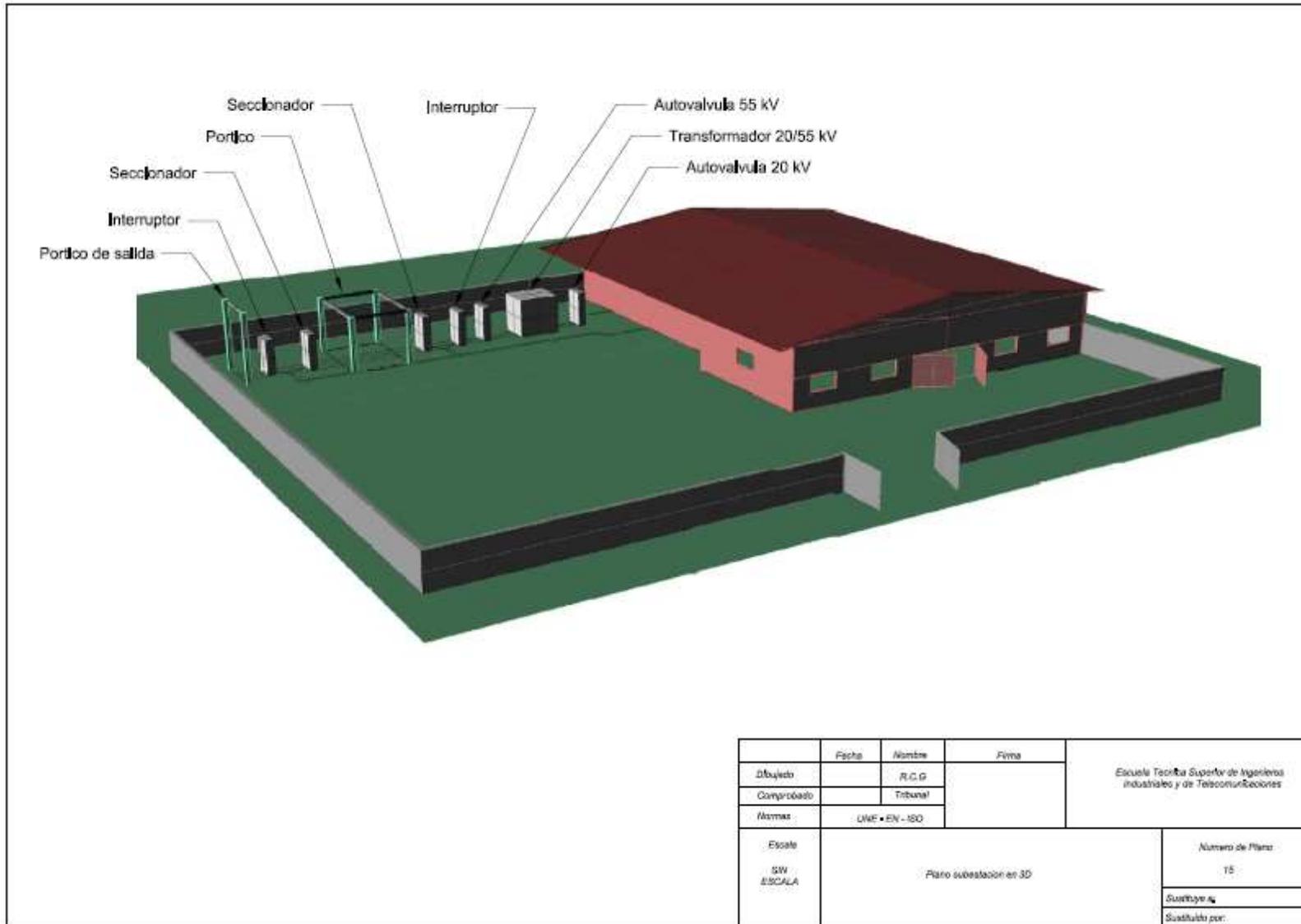


Cotas en metros

	Fecha	Nombre	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones
Dibujado		R.C.G		
Comprobado		Tribunal		
Normas	UNE - EN - ISO			
Escala	Autovalvula de 20 kV			Numero de Plano 13
1 : 10				Sustituye a:
				Sustituido por:



Parque eólico "Monte Zalama"



DOCUMENTO N° 3:

PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

1. GENERALIDADES

- 1.1. Objeto
- 1.2. Contenido del pliego de condiciones
- 1.3. Disposiciones generales

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. Introducción

2.2. Subestación transformadora

- 2.2.1. Parque de 55 kV
- 2.2.2. Parque de 20 kV
- 2.2.3. Líneas subterráneas distribución
 - 2.2.3.1. Datos generales
 - 2.2.3.2. Canalizaciones
 - 2.2.3.3. Conductores

2.2.4 torres aerogeneradoras

- 2.2.4.1. Tipo de turbina y descripción
- 2.2.4.2. Rotor
- 2.2.4.3. Sistema de transformación
- 2.2.4.4. Sistema de frenado
- 2.2.4.5. Sistema de orientación
- 2.2.4.6. Gondola
- 2.2.4.7. Torre

2.2.5. Centro de transformación de la torre

2.2.5.1. Introducción

2.2.5.2. Características nominales

2.2.5.3. Transformador

2.2.5.4. Cimentación

3. ADQUISICION DE MAQUINARIA Y MATERIAL

3.1. Origen de los materiales

3.2. Canteras, graveras y préstamos para rellenos o terraplenes

3.3. Calidad de los materiales

4. NORMAS INSTALACION, TRANSPORTE Y CALIDAD

4.1. Normas y reglamentación

4.2. Montaje instalación

4.3. Transporte material

4.4. Control de calidad

4.4.1. Planes de control de calidad

4.4.2. Costos del sistema de control de calidad

4.4.3. Nivel de control de calidad

4.4.4. Control de calidad por parte de la Dirección de Obra

5. EJECUCION DE OBRA GENERALIDADES

5.1 Condiciones generales

5.1.1. Dirección

5.1.2. Organización y representación del Contratista

5.1.3. Documentación a entregar al Contratista

5.1.4. Permisos y licencias

5.1.5. Documentos de la obra

5.1.5.1. Planos

5.1.5.2. Interpretación de la documentación técnica

5.1.6. Replanteo

5.1.6.1. Acta de comprobación del replanteo previo. Autorización para iniciar las obras

5.1.6.2. Responsabilidad de la comprobación del replanteo previo

5.1.7. Cuidado y señalización de la obra

5.1.8. Pruebas

5.1.9. Oficinas de la Dirección de Obra

5.2. Plazos de ejecución

5.2.1. Programación de actividades

5.2.2. Fecha de iniciación de las obras

5.3. Aspectos afectados por las obras

5.3.1. Permisos y licencias

5.3.2. Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos

5.3.3. Ocupación, vallado de terrenos y accesos provisionales a Propiedades

5.4. Escombreras, productos de préstamos y alquiler de canteras

5.5. Acceso a obras

5.5.1. Construcción de accesos

5.5.2. Conservación de caminos de acceso

5.5.3. Ocupación temporal de terrenos para la construcción de caminos de acceso a las obras

5.6. Seguridad de la obra

5.6.1. Seguridad pública

5.6.2. Señalización y balizamiento de las obras e instalaciones

5.7. Excavaciones

5.7.1. Estanquidad de excavaciones

5.8. Rellenos

5.8.1. Rellenos con material filtrante

5.8.2. Relleno de zanjas para cables eléctricos

5.9. Materiales básicos

5.9.1. Cemento

5.9.2. Agua

5.9.3. Áridos

5.9.4. Aditivos

5.9.5. Morteros

5.10. Obras subterráneas

5.11. Reposición de servicios, estructuras e instalaciones

5.12. Control de ruido y de las vibraciones del terreno

5.13. Mediciones

5.14. Certificaciones

6. COSTE DE OBRAS

6.1. Precios unitarios

6.2. Partidas alzadas

6.3. Abono de obras no previstas

6.4. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

6.5. Abono de materiales acopiados, equipos e instalaciones

6.6. Revisión de precios

7. RECEPCION Y LIQUIDACIÓN DE OBRAS

- 7.1. Proyecto de liquidación provisional
- 7.2. Acta de terminación de los trabajos y recepción provisional de las obras
- 7.3. Periodo de garantía, responsabilidad del contratista
- 7.4. Recepción y liquidación definitiva de las obras

1. GENERALIDADES

1.1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones es determinar los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones que se necesitan para la creación de dicho proyecto, que corresponden a una subestación y una línea subterránea, también la instalación de 6 aerogeneradores con sus centros de transformación correspondientes.

1.2. Contenido del pliego de prescripciones técnicas particulares

Los capítulos que corresponden al pliego de condiciones son:

- Capítulo I: Generalidades.
- Capítulo II: Descripción de las Obras.
- Capítulo III: Condiciones Generales para Adquisición de Maquinaria y Materiales.
- Capítulo IV: Condiciones Generales para la ejecución de Obras.

1.3. Disposiciones generales

El contratista estará obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatoria, Subsidio Familiar o de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento de la ejecución de las obras. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el siguiente pliego de condiciones.

Los documentos del presente proyecto que definen la obra y sobre los que hay que basarse para su construcción, son los siguientes:

- Planos.
- Cuadros de Precios.
- Pliego de Condiciones.

Para cualquier condición que no figure en ellos, deben considerarse las indicadas por:

- Comisión Electrotécnica Intencional (CEI).
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE).
- Reglamento Electrotécnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión (RAT).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)
- Reglamento de Verificación Eléctrica y Regularidad del Suministro de Energía Eléctrica (RVE)

2. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

2.1 Introducción

El objetivo del presente capítulo es recoger las especificaciones necesarias para que, junto con los planos, la obra y los elementos de la misma queden correctamente definidos.

El presente proyecto comprende las partes que a continuación se citan:

- 1 subestación transformadora de distribución
- 1 líneas subterráneas de distribución y enlace
- 6 torres aerogeneradoras con sus respectivos centros de transformación

2.2. Subestación transformadora

2.2.1. Parque de 55 kV

El parque de 55 kV constará de:

- Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra
- Interruptor tripolar automático
- Autoválvulas de protección del transformador, tanto para el lado de A.T. como en el de M. T.
- Transformadores de potencia
- Embarrado de salida

Embarrados

Es el embarrado de entrada y presenta las siguientes características:

Conductores tubulares de cobre pintados con las siguientes características:

- Diámetro exterior: 40 mm.
- Diámetro interior: 32mm.
- Sección: 452mm².
- Peso: 4,03 kg/m.

Conductores

Los conductores empleados serán de cobre y presentarán las siguientes secciones:

- Sección del cable: 35 mm²
- Numero de alambres: 7.
- Masa lineal: 317 kg/km.
- Coeficiente dilatación lineal: 17 °Cx10⁶
- Densidad de corriente : 5,75 A/ mm²

Cadenas de amarre

Los elementos que constituyen la cadena de amarre y sus características son:

- Grillete recto:
 - Peso: 0,38 kgr.
 - Carga de rotura: 7500 daN
- Anilla de bola:
 - Peso: 0,44 kgr.
 - Carga de rotura: 7500 daN
- Grapa de amarre:
 - Peso: 1,8 kgr.
 - Carga de rotura: 7500 daN
- Aislador:
 - Material: vidrio templado
 - Línea de fugas: 292 mm
 - Diámetro de aislante: 254 mm
 - Diámetro de vástago: 16,5 mm
 - Tensiones soportadas por un elemento:
 - Al rayo: 190 kV
 - Bajo lluvia: 72 kV
 - Peso: 3,4 kgr.
 - Carga de rotura: 7000 daM

Aisladores de Apoyo

Tendrán las siguientes características:

- Tensiones soportadas:
 - Al choque: 325 kV
 - Bajo lluvia a 50 Hz: 140 kV
 - Línea de fuga: 1650 mm
- Esfuerzo mínimo de rotura:
 - Por flexión: 400 daN
 - Por torsión: 200 daN m

Pórtico

El pórtico que compone la estructura sobre la que se asentara el embarrado está formado por:

- Apoyos: vigas de cuadrado de 300 mm de lado por lado.
- Travesaños: vigas de cuadrado hueco de 15 mm de lado por lado.

Aparamenta de Maniobra

Las características de la aparamenta de maniobra para el parque de 55 kV serán:

- Seccionador con puesta a tierra:

Seccionador de columna giratoria central o de tres columnas por polo: en este tipo de seccionador la cuchilla o contacto móvil está fijada sobre una columna aislante central que es giratoria. Con esta disposición se tiene una interrupción doble, de tal suerte que cada punto de interrupción requiere una distancia en aire igual a la mitad de la total. Las dos columnas exteriores están montadas rígidamente sobre un soporte metálico de perfiles de acero galvanizado en caliente y son las encargadas de sostener los contactos fijos. Las especificaciones técnicas que tendrá son las siguientes:

- Seccionador giratorio de 3 columnas.
- Cuchillas con puesta a tierra.
- Tensión nominal: 72,5 kV.
- Intensidad nominal: superior a 160 A
- Intensidad de corta duración: 17 kA.
- Capacidad de ruptura: 500 MVA.

- Interruptor tripolar automático:
 - Corte en hexafluoruro de azufre.
 - Tensión nominal: 72,5 kV.
 - Intensidad nominal: superior a 160 A
 - Intensidad de corta duración: 17 kA.
 - Capacidad de ruptura: 500 MVA.

Aparamenta de Protección

La aparamenta de protección estará formada por autoválvulas-pararrayos cuyas características se definen a continuación:

- Autovalvula A.T:

Esta autovalvula se dispondrá en el lado de alta tensión con el fin de proteger al transformador por ese lado de alta y las especificaciones técnicas que tendrá son las siguientes:

- Tensión nominal: 60 kV.
- Tensión asignada: 72 kV.
- Clase de descarga: 10 kA.
- Tensión de frenado al frente de onda: 189 kV.
- Máxima sobretensión de maniobra: 140 kV.
- Tensión residual de onda 8/20 sg: 172 kV.

- Autovalvula M.T:

Esta autovalvula se dispondrá en el lado de media tensión con el fin de proteger al transformador por ese lado de media y las especificaciones técnicas que tendrá son las siguientes:

- Tensión nominal: 20 kV.
- Tensión asignada: 24 kV.
- Clase de descarga: 10 kA.
- Tensión de frenado al frente de onda: 67,1 kV.
- Máxima sobretensión de maniobra: 49,7 kV.
- Tensión residual de onda 8/20 sg: 61 kV.

Transformadores de Potencia

Para satisfacer las necesidades demandadas se utilizará un transformador trifásico, presentando las siguientes características:

- Consiste en un transformador de potencia 16 MVA en baño de aceite, diseñado y construido para estar instalado en la intemperie. Este transformador está ensayado según las normas UNE 20101.
- El nivel de ruido medido de acuerdo con las normas UNE EN 60551 es inferior a los valores señalados en las mismas.
- Funcionando a plena carga de modo continuo, el incremento medio de la temperatura de cualquier bobinado, medido por variación de su resistencia, no sobrepasa los 65 K. en idénticas condiciones, el incremento de temperatura sobre el ambiente del aceite bajo la tapa, medido por termómetro, no supera los 60 K.
- El transformador estará provisto de radiadores adosado a la cuba para un a refrigeración natural (ONAN).
- Tensión primaria: 55 kV
- Tensión secundaria: 20 kV
- Regulación en el primario: + 10 %
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión de cortocircuito: 9 %
- Neutro: aislado
- Pesos aproximados:
 - Peso de aceite: 6100 Kg
 - Peso a desencubar: 16900 kg
 - Total: 29200 kg

El transformador irá montado sobre ruedas para poder desmontarlo y colocarlo en la bancada por medio de raíles dispuestos a tal efecto.

Distancias de Seguridad

Se describen a continuación las diferentes distancias mínimas que deberán respetarse para cumplir las especificaciones marcadas por los diferentes reglamentos o especificaciones técnicas:

- De las autovalvulas al equipo a proteger: menor de 14,5 m
- Entre conductores en el aire: 63 cm
- Anchura de todo tipo de pasillos de servicio: 120 cm
- Altura mínima de elementos sobre los pasillos de servicio: de 313 cm
- Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto: >67cm
- Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto: > 207 cm

2.2.2. Parque de 20 kV

Dicho parque estará constituido por:

- Líneas subterráneas entre la subestación exterior y la interior.
- Caseta de control en la que se dispondrán:
 - Una celda de medida
 - Una celda de corte general
 - Una celda de remonte de barras
 - Una celda de salida
 - Una Transformador de servicios auxiliares.
 - Una celda de maniobra del parque de exterior.
 - Grupo electrógeno
- A su vez dicha caseta dispondrá de los siguientes habitáculos:
 - Oficina.
 - Almacén para material de trabajo
 - Aseos y vestuarios

Conducción Subterránea

En el parque de interperie se dispondrá un sistema de zanjas montadas sobre un relleno filtrante en el que se dispone de un sistema de tubos porosos, constituyendo un sistema de drenaje que elimine cualquier tipo de filtración y conserve las zanjas en perfectas condiciones.

Este sistema de zanjas constara de dos tipos, una para la distribución de los conductores de mando y otra para la disposición de los conductores subterráneos que enlazan el parque de 55 kV y la caseta de control y distribución.

Celdas

El parque de 20 kV estará constituido por diferentes celdas modulares SM6. Estas celdas se encuentran bajo una envolvente metálica y las características comunes de las celdas SM6 son las siguientes:

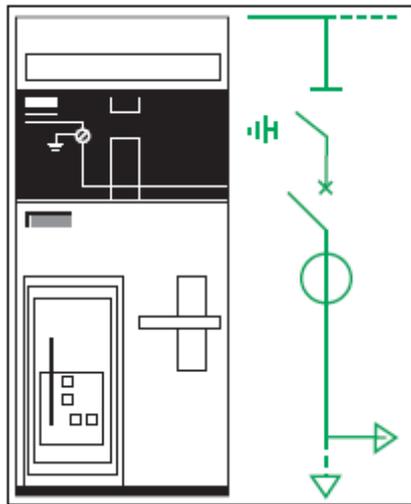


- Utilizan como aislante el hexafluoruro de azufre.
- Se basan en la norma UNE 20324 para aplicar el grado de protección que según normativa tiene que ser IP2XC.
- El grado de protección mecánico es de 7 según normativa UNE 20324.
- Estas celdas responden a las normativas españolas siguientes: UNE-EN 60298, IEC 62271-102, 60265-1, 60694, 62271-100.
- Poseen una alarga duración de vida (30 años).
- Ausencia de mantenimiento para partes activas
- Nivel de sobretensión muy reducido
- Seguridad en funcionamiento

Dicho parque consta de las siguientes celdas SM6:

- Una celda GAME para el remonte de cables.

- Una celda DM1-D con interruptor automático de protección general. El equipo base que compone la celda es la siguiente:



- Interruptor automático Fluarc SF1.
- Seccionador (SF6).
- Juego de barras tripolar.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes de conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm².

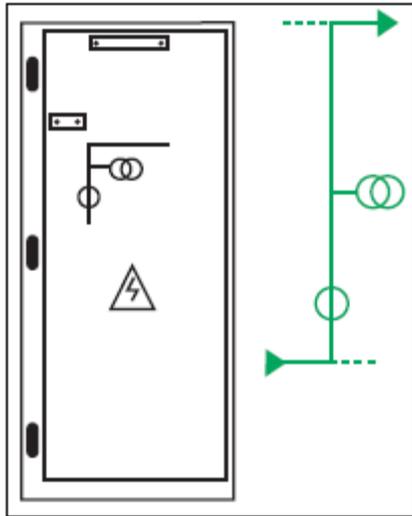
- Las características eléctricas de esta celda son:

Tensión asignada (Un) - aislamiento		
Tensión asignada (kV)		24
50 Hz/1 min. (kV)	Aislamiento	50
	Seccionamiento	60
tipo rayo (kV cresta)	Aislamiento	125
	Seccionamiento	145

Tensión asignada (Un) - límite térmico (Ith) - intensidad asignada (In)			
Serie 25 (25 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A

Valor de cresta de la intensidad de corta duración: $2,5 \times I_{th}$ (kA cresta)	
Poder de cierre del interruptor SF6: $2,5 \times I_{th}$ (kA cresta)	
Poder de corte (Pdc) máximo	
DM1-D	20 kA-24 kV

- Una celda GBC-Apara medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior. El equipo base que compone la celda es la siguiente:



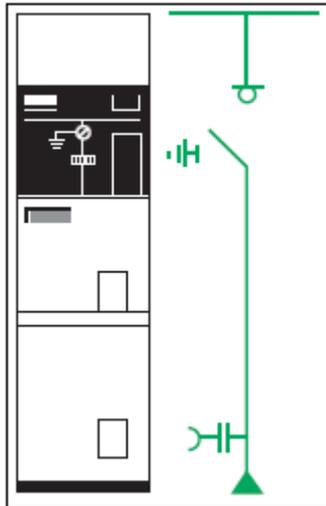
- Transformador de intensidad
- Transformador de tensión
- Juego de barras tripolar.
- Bornes de conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm².

- Las características eléctricas de esta celda son:

Tensión asignada (Un) - aislamiento		
Tensión asignada (kV)		24
50 Hz/1 min. (kV)	Aislamiento	50
	Seccionamiento	60
tipo rayo (kV cresta)	Aislamiento	125
	Seccionamiento	145

Tensión asignada (Un) - limite térmico (Ith) - intensidad asignada (In)			
Serie 25 (25 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A

- Una celda IM para salida hacia el parque exterior de 55Kv con interruptor seccionador. El equipo base que compone la celda es la siguiente:



- Interruptor-seccionador (SF6).
- Seccionador de puesta a tierra con poder de corte de cierre (SF6).
- Juego de barras tripolar.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes de conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm².

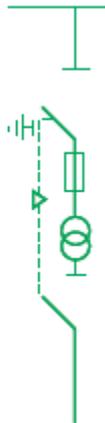
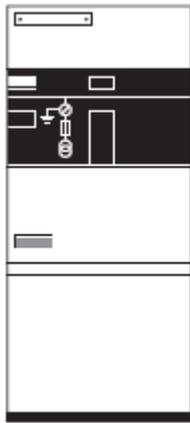
- Las características eléctricas de esta celda son:

Tensión asignada (Un) - aislamiento		
Tensión asignada (kV)		24
50 Hz/1 min. (kV)	Aislamiento	50
	Seccionamiento	60
tipo rayo (kV cresta)	Aislamiento	125
	Seccionamiento	145

Tensión asignada (Un) - límite térmico (Ith) - intensidad asignada (In)			
Serie 25 (25 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A

Valor de cresta de la intensidad de corta duración: $2,5 \times I_{th}$ (kA cresta)	
Poder de cierre del interruptor SF6: $2,5 \times I_{th}$ (kA cresta)	
Poder de corte (Pdc) máximo	
IM	400-630 A

- Una celda TME transformar de MT a BT con el fin de alimentar a los dispositivos de la caseta. El equipo base que compone la celda es la siguiente:



- Seccionador (SF6).
- Seccionador de puesta a tierra sin poder de corte de cierre (SF6).
- Juego de barras tripolar.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Un transformador bipolar

- Las características eléctricas de esta celda son:
 - Relación de transformación..... 19.500/220 V
 - Potencia..... 50 VA
 - Clase de precisión..... 0,5

Grupo eléctrico

Motor diesel refrigerado por aire de 20 KVA, con arranque eléctrico y depósito de combustible, batería y silenciador de escape. Alternador trifásico.

Montaje sobre chasis de perfil de acero, mediante soporte antivibrantes.

Cuadro eléctrico manual con interruptor general magnetotermico, voltímetro, amperímetro, cuenta horas, señales de control, llave de arranque, parada y protección motor.

Características:

- Potencia máxima de salida.....20 KVA
- Motor.....4 cilindros en inyección directa
- Velocidad de giro.....1600 r.p.m
- Cilindrada.....4000 cm³
- Refrigeración.....por agua con radiado
- Autonomía sin repostar12 h
- Peso total.....630 Kg
- Dimensiones.....1800x750x1140
- Voltaje400 V/230 V
- Frecuencia50Hz

2.2.3. Líneas subterráneas de distribución

2.2.3.1. Datos generales

Las líneas subterráneas de distribución y enlace son las líneas que unirán el centro de control y distribución con los centros de transformación de cada una de las torres.

Las torres se unirán en antena y se lanza una línea hasta el centro de transformación correspondiente.

El conductor empleado será de cobre de 70 mm^2 de sección, unipolar.

2.2.3.2. Canalización

Estos conductores se dispondrán en zanjas subterráneas de 70 cm de anchura y una profundidad que variara dependiendo del número de líneas que discurran por ella.

Para el caso de una línea la profundidad será de 90 cm, situándose los tubos en los que se introducirán los conductores a 5 cm del fondo y separados entre si 20 cm.

Las bases de las zanjas se rellenaran con 10 cm de arena de río lavada y compactada, sobre ella se asentarán los conductores de media tensión. Se añadirá otra capa de arena de río lavada hasta una altura de 15 cm por encima de la generatriz superior de los cables. A continuación se colocará rasilla y otros 15 cm de arena de río lavada.

Sobre esta se colocan los cables de comunicación y una cinta señalizadora y se cubrirá todo con una capa de 15 cm de arena de río lavada. Finalmente se cubre todo con tierra natural con un espesor de 20 cm.

2.2.3.3. Conductores

Los tubos donde se situarán los conductores serán de cemento, fibrocemento o plástico, y la distancia más usual entre arquetas para realizar la colocación del cable y los correspondientes empalmes será del orden de 150 m. Estos tubos poseerán una superficie lisa y un diámetro aproximado doble del exterior del cable, siendo aconsejable que posean una pequeña pendiente regular para evitar la permanencia de agua en su interior.

El tendido se realizará respetando los siguientes radios mínimos de curvatura:

- Unipolar: 15 veces el diámetro exterior del cable en mm.
- Tripolar: 12 veces el diámetro exterior del cable en mm

Cuando sea necesaria la tracción del cable, siempre se hará sobre el conductor, nunca sobre el aislamiento, y con un esfuerzo mínimo no superior a 6 kg/mm^2 , comprobando esta circunstancia con un dinamómetro.

El tendido se suspenderá cuando la temperatura ambiente sea inferior a $0 \text{ }^\circ\text{C}$, o bien se procederá al calentamiento del cable.

El cable que utilizaremos para la distribución de energía en media tensión entre los aerogeneradores y la subestación será un cable de cobre de 70 mm^2 como veremos en los cálculos.

El cable tendrá las siguientes especificaciones técnicas:

- Conductor que soporta de 12/20 kV.
- Conductor de cobre recocido de clase 2.
- Semiconductor interno de compuesto semiconductor extruido.
- Aislamiento de etileno-propileno.
- Pantalla formada por hilos de cobre.
- Cubierta formada por poliofina.

SECCIÓN	DIÁMETRO SOBRE CUERDA	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO	DIÁMETRO EXTERIOR APROXIMADO	PESO TOTAL APROXIMADO	RADIO DE CURVATURA	
					DURANTE INSTALACIÓN	POSICIÓN FINAL
mm	mm	mm	mm	kg/km	mm	mm
70	9,70	17,7	25,5	1225	765	383

2.2.4. Torres aerogeneradoras

2.2.4.1. Tipo de turbina y descripción general

El aerogenerador está constituido por una turbina, un multiplicador y un generador eléctrico situados en lo alto de una torre de acero de 78 m de altura, cimentada sobre una zapata de hormigón armado.

La turbina tiene un rotor de 90 m de diámetro, situado a barlovento. Está equipada con:

- Tres palas aerodinámicas de paso variable controlado por un microprocesador
- Regulación electrónica de la potencia de salida
- Un sistema activo de orientación

2.2.4.2 Rotor

El rotor está constituido por tres palas diseñadas aerodinámicamente y construidas a base de resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio y un buje central de fundición protegido por una cubierta de fibra de vidrio. La velocidad de rotación es de 9-19 r.p.m. y las palas se ponen en movimiento cuando la velocidad del viento es superior a 4 m/s. Las características principales del rotor son:

- Diámetro (m).....90
- Área de barrido (m2).....5890
- Velocidad de rotación (r.p.m.).....9-19
- Sentido de giro.....sentido horario (visto frontalmente)
- Orientación.....a barlovento
- Número de palas.....3
- Altura del eje principal (m).....78
- Frenos aerodinámicos.....totalmente ajustables
- Construcción del buje.....rígido

Las palas se fabrican en construcción ligera y disponen en su raíz de tuercas especiales, empotradas, para su conexión al buje del rotor. Las características principales se detallan a continuación:

- Superficie de sustentación.....DU + FFA-W3
- Ancho (base/extremo).....1,6 m / 0,6 m
- Alabeo (base/extremo).....15° / 0°
- Longitud total.....44m
- Frenos aerodinámicos.....por giro total de palas
- Peso.....1150 kg
- Peso (incluida pieza acoplamiento).....6500 kg

2.2.4.3. Sistema de transformación y generador

El buje soporte de las palas se atornilla al eje principal del sistema el cual esta soportado por dos apoyos de rodillos esféricos que absorben los esfuerzos axial y radial del rotor. El esfuerzo de rotación generado por el rotor se transmite hasta el multiplicador cuya relación de transmisión es 1:100,5 merced a un dispositivo helicoidal de tres etapas. Las características del multiplicador son:

- Tipo1.....1 etapa planetaria / 2 etapas ejes paralelos
- Potencia aproximada.....2 MW
- Relación de transmisión.....1:100,50
- Volumen de aceite.....120 l
- Árbol de baja velocidad.....árbol hueco
- Refrigeración.....bomba de aceite
- Calentamiento en parado.....2,2 kW

El eje de alta velocidad, a la salida del multiplicador, acciona el generador y tiene fijado el freno del disco.

La conexión del generador al eje de alta velocidad tiene lugar mediante un acoplamiento (cardan) y un embrague, que prevé la sobrecarga del mecanismo. El acoplamiento absorbe los desplazamientos radial, axial y angular entre los ejes del multiplicador y generador, asegurando un alimento preciso y la máxima transmisión del esfuerzo de rotación del multiplicador.

Generador eléctrico:

El generador es asíncrono, de 4 polos, 2.0 MW de potencia, voltaje de 690 VAC, velocidad de rotación de 1680 r.p.m. y frecuencia de 50 Hz. Sus características son:

- Tipo.....generador doblemente alimentado
- Potencia.....2 MW
- Voltaje.....690 VAC
- Frecuencia.....50/60 Hz
- Clase de aislamiento.....F/H
- Clase de protección.....IP 54
- Número de polos.....4
- Velocidad de rotación (r.p.m.)..... 900 – 1900 (nominal 1686)
- Intensidad.....1.500 A

2.2.4.4. Sistema de frenado

El aerogenerador está equipado con dos sistemas de frenado (aerodinámico y mecánico) activados hidráulicamente e interrelacionados entre sí para detener la turbina en todas las condiciones de funcionamiento.

El sistema de regulación del paso (conocido como "pitch") de las palas se utiliza para detener la turbina, ya que cuando las palas giran 90° sobre su eje longitudinalmente, el rotor no presenta superficie frente al viento.

Por otro lado, el sistema de frenado mecánico incorpora un freno de disco hidráulico fijado al eje de alta velocidad, integrado por un disco de frenado y tres calibrados hidráulicos (mordazas de frenado), con pastillas de freno sin asbestos.

Las características principales de la misma son las siguientes:

- Tipo.....frenos de disco
- Diámetro.....600 mm
- Calibraciones.....3 activados hidráulicamente
- Material del disco.....acero-SG

Ambos sistemas, aerodinámico y mecánico, tienen actividad hidráulica a partir de la unidad hidráulica situada en la parte trasera de la góndola. Las características principales de la misma son las siguientes:

- Tipo.....bomba de engranajes
- Caudal de la bomba.....14 l/min
- Presión máxima.....145 bar
- Presión del freno.....35 bar
- Interruptor de presión.....piezoeléctricos
- Volumen de aceite.....60 l
- Motor.....4,0 kW

Cuenta, además con acumuladores y válvulas solenoides de control. El sistema distingue dos tipos de frenado:

- Frenado normal (en operación): en el que solo se use el sistema de regulación del paso de las palas para realizar el frenado "controlado" a baja presión hidráulica.
- Frenado de emergencia: en situaciones críticas, con aplicación a presión elevada de los calibradores hidráulicos junto con el giro de las palas.

En caso de sobrevelocidad en el rotor que coincide con un fallo del controlador, un dispositivo auxiliar de seguridad, independiente del controlador, puede también parar el aerogenerador.

2.2.4.5. Sistema de orientación

El aerogenerador dispone de un sistema de orientación eléctrico activo. La alineación de la góndola frente al viento, se efectúa por medio de dos motores reductores que engranan con la corona de orientación de la torre, la corona es una rueda dentada atornillada a la torre. La veleta situada sobre la cubierta de la góndola, envía una señal al controlador y este acciona los motores de orientación que pivotan la turbina a una velocidad de 0,5 °/seg. Los componentes del sistema se especifican a continuación:

Veleta:

- Tipo.....optoeléctrico

Sistema de orientación:

- Tipo.....sistema antideslizante por fricción
- Material.....fundición (Mechanite SF500) (GGG50)
- Velocidad de deslizamiento.....< 0,5°/segundo
- Dientes.....M 12, Z = 177

Reductor de orientación:

- Tipo.....engranajes planetarios y de tornillo
- Torsión.....2 x 15000 Nm
- Dientes.....M12, Z = 16

Motores de orientación:

- Tipo.....inducción / asíncrono
- Velocidad de rotación.....940 rpm (50 Hz) y 1130 rpm (60 Hz)
- Potencia.....1,5 kW

Corona de orientación:

- Tipo.....rueda dentada / dientes rectos
- Sujeción.....atornillada a la torre

Control de orientación:

- Tipo.....rueda dentada / dientes rectos
- Función.....protección contra torsión del cableado

2.2.4.6. Góndola

Todos los componentes descritos, se sitúan sobre la plataforma de la góndola. El bastidor está compuesto por piezas atornilladas construidas con perfiles tubulares huecos y chapas de acero. El bastidor de la góndola se apoya sobre la corona de orientación y desliza sobre unas zapatas de nylon para evitar que los esfuerzos transmitidos por el rotor ocasionen tensiones excesivas sobre los engranajes del sistema de orientación.

La góndola incorpora, además de los elementos detallados, un anemómetro optoelectrico (en un brazo pivotable junto a la veleta de orientación), conectado a la unidad de control para optimizar la producción energética del aerogenerador. Toda la maquinaria, a excepción del anemómetro y veleta, esta protegida por una cubierta cerrada, de fibra de vidrio, que se apoya sobre una banda de goma en los bornes del bastidor.

La parte superior de la cubierta puede ser abierta, permitiendo al personal de servicio ponerse de pie en la góndola para la manipulación de los componentes, así como para introducir y sacar los mismos sin necesidad de desmontar la cubierta.

Una puerta situada en la parte frontal de la cubierta proporciona acceso al cubo del rotor y los apoyos de las palas. Asimismo, en la góndola hay instalada una lámpara. La plataforma de la góndola dispone de un hueco para el acceso a la misma desde el interior de la torre.

2.2.4.7. Torre

El aerogenerador se dispone sobre una torre metálica tubular troncocónica de acero, de 78m de altura, metalizada y pintada. El diámetro de la base es 3,62 m y 2 m el de coronación. El peso total de la torre es de 203 Tm. El espesor es de 18 mm en la parte inferior, 15mm en la central, 10 en la parte superior a la central y 8 mm en la superior.

En su interior se dispone una escalera para acceder a la góndola, equipada con dispositivos de seguridad y plataformas de descanso y protección. Cuenta, también, con elementos de paso y fijación del cableado eléctrico e instalación auxiliar de iluminación.

En la parte inferior tiene una puerta de acceso. Se construye en dos tramos que se unen mediante bridas interiores a pie de su emplazamiento, y se eleva mediante una grúa que se ancla al pedestal de la cimentación con otra brida. Su suministro incluye las barras de anclaje en la cimentación.

Las características principales de la torre metálica son:

Estructura metálica:

- Tipo.....tubular cónico
- Material.....Fe360-C, Fe360-B, Fe360-D
- Altura.....78m
- Tratamiento superficial.....metalizada + pintura
- Peso.....aprox. 157 Tm
- Diámetro de la base.....3,62 m
- Diámetro superior.....2 m

Pintura externa:

- Tratamiento superficial.....metalizado + pintura
- Chorro de arena.....SA 3 (DS 2019)
- Metalizado..... DSI/ISO 2063 Zn 80
- 1ª Capa.....resistente-UV, min. 120 mm (2 capas)
- Capa externa resistente-UV, min. 40 mm (1 capa)
- Clase de corrosión (DS/R 454).....3

Pintura interna:

- Tratamiento superficial pintado
- Chorro de arena.....SA 2.5 (DS 2019)
- 1ª Capa galvanizada.....min. 50 mm (1 capa)
- Capa externa..... min. 1000 mm (1 capa)
- Clase de corrosión (DS/R 454).....2

2.2.5. Centro de transformación de las torres

2.2.5.1. Introducción

Los centros de transformación serán de tipo interior, quedando alojados en el interior de la torre, viniendo con la misma instalados.

Estos centros de transformación estarán constituidos por:

- Un transformador trifásico del tipo seco encapsulado clase F, refrigeración por aire AN, instalación en interior de 2,04 MVA y relación de transformación 20/0.69 kV.
- Dos celdas de entrada / salida de línea de media tensión.
- Una celda de protección del transformador.
- Una celda de baja tensión con el interruptor automático.

2.2.5.2. Características nominales

Las celdas de MT, serán de tipo SM6 equipadas de aparellaje fijo, excepto la celda de protección de generador, cuyo interruptor automático será extraíble, y de corte en hexafluoruro de azufre.

Dichas celdas SM6, están concebidas para instalaciones de tipo interior, con grado de protección IP3X7 s/ norma UNE 20-324-89.

En su concepción y fabricación responden a la definición de apartamento bajo envolvente del interruptor y seccionador de puesta a tierra que forman una pantalla entre los compartimentos del juego de barras y el de conexión de cables.

El aparellaje está limitado por la envolvente del interruptor y seccionador de puesta a tierra que forman una pantalla entre los compartimentos del juego de barras y el de conexión de cables.

La seguridad de explotación queda garantizada por los enclavamientos funcionales definidos en la norma UNE 20099.

Las dimensiones son muy reducidas:

- Altura 1600 mm
- Anchura 375 / 750 mm (s / función de la celda)
- Profundidad 940 / 1220 mm (s / función de la celda)

2.2.5.3. Transformador

Las principales características de los transformadores a instalar serán:

- Potencia asignada.....2,04 MVA
- Tensión primaria asignada.....20 kV
- Tensión aplicada a 50 Hz-1 min (UNE 20101).....50 kV ef
- Tensión de ensayo con impulso tipo rayo..... (1,2/50µs) 125 kV choque

Tensión secundaria en vacío:

- Entre fases.....690 kV
- Tensión más elevada para el material.....24 kV
- Frecuencia.....50 Hz
- Regulación (sin tensión).....+ 2,5 % i5 %
- Grupo de conexión.....Dyn 11

Pérdidas

- En vacío.....2100 W
- Debidas a la carga (a 75 °C).....7400 W
- Tensión de cortocircuito.....6 %
- Corriente en vacío.....1,3 %

Corriente transitoria de conexión:

- I_e / I_n valor de cresta.....10 In
- Constante de tiempo.....0,30 s
- Temperatura ambiente máxima.....40 °C
- Refrigeración natura
- Dispositivo de protección térmica formado por 6 sondas PTC conectadas a un bornero y equipo convertidor "Z" formado por dos circuitos de medida independiente.

Dimensiones físicas:

- Largo (aprox.).....1650 mm
- Ancho.....880 mm
- Altura.....1860 mm

2.2.5.4. Cimentaciones

La cimentación se realizará mediante zapata aislada para los pórticos, y solera de hormigón armado para el resto de la subestación. Para la cimentación de los aerogeneradores se emplea una zapata aislada de 10 x 10 m, con un canto de 0,8 m, a una profundidad inferior de 2 m, con un cuello cilíndrico de 3,62 m de diámetro, con una altura de 1,1 m, Para las cimentaciones se utilizaran hormigón de resistencia característica H-175 kg/cm², no debiendo ser la cantidad de cemento por m³ de hormigón ni menor de 250 kg ni mayor de 400 kg, el tamaño máximo del árido será de 40 mm.

El hormigón de limpieza tendrá una resistencia característica de 50 kg/cm², siendo la cantidad mínima de cemento por m³ de hormigón de 150 kg. Las armaduras serán de redondos de acero AE-42, con limite elástico de 4200 kg/cm².

3. ADQUISICION DE MAQUINARIA

3.1. Origen de los materiales

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el contratista, excepto aquellos que de manera explícita en este pliego, se estipule hayan de ser suministrados por otros.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábrica o marcas elegidos por el contratista y que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

3.2. Canteras, graveras y préstamos para rellenos o terraplenes

El contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para aceptar o rehusar los lugares de extracción propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir del momento en el que el Contratista por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras del material y el resultado de los ensayos a la Dirección de Obra para su aceptación o rechazo.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales, como al volumen explotable del yacimiento.

El Contratista tiene obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado por la Dirección de Obra.

Si durante el curso de la explotación, los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen de la protección resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el contratista, a su cargo deberá procurarse otro lugar de extracción, siguiendo las normas dadas en los párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del Contrato los materiales que obtenga de la excavación, siempre que estos cumplan las condiciones previstas en este Pliego.

3.3. Calidad de los materiales

A) Condiciones generales

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego, y ser adoptados por el Director de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, o sin estar aprobados por el Director de Obra será considerado como defectuoso o, incluso, rechazable.

B) Normas oficiales

Los materiales que queden incorporados a la obra y para los cuales existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo en las Obras Publicas, deberán cumplir los vigentes 30 días antes del anuncio de la licitación, salvo las derogaciones que se especifiquen en el presente Pliego, o que se convenga de mutuo acuerdo.

C) Examen y prueba de los materiales

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinadas y aceptados en los términos y forma que prescriba el Programa de Control de Calidad y, en su caso, el Director de Obra o persona en quien delegue.

Las pruebas y ensayos ordenados no se llevaran a cabo sin notificación previa al Director de Obra, de acuerdo con lo establecido en el Programa de Puntos de Inspección.

El Contratista deberá, por su cuenta, suministrar a los laboratorios y retirar posteriormente a los ensayos, una cantidad suficiente de material a ensayar.

El Contratista tiene la obligación de establecer a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente capacidad y disposición conveniente para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados de los ensayos antes de su empleo en obra y de tal modo que se asegure el mantenimiento de sus características y aptitudes para su empleo en obra.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en el presente Pliego, no tuvieron la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales de los pliegos se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su utilización, el Director de Obra dará orden al Contratista para que a su costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o sean idóneos para el uso proyectado. Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra a cargo del Contratista.

En los casos de empleo de elementos prefabricados o construcciones parciales o totalmente realizadas fuera del ámbito de la obra, el control de calidad de los materiales, según se especifica, se realizara en los talleres o lugares de preparación.

Cuando los materiales no satisfagan las necesidades que determinan los Pliegos, y estos se encuentren colocados ya en obra o semielaborados, el Director de Obra lo notificará al Contratista indicando si dichas unidades de obra pueden ser aceptables aunque defectuosas, a tenor de la rebaja que se determine.

El Contratista podrá en todo momento retirar o demoler a su costa dichas unidades de obra, siempre dentro de los plazos fijados en el contrato, si no está conforme con la rebaja determinada.

4. NORMAS INSTALACION, TRANSPORTE Y CALIDAD

4.1 Normas y reglamentación

Según las Normas y Reglamento que esté en vigor, se realizara el diseño, fabricación, montaje y pruebas se los equipos y, materiales, las normas que tendremos en cuenta son:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil sobre la ley de Contratos del Estado, el Pliego de Clausulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por decreto y Reglamento de Contratación de las Corporaciones Locales.
- Reglamento de Verificaciones Electricas y Regularidad en el Suministro de Energía.
- Reglamento sobre Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Reglamento sobre Centrales Generadoras y Estaciones de Transformación
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del Ministerio de Trabajo.

4.2. Montaje instalación

Incluye el montaje y las pruebas preoperacionales de todos los equipos y sistemas auxiliares objeto del suministro, hasta dejar las instalaciones en perfectas condiciones de funcionamiento.

Tres meses antes de la fecha prevista de inicio del montaje, el suministrador propondrá al comprador, para su aprobación, un plan detallado del montaje en el que se indiquen operaciones, las secuencias y tiempos previstos para las mismas. Serán además responsabilidad del suministrador y por tanto, incluido en el precio de este servicio:

- Herramientas, equipo, medios de elevación normales y especiales de montaje materiales fungibles o no, instrumental, etc....necesarios para la correcta realización del mismo.
- Alojamiento, estancia, transporte o cualquier otro gasto del personal del suministrador, incluido extracostos derivados de horas extras, festivos, nocturnos, peligrosidad, etc.
- Asesoramiento al Contratista de obra civil, para la instalación de elementos objeto de su suministro que hayan de situarse embebidos en hormigón.
- Establecimiento de ejes, niveles de referencia que sean necesarios para el montaje.
- Medios y equipos de seguridad.
- Personal auxiliar manejo de pieza y de medios de elevación y ayudas de montaje.
- Retirada y limpieza de material de desecho de montaje.

El comprador proporcionara los siguientes medios y servicios:

- Obra civil necesaria.
- Puente-grúa para montaje y movimientos interiores de equipos y piezas.
- Energía eléctrica 380/220 V.
- Agua.
- Vigilancia de herramientas, instrumental y equipos propiedad del suministrador.
- Almacenamiento y vigilancia del suministro.

El suministro también incluye que el material venga tratado con pinturas especiales si va estar expuesto a agentes externos, es decir;

- A las superficies expuestas al aire se las aplicará una capa de epoxi rico en zinc (80micras) y un acabado epoxi (50).
- A las superficies expuestas al agua se les aplicará una capa de epoxi rico en zinc (80) y una capa de alquitrán epoxi (80).
- A las superficies expuestas al aceite se les aplicará una capa de imprimación (50) y otra de acabado epoxi poliamida (40).

4.3. Transporte material

El suministrador será el encargado del transporte carga y descarga de todos los equipos, hasta dejarlos en el punto de ubicación deseado para su montaje.

Con el fin que durante el transporte los materiales no sufran daño alguno irán embalados según las normas vigentes para transporte terrestre y almacenamiento a cubierto. Los materiales que no puedan ser embalados para su transporte, se usaran las necesarias protecciones para impedir que se produzca el movimiento del mismo y con ello algún tipo de deterioro durante el transporte.

Dicho suministrador poseerá el correspondiente seguro de transporte, con el fin de que cubra posibles daños durante el trayecto en el material.

4.4. Control de calidad

Los materiales de las partes fundamentales de los equipos estarán avalados por el correspondiente certificado de ensayo mecánico y/o químico, de acuerdo con las normas aplicables en cada caso.

En los casos de que se trate de equipos subcontratados a otros, el suministrador recabará de su proveedor los correspondientes certificados, responsabilizándose de los mismos el control de calidad del suministrador.

El suministrador, con anterioridad a la Orden de Compra, propondrá con la oferta el plan de control de calidad previsto para cada equipo.

El Control de Calidad de Obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

El Contratista definirá los medios para asegurarse que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de Obra.

4.4.1. Planes de control de calidad

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan de Control de Calidad por cada fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la fase. La Dirección de Obra evaluará el Plan de Control de Calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

Las actividades o fases de obra para las que se presentara Plan de Control de Calidad, serán, entre otras, las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materiales y equipos.
- Rellenos y compactaciones.
- Pantallas de hormigón.
- Obras de hormigón.
- Fabricación y transporte de hormigón. Colocación en obra y curado.

El Plan de Control de Calidad incluirá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos cuando sean aplicables:

- Descripción y objeto del Plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.
- Planos de construcción.
- Procedimientos de construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y subcontratistas.
- Embalaje, transporte y almacenamiento.
- Marcado e identificación.
- Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

4.4.2. Costos del sistema de control de calidad

Los costos ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento del Manual de Garantía de Calidad y del Pliego de Prescripciones, serán de su cuenta y se entienden incluidos en los precios de Proyecto.

En particular todas las pruebas y ensayos de Control de Calidad que sea necesario realizar en cumplimiento del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, del Pliego de Condiciones o de la normativa general que sea de aplicación al presente proyecto, serán de cuenta del contratista, salvo que expresamente, se especifique lo contrario.

4.4.3. Nivel de control de calidad

En los artículos correspondientes del presente Pliego o en los planos, se especifican el tipo y número de ensayos de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomara aquel que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el Proyecto. Los ensayos adicionales ocasionados serán de cuenta del contratista siempre que su importe no supere el 2% del presupuesto líquido de la Obra incluso las ampliaciones, si las hubiera.

4.4.4. Control de calidad por parte de la Dirección de Obra

La Dirección de Obra, por su cuenta, podrá mantener un equipo de inspección y Control de Calidad de las obras y realizar ensayos de homologación y contradictorios.

La Dirección de Obra para la realización de dichas tareas, con programas y procedimientos propios, tendrá acceso en cualquier momento a todos los tajos de la obra, fuentes de suministros y archivos de control de calidad del Contratista o Subcontratista del mismo.

El Contratista suministrará, a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará facilidades necesarias para ello.

El coste de la ejecución de estos ensayos contradictorios será por cuenta de la Propiedad si como consecuencia de los mismos el suministro, material o unidad de obra cumple las exigencias de calidad.

Los ensayos serán por cuenta del Contratista en los siguientes casos:

- Si como consecuencia de los ensayos el suministro, material o unidad de obra es rechazado.
- Si se trata de ensayos adicionales propuestos por el Contratista sobre suministros, materiales o unidades de obra que hayan sido previamente rechazados en los ensayos efectuados por la Dirección de Obra.

5. EJECUCION DE OBRA GENERALIDADES

5.1. CONDICIONES GENERALES

5.1.1. Dirección

El Director de Obra es la persona con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de Obra y las que asigne la legislación Vigente, podrán ser delegadas en un personal colaborador de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan explícitamente en orden que conste en el correspondiente "Libro de Ordenes" de Obra.

Cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluido explícitamente en el órgano de Dirección de Obra, podrá dar en caso de emergencia, a juicio del mismo, las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son prácticamente ambivalentes, teniendo en cuenta lo antes enunciado, si bien debe entenderse aquí que al indicar dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables.

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbre relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal, material de obra y maquinaria necesaria.
- Elaborar las certificaciones al Contratista de las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.
- El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a este encomendadas.

5.1.2. Organización y representación del Contratista

El contratista con su oferta incluirá un Organigrama designando para las distintas funciones el personal que compromete en la realización de los trabajos, incluyendo como mínimo las funciones que más adelante se indican con independencia de que en función del tamaño de la obra puedan ser asumidas varias de ellas por una misma persona.

El Contratista, antes de que se inicien las obras, comunicara por escrito el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las obras para representarle como "Delegado de Obra" según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, y Pliegos de Licitación.

Este representante, con plena dedicación a la obra tendrá la titulación adecuada y la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquella.

El Contratista comunicará el nombre del Jefe de Seguridad e Higiene responsable de la misma.

El Contratista incluirá con su oferta los "curriculum vitae" del personal de su organización que asignaría a estos trabajos, hasta el nivel de encargado inclusive, en la inteligencia de que cualquier modificación posterior solamente podrá realizarse previa aprobación de la Dirección de obra o por orden de esta.

Antes de iniciarse los trabajos, la representación del Contratista y la Dirección de Obra acordaran los detalles de sus relaciones estableciéndose modelos y procedimientos para comunicación escrita entre ambos, transmisión de órdenes y, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos y en tanto no se cumpla este requisito.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando la marcha de los trabajos respecto al Plan de trabajos así lo requiera a juicio de la Dirección de Obra. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, ordenes de la Dirección y análogas definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un menor desarrollo del mismo.

5.1.3. Documentación a entregar al Contratista

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios, que la Dirección de Obra entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo, según se detalla a continuación:

A) Documentos contractuales

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 82, 128 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado y en la Cláusula 7 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras.

Será documento contractual el programa de trabajo, cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 128 del Reglamento General de Contratación o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier documento del Proyecto, se hará constar así en el Pliego de Condiciones, estableciéndose a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales, de forma análoga a la expresa en el Artículo 1.3, apartado 1.3.1.5. del presente Pliego. No obstante lo anterior, el carácter contractual solo se considerara aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el Artículo 81 del Reglamento General de Contratación del Estudio

B) Documentos informativos

Tanto la información geotécnica de proyecto como los datos sobre procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son documentos informativos y, en consecuencia, deben aceptarse tan solo como complementos de la información que el Contratista debe de adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al contrato, al planteamiento y a la ejecución de las obras.

5.1.4. Permisos y licencias

La Propiedad facilitara las autorizaciones y licencias de su competencia que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestara su apoyo en los demás casos, en que serán obtenidas por el Contratista sin que esto de lugar a responsabilidad adicional o abono por parte de la Propiedad.

El Contratista viene obligado al cumplimiento de la legislación vigente que por cualquier concepto, durante el desarrollo de los trabajos, le sea aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

5.1.5. Documentos de la obra

La obra a realizar para el proyecto se define por los siguientes documentos:

- Planos
- Especificaciones

5.1.5.1. Planos

A la recepción de los planos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el contratista deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del proyecto, y si encuentra algún error o contradicción a la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Supervisión de la Obra. En caso de no hacerlo así, El Contratista será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

El Contratista respetara cuidadosamente todas las indicaciones dadas en los planos y/o Especificaciones, y si en algún caso creyera aconsejable hacer algún cambio, someterá a una proposición por escrito a la Supervisión de Obra, quien dará su aprobación o comentario también por escrito.

5.1.5.2. Interpretación de la documentación técnica

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los documentos del proyecto.

Todas las dimensiones se deducirán numéricamente de las cotas de los planos.

No se establecerá ninguna dimensión basada en la interpretación gráfica de los planos. Si fuera preciso definir alguna dimensión, el Contratista lo solicitara por escrito a la supervisión de Obra. Lo mencionado en los planos y omitido en la Especificación, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, se dará preferencia a lo establecido en los planos, a menos que la Supervisión de obra indique lo contrario por escrito.

Es obligación del Contratista la correcta interpretación de los documentos.

En caso de duda, omisión o contradicción en los documentos, el Contratista deberá consultar con la Supervisión de obra, quien dictaminara al respecto.

5.1.6. Replanteo

La supervisión de la Obra colocara sobre el terreno las bases necesarias y suficientes para el replanteo general de la obra, tanto en planimetría como en altimetría, y entregara al Contratista por escrito antes de comenzar las obras, la información necesaria para efectuar dicho replanteo.

El Contratista será el responsable de la vigilancia y conservación de todas las bases de replanteo durante el plazo de ejecución de la Obra, siendo responsable de los errores que puedan derivarse de una conservación inadecuada de las mismas.

Asimismo el Contratista elaborará un Plan de Replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

La supervisión de Obra podrá en cualquier momento efectuar comprobaciones de los replanteos efectuados por el contratista, para lo cual este deberá facilitar a su costa los medios humanos y materiales necesarios para su realización.

5.1.6.1. Acta de comprobación del replanteo previo. Autorización para iniciar las obras

La Dirección de Obra, en presencia del Contratista, procederá a efectuar la Comprobación del replanteo, antes del inicio de las obras, en el plazo de un mes contando a partir de la formalización del Contrato correspondiente, o contando a partir de la notificación de la adjudicación definitiva cuando el expediente de contratación sea objeto de tramitación urgente (Arts. 127 90 R.G.C.) incluyendo como mínimo el eje principal de los diversos tramos de obra y de las obras de fabrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

El Contratista transcribirá y el Director de Obra autorizará con su firma el texto del Acta de comprobación del replanteo previo y el Libro de Ordenes.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotaran en un anejo al Acto. Cuando el resultado de la comprobación del replanteo demuestre la posición y disposición real de los terrenos, su idoneidad y la viabilidad del proyecto, a juicio facultativo del Director de las Obras, este dará la autorización para iniciarlas, haciéndose constar este extremo explícitamente en el Acta de Comprobación de Replanteo extendida, de cuyo autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla.

5.1.6.2. Responsabilidad de la comprobación del replanteo previo

En cuanto forman parte de los trabajos de comprobación del Replanteo Previo, será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el Plan de Replanteo, así como todos los trabajos de Topografía precisos para la ejecución de las obras, conservación y reposición de hitos, excluyéndose los trabajos de comprobación realizados por la Dirección de Obra.

Los trabajos responsabilidad del Contratista, anteriormente mencionados, serán a su costa y por lo tanto se consideraran repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

Está obligado el Contratista a poner en conocimiento del Director de la Obra cualquier error o insuficiencia que observase en las Bases del Replanteo Previo, entregadas por la Dirección de Obra.

5.1.7. Cuidado y señalización de la obra

El Contratista será responsable del cuidado y conservación de la obra hasta la recepción de la misma por parte del propietario.

Serán de su responsabilidad y también las protecciones y la señalización de las obras y sus accesos, de acuerdo con el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

5.1.8. Pruebas

La Supervisión de la Obra solicitará las pruebas y ensayos que estime oportunos de acuerdo con los artículos correspondientes de esta especificación, documentos y normas reseñadas. Unas y otros serán a cargo del Contratista, en tanto que su número y tipo estén dentro de lo previsto en estas especificaciones y otro documento del proyecto.

Las pruebas de carga serán a cargo del Contratista cuando estén previstas en los documentos del Proyecto, y en aquellos casos en que los resultados negativos de los ensayos aconsejen, a juicio de la Supervisión de Obra, la realización de las pruebas de carga previas a la aceptación de una unidad de obra. En los demás casos serán a cargo del Propietario, aunque el Contratista deberá disponer de los medios necesarios para la realización de las pruebas.

5.1.9. Oficinas de la Dirección de Obra

El Contratista en un plazo máximo de 30 días a partir de la fecha de comienzo de los trabajos, facilitará a la Dirección de Obra, sin cargo adicional alguno y durante el tiempo de duración de la Obra unas oficinas de campo para el personal adscrito a la misma.

Estas oficinas contarán con teléfono directo e independiente, luz eléctrica, calefacción, mobiliario, servicios higiénicos, etc...y con el correspondiente servicio de limpieza.

5.2. Plazos de ejecución

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo de las obras. El contratista estará obligado a cumplir los plazos señalados que son Improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando los cambios determinados por el Director de Obra y debidamente aprobados por el Contratante influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por causas ajenas por al Contratista, no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista, o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

5.2.1. Programación de actividades

El Contratista está obligado a presentar un Programa de Trabajos de acuerdo con lo que se indique respecto al plazo y forma en los Pliegos de Licitación, o en su defecto 30 Días después de la comunicación de la Adjudicación.

Este programa habrá de estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta los plazos de llegada a la Obra de materiales y medios auxiliares y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables segun cálculos estadísticos de probabilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese este el caso, aun en la línea de apreciación más pesimista.

Dicho programa se reflejara en dos diagramas. Uno de ellos especificara los espacios tiempos de la Obra a realizar, y el otro será de barras, donde se ordenaran las diferentes partes de Obra que integran el proyecto, estimando en día-calendario los plazos de ejecución de la misma, con indicación de la valoración mensual y acumulada.

Una vez aprobado por la Dirección de Obra, servirá de base, en su caso, para la aplicación de los artículos ciento treinta y siete (137) a ciento cuarenta y uno (141), ambos inclusive, del Reglamento General de Contratación del Estado, de 25 de noviembre de 1975.

La Dirección de Obra y el Contratista revisaran conjuntamente y con una frecuencia mínima de un mes, la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el periodo siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados de la adjudicación.

La maquinaria y medios auxiliares de toda clase que figuran en el Programa de Trabajo lo serán a efectos indicativos, pero el contratista está obligado a mantener en Obra y en servicio cuantos sean precisos para el cumplimiento de los objetivos intermedios y finales o para la corrección oportuna de los desajustes que pudieran producirse respecto a las previsiones, todo ello en orden al exacto cumplimiento del plazo total y los parciales contratados para la realización de las obras.

Las demoras que en la corrección de los defectos que pudiera tener el programa de trabajo propuesto por el Contratista se produjeran respecto al plazo legal para su presentación, no serán tenidas en cuenta como aumento del concedido para realizar las obras, por lo que el Contratista queda obligado siempre hacer sus previsiones y el consiguiente empleo de medios de manera que no se altere el cumplimiento de aquel.

5.2.2. Fecha de iniciación de las obras

Será aquella que consta en la notificación de adjudicación y respecto de ella se contarán tanto los plazos parciales como el total de ejecución de los trabajos.

5.3. Aspectos afectados por las obras

Debido a las obras que se realicen para la ejecución del proyecto se podrán ver afectadas las siguientes partes

- Propiedades ajenas
- Servicios públicos
- Estructuras
- Instalaciones

Con el fin de que se vean afectadas las menores propiedades ajenas de terreno, el Director de Obra podrá exigir al contratista la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si estas pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños. El Contratista informara al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra de acuerdo con los propietarios establecerá el método de recopilación de la información sobre el estado de las propiedades y las necesarias del empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista confirmara por escrito al Director de Obra que existe un informe adecuado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los apartados anteriores.

En lo que se refiere a los servicios públicos, El Contratista consultara, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los Servicios existentes y adoptara sistemas de construcción que eviten daños y ocasionen las mínimas interferencias.

Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de Obra, deberá efectuar las catas convenientes para la localización exacta de los servicios afectados. Estas catas se abonaran de acuerdo a los precios correspondientes.

El Contratista tomara las medidas necesarias para efectuar el desvío o retirada y reposición de servicios para la ejecución de las obras.

En este caso requerirá previamente la aprobación del afectado y del Director de Obra. Si se encontrase algún servicio no señalado en el proyecto, el Contratista lo notificara inmediatamente, por escrito, al Director de la Obra.

5.3.1 Permisos y licencias

El Contratista gestionará la obtención de los permisos y licencias tanto Municipales como de otros Organismos, que sean necesarios para la realización de las Obras, salvo aquellos que el Director de Obra decida su gestión directa y que serán comunicados por escrito al Contratista al inicio de las Obras.

5.3.2. Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de Obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidirá utilizar para la ejecución de las obras.

5.3.3. Ocupación, vallado de terrenos y accesos provisionales a Propiedades

El Contratista notificará al Director de Obra, para cada tajo de Obra, su intención de iniciar los trabajos con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando él lo requiera la ocupación supone una anticipación de 45 días y quedara condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

El Contratista archivará la información y documentación sobre las fechas de entrada y salida de cada propiedad, pública o privada, así como los datos sobre las fechas de montaje y desmontaje de vallas. El Contratista suministrará copias de estos documentos al Director de Obra cuando sea requerido.

El Contratista confinará sus trabajos al terreno disponible y prohibirá a sus empleados el uso de otros terrenos.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, si así estuviese previsto en el Proyecto, fuese necesario por razones de seguridad, así lo requiriesen las ordenanzas o reglamentación de aplicación o lo exigiese la Dirección de Obra. El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos en la zona afectada.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo.

El Contratista ejecutará los accesos provisionales que determine el Director de Obra a las propiedades adyacentes a la Obra y cuyo acceso afectado por los trabajos o vallados provisionales.

Los vallados y accesos provisionales no serán objeto de abono independiente. El vallado de zanjas y pozos se realizarán mediante barreras metálicas portátiles enganchables o similar, de acuerdo con el Proyecto de Seguridad presentado por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra. Su costo será de cuenta del Contratista.

El cierre provisional de puntos singulares de la Obra mediante vallas opacas de altura superior a 1,80 metros será de abono a los precios correspondientes, únicamente cuando así se establezca en el proyecto o lo ordene el Director de Obra, pero no cuando sea exigencia de las ordenanzas o reglamentación de aplicación.

5.4. Escombreras, productos de préstamos y alquiler de canteras

A excepción de los casos de escombreras previstas en el Proyecto, el Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción y vertido de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras, y se hará cargo de los gastos por canon de vertido o alquiler de préstamos y canteras y de la obtención de todos los permisos necesarios para su utilización y acceso.

5.5. Acceso a obras

5.5.1. Construcción de accesos

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y por su cuenta. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc..., que se vean afectados por la construcción de los caminos, aceras y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la Obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquella, dejando la zona perfectamente limpia.

Los caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores necesarias para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

5.5.2. Conservación de caminos de acceso

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de Obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios contratistas, estos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación, que se hará en proporción al tráfico generado por cada Contratista la Dirección de Obra, en caso de discrepancia, realizara reparto de los citados gastos, abonando o descontando las cantidades resultantes, si fuese necesario, de los pagos correspondientes a cada Contratista.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañadas por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

La Propiedad se reserva para sí y para los Contratistas a quienes encomiende trabajos de reconocimientos, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista sin colaborar en los gastos de ejecución o de conservación.

5.5.3. Ocupación temporal de terrenos para la construcción de caminos de acceso a las obras

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

5.6. Seguridad de la obra

Simultáneamente a la presentación del Programa de Trabajos, el Contratista está obligado a adjuntar un Plan que se ajuste al proyecto de Seguridad de la Obra en el cual se deberá realizar un análisis de las distintas operaciones a realizar durante la ejecución de las obras, así como un estudio de los riesgos generales, ajenos y específicos derivados de aquellas, definiéndose, en consecuencia, las medidas de prevención y/o protección que se deberán adoptar en cada caso.

El Plan de Seguridad contendrá en todo caso:

- Una relación de las normas e instrucciones dadas a los diferentes operarios según su especialidad.
- Programa de formación del personal en Seguridad.
- Programa de Medicina e Higiene.
- Periodicidad de las reuniones relativas a la Seguridad e Higiene en la Obra.

Asimismo comunicará el nombre del Jefe de Seguridad e Higiene, responsable de la misma, a la Dirección de Obra.

Además incorporará las siguientes condiciones de obligado cumplimiento durante la ejecución de los trabajos, salvo que estén previstas en el Proyecto de Seguridad otras medidas más restrictivas.

5.6.1 Seguridad publica

Se deberán tomar las máximas precauciones para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen

5.6.2. Señalización y balizamiento de las obras e instalaciones

El Contratista colocará a su costa la señalización y balizamiento de las obras con la situación y características que indiquen la normativa y autoridades competentes.

Asimismo, cuidará de su conservación para que sirvan al uso al que fueron destinados, durante el periodo de ejecución de las obras.

Si alguna de las señales o balizas debe permanecer, incluso con posterioridad a la finalización de las obras, se ejecutará de forma definitiva en el primer momento en que sea posible.

5.7. Excavaciones

Se cumplirán en cualquier caso los extremos que a continuación se relacionan:

- Las vallas de protección distarán no menos de 1 metro del borde de la zanja cuando se prevea paso de peatones paralelo a la Dirección de la misma y no menos de 2 metros cuando se prevea paso de vehículos.
- Cuando los vehículos circulen en sentido normal al eje de la zanja la zona acotada se ampliará a dos veces la profundidad de la zanja en este punto, siendo la anchura mínima de 4 metros limitándose la velocidad en cualquier caso.
- El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,30 metros se dispondrán a una distancia no menor de 2 metros del borde.
- En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,30 metros siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de reten en el exterior.
- La iluminación se efectuara mediante lámparas situadas cada 10 metros.
- Las zanjas de profundidad mayor de 1,30 metros estarán provistas de escaleras que rebasen 1 metro la parte superior del corte.
- Las zanjas o pozos de pared vertical y profundidad mayor de 1,25 metros deberán ser entibadas. El método de sostenimiento a utilizar, será tal que permita su puesta en obra, sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que está este suficientemente soportada.
- En la zona urbana la zanja estará completamente circundada por vallas. Se colocarán pasarelas sobre la zanja a distancias no superiores a 50 metros.
- Durante la ejecución de las obras de excavación de zanjas en zona urbana, la longitud máxima de tramos abierta no será en ningún caso mayor de setenta metros.
- En la zona rural la zanja será acotada vallando la zona de paso o en la que se presume riesgo para peatones o vehículos.
- Las zonas de construcción de obras singulares estarán completamente valladas.
- Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de los pozos de profundidad > 1,30 metros con un tablero resistente, red o elemento equivalente.
- Al comenzar la jornada se revisarán las entibaciones y estabilidad de la zanja.
- Como complemento a los cierres de zanja se colocarán todas las señales de tráfico incluidas en el código de circulación que sean necesarias y se colocarán señales luminosas en número suficiente.

5.7.1. Estanquidad de excavaciones

Las excavaciones se conservan secas y libres de agua durante la realización del trabajo y el Contratista deberá proporcionar al personal, materiales, bombas, maquinas y mantenimiento necesario para proteger las obras cortar toda la corriente de agua que se dirigía en cualquier momento hacia ellas y contra las filtraciones e inundaciones

5.8. Rellenos

Ningún relleno tendrá lugar sin la aprobación de la Supervisión de Obra.

Los materiales de rellenos, salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamos si los procedentes de excavaciones resultan inadecuados.

El relleno en cimentaciones y fosos será extendido en capas de un espesor no superior a 150 mm y cuidadosamente compactas hasta el 90%, y de forma tal que se evite estropear o alterar el trabajo realizado.

El espesor podrá ser de 300mm si se utilizan medios mecánicos para la compactación.

Mientras no se indique de otro modo por la Supervisión de Obra, todo el relleno alcanzará hasta los niveles originales del suelo.

Los rellenos de cimentaciones, zanjas y fosos, se efectuarán con materiales que cumplan la reglamentación vigente.

5.8.1. Rellenos con material filtrante

Los materiales filtrantes para zanjas, traídos de obras de fábrica o cualquier otra zona, cumplirán lo siguiente;

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros; y el contenido ponderal acumulado por el tamiz 200 no rebasará el cinco por ciento.

Siendo D_x el tamaño superior al de $x\%$, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- D_{15}/d_{85} menor que 5
- D_{15}/d_{15} menor que 5
- D_{50}/d_{50} menor que 25
- D_{60}/d_{10} menor que 20

En el caso de terrenos cohesivos, estas cuatro condiciones se sustituirán por la de D_{15} menor que 0,1 mm.

El material filtro situado junto a los tubos deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados D_{85} / Diámetro del orificio, mayor que 1.
- Si se utilizan tubos con juntas abiertas D_{85} /Ancho de la junta, mayor que 1,2.
- Si se utilizan tubos de hormigón poroso. D_{15} del ancho del tubo/ D_{85} , menor que 5.
- Si se drena por mechinales D_{85} /Diámetro del mechinal, mayor que 1.

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas; una de las cuales, la del material grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente; y así sucesivamente, hasta llegar al relleno natural.

5.8.2. Relleno de zanjas para cables eléctricos

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina de río, lavada de 100 mm de espesor, y sobre ella se dispondrán los cables de Medida de Tensión.

Una vez tendidos los cables de Media Tensión se procederá a extender otra capa de arena fina de río, lavada de 200 mm de espesor que, se compactara convenientemente, y sobre la que se colocara, en todo su recorrido, una protección mecánica a base de ladrillos montados a soga y una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de Media Tensión por debajo de ella.

Sobre la protección mecánica de los cables de Media Tensión se extenderá otra capa de arena fina de río, lavada de 150 mm de espesor, sobre la que se montaran los cables de Comunicaciones.

Una vez tendidos los cables de comunicaciones se procederá a extender otra capa de arena fina de río, lavada de 150 mm de espesor, que se compactara, y sobre la que se montara, en todo su recorrido, una protección mecánica y cinta de señalización iguales a las utilizadas para cables de Media Tensión

Una vez montada la protección mecánica de los cables de comunicaciones se procederá al relleno de la zanja, en tongadas de 20 cm que se compactara convenientemente con productos provenientes de la excavación, limpios de piedras ramas y raíces.

En el caso de cruzamiento con viales los cables deberán ir entubados.

Estos tubos o conductos serán lo suficientemente resistentes, estarán hormigonado en todo su recorrido y tendrán un diámetro apropiado que permita deslizar los cables por su interior fácilmente.

5.9. Materiales básicos

5.9.1. Cemento

El cemento a utilizar cumplirá las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

Los cementos con marca "N" de AENOR (entre los que se encuentran todos los de fabricación nacional) quedan eximidos de todos los ensayos de recepción en obra.

En el caso de los cementos de importación homologados que no estén en posesión de la marca "AENOR", se realizaran obligatoriamente determinados ensayos (resistencia a compresión, pérdida al fuego y residuo insoluble) de cada lote, es decir del cemento contenido en cada unidad de transporte (camión de sacos, cisterna de granel, etc.)-

El cemento aluminoso podrá utilizarse únicamente con la autorización escrita de la Supervisan de Obra.

Antes de su uso el Contratista presentara un certificado de pruebas, con la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por el Pliego.

5.9.2. Agua

Podrá emplearse tanto para el amasado como para el curado del hormigonado cualquier tipo de agua que cumpla con la reglamentación vigente.

5.9.3. Áridos

En ningún caso se usara árido procedente de playa de mar, ni los procedentes de rocas blandas, porosas, ni los que contengan nódulos de pirita, de yeso, o compuestos.

5.9.4. Aditivos

Se define como aditivos aquellos productos excepto cemento, áridos y agua, que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus características.

Los aditivos solo podrán emplearse con la aprobación escrita de la Supervisión de Obra. Para ello el Contratista propondrá el tipo de producto y la dosificación a emplear a la Supervisión de Obra, que lo aprobará o rechazará, previo ensayo si lo considera oportuno.

No obstante, se establecerá las siguientes limitaciones. Si se emplea cloruro cálcico como acelerador de fraguado su dosificación será igual o menor al 2% en peso del cemento, pudiendo llegar al 3,5% si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, y solamente para hormigones en masa.

5.9.5. Morteros

Se utilizarán únicamente morteros de cemento.

Las características del árido fino, del cemento y del agua serán las indicadas en los artículos correspondientes de esta especificación.

Eventualmente, el mortero podrá tener algún aditivo a fin de mejorar sus propiedades, previa aprobación por escrito de la Supervisión de Obra.

El mortero tendrá como mínimo la misma resistencia que el hormigón en contacto con él.

El uso de morteros especiales para rellenos bajo placas de anclaje, cajetines y manguitos, en determinadas estructuras y equipos, se definirá en los planos del proyecto cuando sea necesario

5.10. Obras subterráneas

El Contratista, una semana antes de comenzar un tajo, deberá presentar a la Dirección de Obra un estudio detallado de los riesgos derivados del empleo de los diferentes sistemas de excavación de las obras subterráneas, carga, evacuación de escombros, métodos de sostenimiento del terreno, ventilación, etc..., proponiendo en consecuencia las medidas de prevención y/o protección que sean necesarias en cada caso.

5.11. Reposición de servicios, estructuras e instalaciones afectadas

Todos los árboles, torres de tendido eléctrico, vallas, pavimentos, conducciones de agua, gas o alcantarillado, cables eléctricos o telefónicos, cunetas, drenajes, túneles, edificios y otras estructuras, servicios o propiedades existentes a lo largo del trazado de las obras a realizar y fuera de los perfiles transversales de excavación, serán sostenidos y protegidos de todo daño o desperfecto por el Contratista por su cuenta y riesgo, hasta que las obras queden finalizadas y recibidas.

Será pues de competencia del Contratista el gestionar con los organismos, entidades o particulares afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o propiedades afectados, según convenga más a su forma de trabajo, y serán a su cargo los gastos ocasionados, aun cuando los mencionados servicios o propiedades estén dentro de los terrenos disponibles para la ejecución de las obras, siempre que queden fuera de los perfiles transversales de la excavación.

La reposición de servicios, estructuras o propiedades afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos. Si transcurridos 30 días desde la terminación de las obras correspondientes el Contratista no ha iniciado la reposición de los servicios o propiedades afectadas, la Dirección de Obra podrá realizarlo por terceros, pasándole al Contratista el cargo correspondiente.

En construcciones a cielo abierto, en las que cualquier conducción de agua, cables, etc...., cruce la zanja sin cortar la sección de la conducción, el Contratista soportará tales conducciones sin daño alguno ni interrumpir el servicio correspondiente. Tales operaciones no serán objeto de abono alguno y correrán de cuenta del Contratista. Por ello éste deberá tomar las debidas preocupaciones, tanto en la ejecución de las obras objeto del Contrato como en la localización previa de los servicios afectados.

En todos los casos donde conducciones, alcantarillas, tuberías o servicios corten la sección de la conducción, el Contratista lo notificará a sus propietarios (compañía de servicios, municipios, particulares, etc.) estableciendo conjuntamente con ellos el desvío y reposiciones de los mencionados servicios, que deberá contar con la autorización previa de la Dirección de Obra. Estos trabajos de desvío y reposición si serán objeto de abono, de acuerdo a los precios unitarios de proyecto (materiales, excavación, relleno, etc.).

También serán de abono aquellas reposiciones de servicios, estructuras, instalaciones, etc., expresándose recogidas en el Proyecto.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos, especialmente en lo que se refiere a operaciones de apertura, sostenimiento, colocación de tubería y cierre de zanja, como consecuencia de la existencia de propiedades y servicios que afectan al desarrollo de las obras, bien sea por las dificultades físicas añadidas, por los tiempos muertos a que den lugar (gestiones, autorizaciones y permisos, refuerzos, servicios, desvíos, etc.) o por la inmovilización temporal de los medios constructivos implicados.

5.12. Control de ruido y de las vibraciones del terreno

El Contratista adoptara las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones. Toda la maquinaria situada al aire libre se organizara de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las normas vigentes, sean de ámbito nacional ("Reglamento de Seguridad e Higiene") o de uso municipal. En caso de contradicción se aplicara la más restrictiva, también se tendrán en cuenta las siguientes limitaciones:

➤ Niveles de ruido

Se utilizaran los medios adecuados a fin de limitar a 75 dB(A) el nivel sonoro continuo equivalente, medido a 1 metro de distancia de la edificación más sensible al ruido y durante un periodo habitual de trabajo (12 horas de las 8 a las 20 horas).

En casos especiales, y siempre a juicio del Director de Obra, este podrá autorizar otros niveles continuos equivalentes.

➤ Ruidos mayores durante periodos de tiempo

El uso de la escala de sonoridad posibilita contemplar el trabajo con mayor rapidez, sin aumentar la energía sonora total recibida ya que puede respetarse el límite para la jornada completa aun cuando los niveles generados realmente durante alguna pequeña parte de dicha jornada excedan del valor del límite global, siempre que los niveles de ruido en el resto de la jornada sean mucho más bajos que el límite.

Se pueden permitir aumentos de 3 dB(A) durante los periodos más ruidosos siempre que el periodo anteriormente considerado se reduzca a la mitad para cada incremento de 3 dB(A). Así por ejemplo, si se ha impuesto una limitación para un periodo de 12 horas, se puede aceptar un aumento de 3 dB(A) durante 6 horas como máximo; un aumento de 6 dB(A) durante 3 horas como máximo; un aumento de 9 dB(A) durante 1,5 horas como máximo, etc.... Todo esto en el entendimiento de que, como el límite para el periodo total debe mantenerse, solo pueden admitirse mayores niveles durante cortos periodos de tiempo si en el resto de la jornada los niveles son progresivamente menores que el limite total impuesto.

➤ Horarios de trabajo no habituales

Entre las 20 y las 22 horas, los niveles anteriores se reducirán en 10 dB(A) y se requerirá autorización expresa del Director de Obra para trabajar entre las 22 horas y las 8 horas del día siguiente.

➤ Funcionamiento

Como norma general a observar, la maquinaria situada al libre se organizara de forma que se reduzcan al mínimo la generación de ruidos.

El Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas vigentes, sean de ámbito estatal ("Reglamento de Seguridad e Higiene") o de uso municipal. En caso de discrepancias se aplicara la más restrictiva.

El Director de Obra ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto al ruido hasta que se subsanen las deficiencias observadas sin que ello dé derecho al Contratista a percibir cantidad por merma de rendimiento ni por ningún otro concepto.

5.13. Mediciones

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros afectados; constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se realizarán, de acuerdo con lo estipulado en el presente Pliego, por el Contratista, quien las presentará a la Dirección de Obra, con la certificación correspondiente al mes.

El Contratista está obligado a pedir (a su debido tiempo) la presencia de la Dirección de Obra, para la toma contradictoria de mediciones en los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobaciones o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que debe proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la Dirección de Obra con todas sus consecuencias.

5.14. Certificaciones

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación todos los pagos se realizarán contra certificaciones mensuales de obra ejecutadas.

El Contratista redactará y remitirá a la Dirección de Obra, en la primera decena de cada mes una certificación provisional de los trabajos ejecutados en el mes precedente incluyendo las mediciones y documentos justificativos para que sirva de base de abono una vez aprobada.

Además, en la primera decena de cada mes, el Contratista presentará a la Dirección de Obra una certificación provisional conjunta a la anterior de los trabajos ejecutados hasta la fecha, a partir de la iniciación de las obras, de acuerdo con las mediciones realizadas y aprobadas, deducidas de la certificación provisional correspondiente al mes anterior.

Se aplicarán los precios de Adjudicación, o bien los contradictorios que hayan sido aprobados por la Dirección de Obra. El abono del importe de una certificación se efectuara siempre a buena cuenta y pendiente de la certificación definitiva, con reducción del importe establecido como garantía, y considerándose los abonos y deducciones complementarias que pudieran resultar de las cláusulas del contrato de Adjudicación.

A la terminación de los trabajos se establecerá una certificación general y definitiva. El abono de la suma debida al Contratista, después del establecimiento y aceptación de la certificación definitiva y deducidos los pagos parciales ya realizados, se efectuará, deduciéndose la retención de garantía y aquellas otras que resulten por aplicación de las cláusulas del contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación.

Las certificaciones provisionales mensuales, y las certificaciones definitivas, se establecerán de manera que aparezca separadamente, acumulado desde el origen, el importe de los trabajos liquidados por administración y el importe global de los otros trabajos.

Debe, por otra parte, hacer resaltar, para todos los trabajos, las partes correspondientes, por una parte, a los precios de origen y, por otra, a la incidencia de las formulas de revisión.

En todos los casos los pagos se efectuarán de la forma que se especifique en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

6. COSTE DE OBRAS

6.1. Precios unitarios

Los precios unitarios, elementales y alzados de ejecución material a aplicar, serán los que resulten de la aplicación del porcentaje de baja respecto al tipo de licitación realizada por el Contratista en su oferta, a todos los precios correspondientes del Proyecto, salvo que los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación establezcan criterios diferentes, en cuyo caso prevalecerán sobre el aquí indicado.

Todos los precios unitarios o alzados de "ejecución material", comprenden, excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionadas por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, comprendidos los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y especialmente por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Estos precios comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados y, en especial, los siguientes:

- Gastos de mano de Obra, materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios, aun cuando no se hayan descrito expresamente.
- Gastos de planificación, coordinación y control de cálida
- Gastos de realización, de cálculos, planos o croquis de construcción.
- Gastos de almacenaje, transporte y herramientas.
- Gastos de transporte, funcionamiento, conservación y reparación del equipo auxiliar de Obra, así como los gastos de depreciación o amortización del mismo.
- Gastos de funcionamiento y conservación de las instalaciones auxiliares, así como la depreciación o amortización de la maquinaria y elementos recuperables de las mismas.
- Gastos de conservación de los caminos de acceso y de otras obras provisionales.
- Gastos de energía eléctrica para fuerza motriz y alumbrado, salvo indicación expresa en contrario.
- Gastos de guarda, vigilancia, etc....
- Seguros de toda clase.
- Gastos de financiación.

En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Licitación o Contrata de Adjudicación, están incluidos además:

- Gastos generales y el beneficio.
- Impuestos y tasas de toda clase, incluso el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

Los precios cubren igualmente:

- Gastos no recuperables relativos al estudio y establecimiento de todas las instalaciones auxiliares, salvo indicación expresa de que se pagarán separadamente.
- Gastos no recuperables relativos al desmontaje y retirada de todas las instalaciones auxiliares, incluyendo el arreglo de los terrenos correspondientes, a excepción de que se indique expresamente que serán pagados separadamente.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el Contratista no puede, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

6.2. Partidas alzadas

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una Obra o de una de sus partes en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (Partida alzada fija).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios elementales, o unitarios, existentes, o los Precios Contradictorios en caso que no sea así, a mediciones reales cuya definición imprecisa en la fase de proyecto (Partida alzada a justificar).

En el primer caso la partida se abonará completamente tras la realización de la Obra en ella definida y en las ocasiones específicas, mientras que en el segundo supuesto solo se certificará el importe resultante de la medición real, siendo discrecional para la Dirección de Obra, la disponibilidad y uso total o parcial de las mismas sin que el Contratista tenga derecho a reclamación por este concepto.

Las partidas alzadas tendrán el mismo tratamiento que el indicado para los precios unitarios y elementales, en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata), conceptos que comprenden, repercusión del coeficiente de baja de adjudicación respecto del tipo de licitación y formulas de revisión.

6.3. Abono de obras no previstas

➤ Precios contradictorios

En caso que se produzca este tipo de casos se realizara lo siguiente:

- Cuando la Dirección de Obra juzgue necesario ejecutar obras no previstas, o trabajos que se presenten en condiciones imprevistas o se modifiquen los materiales indicados en el Contrato, se prepararán nuevos precios, antes de la ejecución de la unidad de Obra, tomando como base los Precios Elementales para materiales y mano de obra del Anexo de Justificación de Precios del Proyecto y el Cuadro de Precios descompuestos, o bien por asimilación a las de otros precios semejantes del mismo.
- Los nuevos precios se basarán en las mismas condiciones económicas que los precios del Contrato.
- Para los materiales y unidades no previstos en el Cuadro de Precios Elementales del Anexo de Justificación de Precios, se adoptarán los reales del mercado en el momento de ser aprobado por la Dirección de Obra, sin incluir el IVA. En el caso de obras que tengan prevista la revisión de precios, al precio resultante se le deducirá el importe resultante de la aplicación del índice de revisión hasta la fecha de aprobación.
- A falta de mutuo acuerdo y en espera de la solución de las discrepancias, las obras se liquidaran provisionalmente a los precios fijados por la Dirección Obra.

➤ Trabajos por Administración

Cuando a juicio de la dirección de Obra, sea necesario realizar trabajos para los que no se disponga de los correspondientes precios de aplicación en el Cuadro de Precios y que por su volumen, pequeña duración o urgencia no justifique la tramitación de un Precio Contradictorio se realizaran los trabajos en régimen de Administración.

La Dirección de Obra, entregara al Contratista, en la primera reunión que se convoque tras la adjudicación de las obras el "Procedimiento de Trabajos por Administración" que será de obligado cumplimiento.

I. Reserva de autorización:

La Dirección de Obra, comunicará al Contratista por escrito, la autorización para la realización de trabajos por Administración. Cualquier trabajo que no cuente con la autorización previa de la Dirección de Obra, será abonado por aplicación de los precios de Contrato o, en caso de no existir los correspondientes, a un nuevo precio Contradictorio.

Una vez autorizada por la Dirección de Obra, la realización de un trabajo por administración, el Contratista entregara diariamente a la Dirección de Obra un parte de cada trabajo con desglose del número de personas, categoría, horas personas, horas de maquinaria y características, materiales empleados, etc....

La Dirección de Obra, una vez comprobado el parte por Administración lo aceptara o realizara sus observaciones en un plazo máximo de 48 horas hábiles.

En caso del Contratista, para la realización de un trabajo determinado considere que no existe precio de aplicación en el cuadro de Precios del Contrato, lo comunicara por escrito a la Dirección de Obra, quien una vez estudiado emitirá la correspondencia autorización de Trabajo por Administración o propondrá un precio de aplicación.

II. Forma de liquidación:

La liquidación se realizará, únicamente por siguientes conceptos:

- Mano de Obra:

Se aplicará únicamente a las categorías y a los importes establecidos para cada una de ellas en las condiciones establecidas en el Contrato.

Se consideran incluidos los jornales, cargas sociales, pluses de actividad, parte proporcional de vacaciones, festivos, etc.... y el porcentaje correspondiente a vestuario, útiles y herramientas necesarias.

El precio de aplicación se considera el medio para cualquier especialidad.

- Materiales:

Los materiales se abonarán de acuerdo con la medición realmente efectuada y aplicando los correspondientes en las condiciones establecidas en el Contrato.

En caso de no existir en el mismo, precio para un material determinado, se pedirán ofertas para el suministro del mismo a las empresas que acuerden la Dirección de Obra y el Contratista con el fin de acordar el precio elemental para el abono.

No se considerarán en ningún caso, el IVA ni los gastos de financiación que supongan el pago aplazado por parte del Contratista.

- Equipos auxiliares:

Dentro del importe indicado en el Cuadro de Precios Elementales se consideran incluida en el mismo la parte proporcional de la mano de Obra directa, el combustible y la energía correspondiente al empleo de la maquinaria o equipo auxiliar necesario para la ejecución de los trabajos pagados por Administración.

Igualmente se consideran incluidos los gastos de conservación, reparaciones, recambios, etc.... Únicamente se abonarán las horas reales de utilización en el caso de emplear los equipos a la Obra en el cuadro de maquinaria presentado por el Contratista en su oferta.

Se abonarán aparte los gastos producidos por los medios de transporte empleados en el desplazamiento y los medios de carga y descarga y personal incluido en el mismo.

Cuando se decida, de mutuo acuerdo, traer a la Obra, especialmente para trabajos por Administración, una maquinaria no existente en el Cuadro de Precios se acordará entre la Dirección de Obra y el Contratista las tarifas correspondientes para hora de trabajo y para hora de parada.

- Costes indirectos:

Al importe total obtenido por la aplicación de los precios elementales en las condiciones establecidas en el contrato, a las mediciones reales de la Obra ejecutada según las ordenes de la Dirección de Obra y a las horas de personal y maquinaria empleadas, se les incrementará en un 7% en concepto de Costes indirectos.

- Gastos generales y beneficio industrial

Al importe total obtenido por aplicación del apartado anterior, se le añadirá porcentaje correspondiente a los gastos generales y beneficio industrial que figure en el Contrato.

6.4. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

Como norma general no serán de abono los trabajos no contemplados en el Proyecto y realizados sin la autorización escrita de la Dirección de Obra, así como aquellos defectos que deberán ser demolidos y repuestos en los niveles de calidad exigidos en el Proyecto.

No obstante, si alguna unidad de obra que no se halla exactamente ejecutada con arreglo a las condiciones estipuladas en los Pliegos, y fuese, sin embargo, admisible y a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser recibida provisionalmente, y definitivamente en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja económica que se determine hasta un importe máximo del 25% del total de la obra de fábrica, salvo en caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones dentro del plazo contractual establecido.

6.5. Abono de materiales acopiados, equipos e instalaciones

La Dirección de Obra se reserva la facultad de hacer al Contratista, a petición escrita de este y debidamente justificada, abonos sobre el precio de ciertos materiales acopiados en la Obra, adquiridos en plena propiedad y previa presentación de las facturas que demuestren que están efectivamente pagados por el Contratista.

Los abonos serán calculados por aplicación de los precios establecidos en el contrato. Si los Cuadros de Precios no especifican los precios elementales necesarios los abonos se calcularán sobre la base de las facturas presentadas por el Contratista.

Los materiales acopiados, sobre los que se han realizado los abonos, no podrán ser retirados de la Obra sin autorización de la Dirección de Obra y sin el reembolso previo de los abonos.

Los abonos sobre acopios serán descontados de las certificaciones provisionales mensuales, en la medida que los materiales hayan sido empleados en la ejecución de la Obra correspondientes.

Los abonos sobre acopios realizados no podrán ser invocados por el Contratista para atenuar su responsabilidad, relativa a la buena conservación hasta su utilización. El Contratista es responsable en cualquier caso de los acopios constituidos en la Obra para la ejecución de los trabajos.

Los abonos adelantados en concepto de acopios no obligan a la Dirección d Obra en cuanto a aceptación de precios elementales para materiales, siendo únicamente representativos de cantidades a cuenta.

6.6. Revisión de precios

En el caso de variación de las condiciones económicas en el curso de la ejecución del Contrato y siempre que el Contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación no dispongan nada en contrario, los precios serán revisados.

La revisión de los precios se realizará únicamente en el caso de producirse variaciones en los índices previstos en cada caso.

Si no hubieran terminado los trabajos al finalizar el plazo de ejecución previsto en el Contrato prolongado, si ha lugar, en un tiempo igual al de los retrasos reconocidos y aceptados por la Dirección de Obra, resultantes de circunstancias que no son imputables al Contratista, los valores de los coeficientes a utilizar en la continuación de las obras en la época de la terminación del plazo.

En el caso de ocurrir lo contemplado en el párrafo anterior el coeficiente de revisión de precios a aplicar será el mínimo habido desde la fecha de finalización del plazo hasta el momento de la certificación.

7. RECEPCION Y LIQUIDACIÓN DE OBRAS

7.1. Proyecto de liquidación provisional

El Contratista entregará a la Dirección de Obra para su aprobación todos los croquis y planos de obra realmente construida y que suponga modificaciones respecto al Proyecto o permitan y hayan servido para establecer las mediciones de las certificaciones.

Con toda esta documentación debidamente aprobada, o los planos y mediciones contradictorios de la Dirección de Obra en su caso, se constituirá el proyecto de Liquidación, en base al cual se realizará la liquidación de las obras en una certificación única final según lo indicado en el apartado.

7.2. Acta de terminación de los trabajos y recepción provisional de las obras

Al término de la ejecución de las obras objeto de este Contrato y a petición escrita del Contratista, la Dirección de Obra procederá a la realización de un Acta de Terminación de los trabajos, señalándose en la misma las deficiencias y/o trabajos pendientes que a juicio de la Dirección de Obra impidan la ejecución del acta de Recepción provisional, fijándose una fecha para la realización de los mismos.

En el acta de Recepción Provisional, se harán constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra quedan pendientes de ser subsanadas por el Contratista, estipulándose igualmente el plazo máximo (que no será superior a un mes), en que deberán ser ejecutadas. La fecha del Acta será la de finalización de los trabajos necesarios para subsanar las deficiencias señaladas en el Acta de Terminación de los Trabajos.

7.3. Periodo de garantía, responsabilidad del contratista

El plazo de garantía, a contar desde la recepción provisional de las obras, serán de un año, durante el cual el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquellas, sea cual fuere la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causa de fuerza mayor.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales que durante el periodo de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el Acta de Recepción Provisional de las obras. Si durante dicho periodo de garantía la Dirección de Obra viese la necesidad de poner en Servicio provisional todas o algunas de las obras, los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran no serán imputables al Contratista, teniendo este en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y exponer cuantas circunstancias de ella pudieran afectarle.

7.4. Recepción y liquidación definitiva de las obras

Terminado el plazo de garantía se hará, si procede, la Recepción Definitiva y la devolución de las cantidades retenidas en concepto de garantía. La recepción definitiva de las obras no exime al Contratista de las responsabilidades que le puedan corresponder, de acuerdo con la legislación vigente, referidas a posibles defectos por vicios ocultos que surjan en la vida útil de la Obra.

DOCUMENTO N° 4:

**ESTUDIO DE IMPACTO
AMBIENTAL**

DOCUMENTO Nº 4: IMPACTO MEDIO AMBIENTAL

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

2.1. Marco legal.

2.2. Legislación específica del estado español

2.2.1. Decreto sobre evaluación del impacto ambiental

2.2.2. Reglamento sobre evaluación del impacto ambiental

2.3. Legislación de la comunidad autónoma de Cantabria

2.3.1. Evaluación del impacto ambiental

2.3.2. Estimación del impacto ambiental

3. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.1. Valoración cualitativa del impacto ambiental

3.1.1. Selección de zonas optimas del parque

3.1.2. Estudio del proyecto y su entorno

3.1.3. Acciones del proyecto.

3.2. Identificación y valoración de impactos

3.2. 1. Identificación

3.3. Valoración del impacto ambiental

4. MEDIDAS CORRECTORAS Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

5. IMPACTOS RESIDUALES Y PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

6. PLAN DE DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales motivos de la explotación de los recursos renovables de producción de energía es, además de su rentabilidad, el escaso, o nulo, efecto que tienen sobre la degradación del medio ambiente. La correcta implantación de la energía eólica está contribuyendo actualmente a un menor consumo de combustibles sólidos y nucleares. La no utilización de esta energía renovable contribuiría a aumentar el efecto nocivo de los agentes de contaminación atmosférica (cenizas, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y dióxido de carbono) o el riesgo propio de las centrales nucleares.

Sin embargo, no se debe olvidar que, si bien la energía eólica contribuye a un ahorro de contaminantes atmosféricos, hay otros aspectos, quizá no tan graves pero que han de tenerse en cuenta al proyectar un parque eólico: impacto sobre el medio físico, sobre la biocenosis e impacto social. De estos factores depende la aceptación popular de este tipo de Instalaciones.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

2.1. Marco legal.

La regularización de la Evaluación del Impacto Ambiental cuenta en el Derecho Comunitario con una directiva sobre evaluación de las incidencias de los proyectos públicos y privados sobre el Medio Ambiente (85/337/CEE) que fue aprobada por el Consejo el 27 de Junio de 1.985.

Desde el primer programa de medio ambiente se establece el principio de prevención de que:

- La mejor política de medio ambiente consiste en evitar desde el origen la contaminación y otras perturbaciones, más que combatir posteriormente sus efectos.
- Conviene tener en cuenta todo lo posible la incidencia de todos los procesos de planificación y de decisión sobre el Medio Ambiente.

La evaluación debe efectuarse en base de una información adecuada, proporcionada por el promotor y eventualmente completada por las autoridades y por el público susceptible de ser afectado por el proyecto. La directiva comprende 14 artículos y tres anexos con la lista de los proyectos que en todo caso deberán ser sometidos a la evaluación, lista de proyectos para los que se recomienda la evaluación cuando los Estados miembros consideren que sus características los exigen, y contenido de la información que debe aportar el responsable del proyecto. La directiva comienza estableciendo un ámbito que es el de los proyectos públicos o privados susceptibles de tener una incidencia notable sobre el Medio Ambiente y exceptúa los que se referían a la defensa nacional, y a los aprobados por acto legislativo específico debiendo atender dentro del procedimiento legislativo los objetivos de la directiva, y define los conceptos de proyecto, responsable civil de la obra, autorización y autoridad competente.

El artículo 2 se refiere a las obligaciones de los Estados miembros de adoptar las disposiciones necesarias para integrar la EIA en los procedimientos de autorización o concesión existente o en su defecto crear uno nuevo, así como condiciones para las excepciones de proyectos específicos del régimen de la EIA.

Conforme a los artículos 4 a 11, los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores como son el hombre, flora, fauna, suelo, agua, aire, clima y paisaje, interacción entre factores relacionados anteriormente, bienes materiales y patrimonio cultural, son determinados de manera apropiada por la Evaluación del Impacto Ambiental.

2.2. Legislación específica del estado español

2.2.1. Decreto sobre evaluación del impacto ambiental

El Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación del Impacto Ambiental, incorpora al ordenamiento jurídico español la directiva de la CEE.

Este Real Decreto completa y normaliza la EIA como procedimiento administrativo partiendo de la citada directiva comunitaria, sin otros trámites que los estrictamente exigidos por la economía procesal y los necesarios para la protección de los intereses generales y se aplica a las obras, instalaciones o actividades sometidas al mismo, y que se relacionan en el Anexo, que se han iniciado a partir del 1 de Julio de 1988.

2.2.2. Reglamento sobre evaluación del impacto ambiental

El Real Decreto 1131/88, de 30 de Septiembre aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

El artículo 6 de este reglamento establece que: "La evaluación del impacto ambiental debe comprender, al menos, la estimación de los efectos sobre la vida humana, la fauna, la flora, la vegetación, la gea, el suelo, el agua, el aire, el clima el paisaje, y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada. Asimismo, debe comprender la estimación de la incidencia del proyecto, obra o actividad sobre los elementos que componen el Patrimonio Histórico Español, sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución".

Este R. D. Es aplicable a la Administración del Estado y a las de las Comunidades Autónomas que carezcan de competencia legislativa en materia de Medio Ambiente, así como con carácter supletorio, a aquellos que la tengan atribuida en sus respectivos Estatutos de Autonomía.

2.3. Legislación de la comunidad autónoma de Cantabria

La Diputación Regional de Cantabria, en uso de las competencias que el Estatuto de Autonomía le otorga, ha regulado las evaluaciones de impacto ambiental trasladando los principios establecidos por la Directiva de la CEE y la legislación básica del Estado, mediante el Decreto 50/1991, de 29 de Abril, de Evaluación del Impacto Ambiental para Cantabria (Boletín Oficial de Cantabria, número 239, de 15 de Mayo de 1991).

Debido a que existían un gran número de actividades con incidencia ambiental en nuestra región que no estaban previstas en la legislación del Estado y que por sus características, no requerían en principio, una evaluación de impacto ambiental exhaustiva, se incorporó un segundo listado de actividades a someter a evaluación de impacto ambiental con un procedimiento administrativo más sencillo.

El Decreto regional tiene por objeto regular la obligación de someter a Evaluación de Impacto Ambiental o Informe de Impacto Ambiental los proyectos públicos y privados consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendidas en los anexos 1 o II, respectivamente, previa a la autorización y ejecución de los mismos, siempre que se ubiquen, total o parcialmente, en el territorio de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Los proyectos incluidos en el anexo 1 del Decreto de Evaluación de Impacto Ambiental para Cantabria deberán incluir un Estudio de Impacto Ambiental, que contendrá al menos los siguientes datos:

- Descripción del proyecto y sus acciones
- Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

En su apartado 14 se especifica como obra sujeta a Declaración de Impacto Ambiental todas aquellas actuaciones públicas que puedan suponer una alteración física notable o una pérdida de los valores naturales, culturales, científicos o educativos de los espacios naturales protegidos de Cantabria, bajo figuras contempladas en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, y en los términos que en su día pueda establecer la normativa sectorial correspondiente.

2.3.2. Estimación del impacto ambiental

Es el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que, de conformidad con el artículo 4 del Real Decreto legislativo 1302/1986, se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente.

Así pues, todos los proyectos incluidos en el anexo II del Decreto de Evaluación de Impacto Ambiental para Cantabria deberán incluir un Informe de Impacto Ambiental que contendrá los siguientes datos:

- Descripción sucinta del proyecto o actividad y de sus principales parámetros:
 - Finalidad del proyecto
 - Presupuesto y cronograma de los trabajos
 - Características y localización
 - Duración prevista de la fase de instalación y de funcionamiento
 - Soluciones alternativas estudiadas

- Descripción de los efectos:
 - Recursos naturales que se emplean o consumidos
 - La liberación de sustancias.
 - Los hábitats y elementos naturales
 - Especies amenazadas

 - Equilibrios ecológicos
 - Paisaje
- Identificación de los principales aspectos con su valoración respectiva.
- Descripción de las medidas correctoras adoptadas para reducir, eliminar o compensar los efectos negativos que se puedan producir sobre el medio ambiente.

3. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.1. Valoración cualitativa del impacto ambiental

3.1.1. Selección de zonas óptimas del parque

El parque eólico que vamos a crear se instalara en una del Valle de Soba, más concretamente en la parte superior del valle, en el puerto de Los Tornos, para la selección de dicha zona sea seguido un proceso de estudio medioambiental, en el que se han tenido encuentra diversos factores y, por otro lado, los rasgos ambientales que pueden estar afectados por la instalación de dicho parque. Se han elaborado bases de datos y mapas de la distribución de los factores indicados y se han establecido criterios de aptitud o exclusión aplicables con carácter general en el análisis inicial de todo el territorio de Cantabria.

Se han tenido en cuenta los cuatro grandes tipos de impactos ambientales derivados de este tipo de instalaciones:

- impactos de ocupación, debidos de la ocupación temporal o permanente del territorio por operaciones de construcción e instalación de las torres, líneas de evacuación de energía, pistas de acceso, plazas de operación, etc. Estos impactos afectan esencialmente a elementos estáticos del territorio, tales como vegetación, áreas protegidas, elementos patrimoniales, etc., que pueden sufrir deterioro grave
- impactos sobre la fauna, especialmente sobre las aves y quirópteros, que pueden perecer por colisión o bien ver perturbadas sus zonas de alimentación, cría o tránsito
- impactos difusos por aumento de la penetración humana a través de las pistas, lo que puede dar lugar a perturbaciones de distinto tipo sobre los elementos naturales y patrimoniales;
- impacto visual

La zona que hemos seleccionado cumple los siguientes factores realizados por un estudio del Gobierno de Cantabria:

- **Recurso eólico:** de acuerdo con lo indicado por GENERCAN, es una zona potencialmente apta, con valores superiores a 6m/s, a 80 m de altura
- **Capacidad de uso del suelo:** basado en el sistema FAO y debido a que no posee una buena calidad del suelo (clase A), es apta para la construcción del parque.
- **Formaciones vegetales de interés:** es una zona de escasa vegetación, por lo que no posee bosques planocaducifolios autóctonos en los que quedaría prohibido su tala.
- **Árboles singulares:** Se ha tenido en cuenta que en la zona y alrededores con una distancia no inferior a 250 m, no haya arboles individuales que hayan sido catalogados de interés singular, debido a sus dimensiones, edad o rareza.
- **La zona seleccionada se encuentra fuera de la Red Natura 2000,** que representa espacios sensibles, que prohíbe la construcción de parques entre los LIC y las ZEPA.
- **Áreas de protección del oso pardo:** Se ha tenido en cuenta que no se ha un lugar protegido para la protección del oso pardo.
- **Espacios naturales protegidos:** se ha tenido en cuenta que no existan espacios declarados protegidos por normas nacionales o autonómicas.
- **Núcleos de población:** como veremos más adelante la zona elegida cumple el requisitos de situarse a mas de 500 m de un centro de población
- **Vías de comunicación:** La franja de estimación que se ha marcado para zonas aptas en de 500 m con respecto a carreteras, autovías y ferrocarriles, en nuestra zona circula una carreta nacional pero se encuentra a mayor distancia a la mencionada anteriormente.
- **Patrimonio (arqueológico, histórico, geológico):**para este tipo de lugares que han sido declarados Bienes de Interés Cultural (BIC) y tienen perímetros de protección legalmente definidos, se ha establecido una franja de exclusión de 100 m a partir del límite del mismo. Para otros BIC se ha establecido un perímetro de exclusión de 500 m de radio. En los demás elementos inventariados, el perímetro de exclusión es de 200 m. En nuestra zona seleccionada no existe ningún tipo de patrimonio.
- **Aves:** basándonos en el estudio realizado por la Sociedad Española de Ornitología (SEO), sobre la distribución de la avifauna, han elaborado un índice de síntesis que refleja las áreas de importancia para las aves y para una serie d especies significativas (águila real, aguilucho pálido, aguilucho cenizo, alimoche, buitre leonado, halcón peregrino, milano real). Además, se han establecido perímetros de protección de 5 km alrededor de los humedales importantes para las aves y franjas de exclusión de 300 m a ambos lados de los collados que constituyen vías de paso para las mismas. La zona seleccionada para nuestro parque no se encuentra entre las protegidas para las aves por lo que cumple con los requisitos.

3.1.2. Estudio del proyecto y su entorno

El proyecto objeto del estudio es la construcción de un parque para la producción de energía eléctrica, que tendrá una potencia instalada de 10 MW y estará conectado a la red de abastecimiento nacional de energía eléctrica.

El proyecto se basa en la instalación de una serie de aerogeneradores que están colocados de manera que se hallan repartidos a lo largo de una línea imaginaria que permiten el máximo aprovechamiento de la energía que lleva el viento, éstos además van acompañados de unas obras auxiliares como es la construcción de la caseta de control, obras auxiliares (accesos, estación transformadora, línea de A.T. de 2ª categoría para evacuación de la energía generada, etc.) y acondicionamiento.

Análisis de los factores susceptibles de recibir impactos:

➤ **Medio físico**

- **Suelo**

El lugar donde se procederá a realizar el parque, corresponde a terrenos de transición entre terraza baja y alta; suelos poco profundos, de bajo contenido en materia orgánica, de areniscas y margas calizas. Son tierras muy pobres para cultivos, debido a la escasa profundidad de los suelos. Por ello su uso pecuario. En cuanto al relieve, cabe destacar la variedad del mismo, que debido a la gran cantidad de irregularidades lo hace difícilmente aprovechable para otros fines. En la actualidad, la zona se encuentra fuera de uso industrial o agrícola alguno, luego la instalación del parque provoca un cambio de uso.

- **Geología**

Consiste en una alineación montañosa situada en el Puerto de los Tornos. Toda esta zona está considerada como muy interesante desde el punto de vista geológico, existiendo formaciones del cuaternario y del mesozoico (triásico y cretácico inferior). Los suelos predominantes en la zona son los formados por sedimentos continentales de transición.

- **Aire. Contaminación atmosférica**

La calidad del aire de la zona es inmejorable, se halla en una zona totalmente apartada de cualquier industria, núcleo urbano importante o cualquier otro contaminante del aire. El hecho de instalar el parque eólico no afectará de ninguna manera la calidad del aire, ya que no produce ningún tipo de emisión que pueda afectar esta situación.

- **Confort sonoro**

A pesar de que los aerogeneradores en su funcionamiento producen una cantidad de ruido importante, el parque no se halla cercano a la de ningún tipo de vivienda luego no se produciría por lo tanto molestia alguna.

- **El paisaje y la vegetación.**

Los terrenos donde se pretende ubicar el parque son prados y pastizales-matorrales, predominando la formación de brezal-tojal. Dichos prados el único fin que desempeñan son de actividad ganadera.

- **Clima**

En cuanto al clima, la zona de ubicación presenta un clima oceánico con temperaturas medias de 7,5° y precipitaciones medias anuales de 1500 mm, con máximos equinocciales, y una amplitud térmica de 12 grados. El meteoro que mas afectara al parque eólico será la niebla, que enmascara el impacto paisajístico, pues se trata de una zona que registra un mínimo de 200 días /año de niebla en la vertiente norte y de 70 días/año de niebla en la vertiente sur. También, debido al carácter montañoso del lugar de ubicación del parque, son previsibles las temperaturas mínimas absolutas inferiores a las -10° en un periodo de 10 años.

- **Medio socioeconómico y cultural**

- **Densidad de población**

La zona y alrededores de ubicación del parque no poseen densidad de población debido a que se situaría en el alto del puerto de Los Tornos. Una vez descendidos desde el puerto varios kilómetros existen algunos pequeños pueblos como son El prado y La Calera del Prado.

3.1.3. Acciones del proyecto:

- **Acondicionamiento de accesos y construcción de nuevos.**

Para poder acceder al lugar de instalación de las torres es necesario la creación de un camino o acceso al mismo. Hay que tener en cuenta que hay que subir maquinaria y los propios aerogeneradores, para lo que se calculan camiones que rondan los 10 metros de largo. Mediante camiones se procederán a subir todos los materiales necesarios para la construcción de los aerogeneradores como son las torres y las palas, las torres se montaran arriba, y las palas en caso de que no se pudiesen subir por dichos camiones, al estar contruidos de materiales como fibras de vidrio y de carbono, de poco peso, se pueden transportar en helicóptero hasta la crestería.

- **Cimentaciones de aerogeneradores y caseta de control**

- **Colocación de aerogeneradores y construcción de caseta de control**

- **Construcción de subestación transformadora y conexión a red eléctrica.**

Se pretende la instalación de una estación transformadora dimensionada para el funcionamiento de 5 aerogeneradores, a dicha subestación llegara una línea subterránea procedente de dichos aerogeneradores. En la subestación se elevara la tensión a nominal de la red para poder ser distribuida.

3.2. Identificación y valoración de impactos

3.2. 1. Identificación

Impacto sobre flora y avifauna

El impacto será el normal debido a una instalación: movimiento de tierras, accesos, cimentaciones, caminos, cursos de agua; es interesante analizar el impacto y ver las posibilidades de minimizarlo dejando el terreno, una vez realizada la instalación, lo más parecido al entorno anterior.

En el caso de los efectos sobre la avifauna, existen casos puntuales de colisiones de aves con molinos, que debido a causas exógenas que hacen que el índice de mortalidad supere el provocado por otro tipo de obstáculos, como son los cables de alta tensión, antenas, etc.

Las aves colisionan a menudo con líneas aéreas de alta tensión, mástiles, postes y ventanas de edificios. También mueren atropelladas por los automóviles. Sin embargo, rara vez se ven molestadas por los aerogeneradores. El Ministerio de Medio Ambiente Danés (siempre hablamos de países que tienen más implantada la energía eólica y, por tanto, en los que podemos basarnos) indica que las líneas de alimentación, incluidas las líneas de alimentación que conducen a los parques eólicos, representan para las aves un peligro mucho mayor que los aerogeneradores en sí mismos.

La línea eléctrica se presenta como la más importante causa de accidentes con aves, siendo evitable realizando conducciones subterráneas, aunque el incremento de costes que ello supone hace que se evite esta solución, sustituyéndola en el mejor de los casos por señalizaciones (tubos de polietileno, cintas de plástico, bolas de plástico, etc.).

Se puede producir normalmente por contacto simultáneo del ave a dos conductores, siendo más frecuente el contacto a un conductor y derivación a tierra. Las líneas en las que se da este impacto con mayor frecuencia son las de menos de 45 kV, por la menor separación entre conductores. Con objeto de minimizarlo debe aplicarse la legislación existente para la protección de la avifauna en instalaciones aéreas.

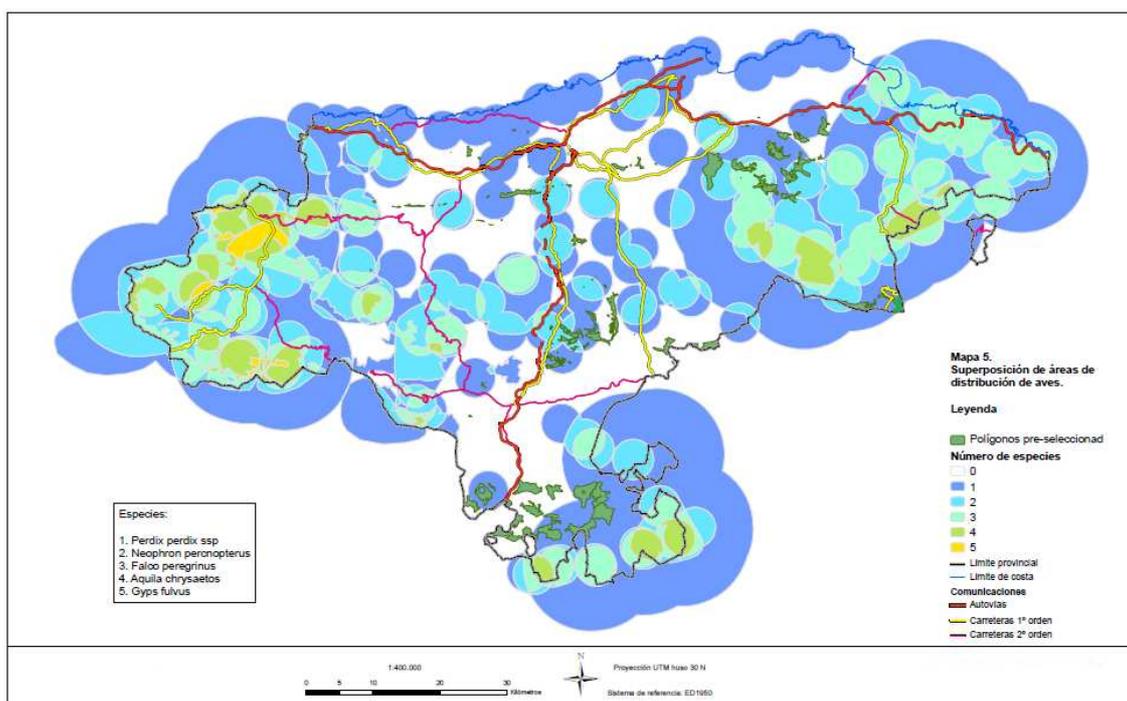
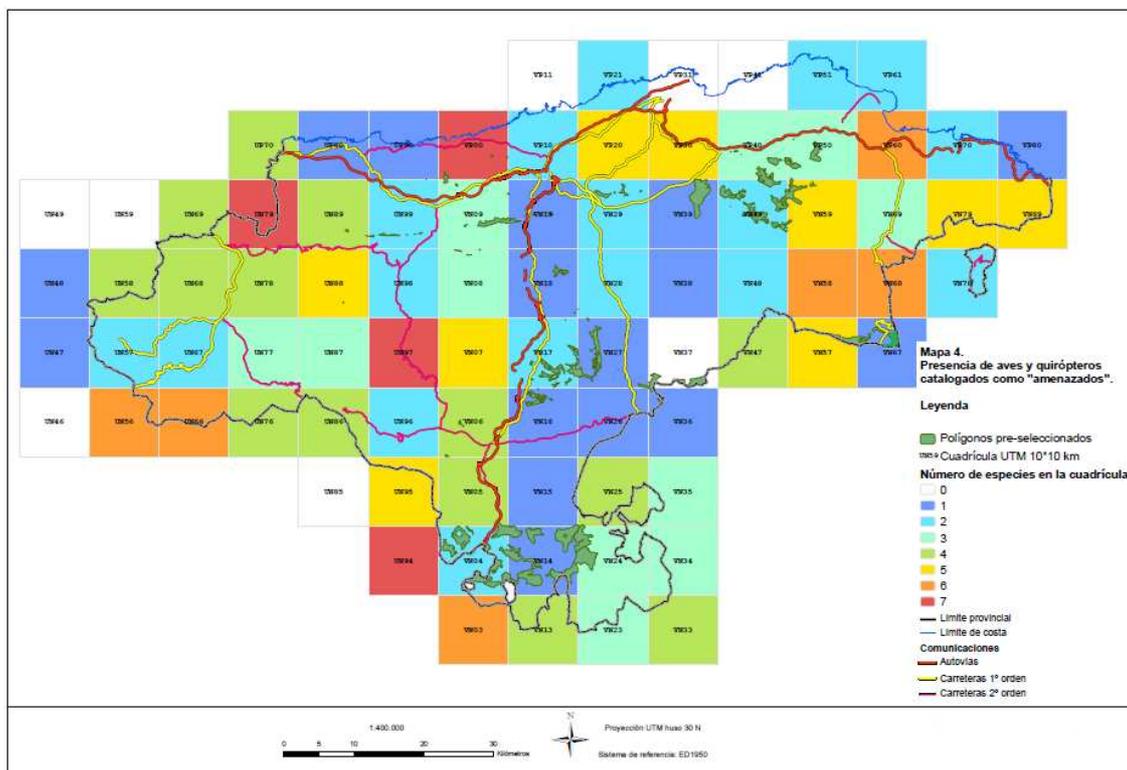
Algunas aves se acostumbran a los aerogeneradores muy rápidamente, a otras les lleva algo más de tiempo. Así pues, las posibilidades de levantar parques eólicos al lado de santuarios de aves dependen de la especie en cuestión. Al emplazar los parques eólicos normalmente se tienen en cuenta las rutas migratorias de las aves y especialmente zonas de alto número de especies sensibles o en peligro de extinción, aunque estudios sobre las aves realizados en Yukón en el norte de Canadá muestran que las aves migratorias no colisionan con los aerogeneradores (Canadian Wind Energy Association Conference, 1997).

Si bien este tipo de impacto es importante, cabe indicar que la experiencia acumulada en nuestro país es la de no haberse detectado ningún caso de mortalidad por estas causas en las instalaciones de explotación, algunas de las cuales se sitúan en zonas típicas de paso de aves migratorias y llevan en funcionamiento permanente desde 1988.

Parque eólico "Monte Zalama"

Realizado un estudio del impacto sobre las aves que circulan por la zona del parque, como podemos observar en los mapas siguientes, el primer mapa nos muestra el número de especies que se encuentran en la zona, apenas hay aves, solo una especie se encuentra por esos parajes.

En el siguiente mapa se observa la especie que se puede ver afectada por los aerogeneradores que es la perdiz.



Impacto visual

Respecto al impacto visual, es verdad que cualquier estructura recortada vertical con partes móviles destaca en el paisaje y atrae la atención del observador, también es verdad que esta reacción es subjetiva y difícil de cuantificar, ya sea positiva o negativamente.

El impacto visual de estas instalaciones depende de criterios fundamentalmente subjetivos: un parque de unos pocos aerogeneradores puede llegar a ser atractivo, pero una gran concentración de máquinas obliga a considerar el impacto visual y la forma de disminuirlo

Con objeto de evitar, en la medida de lo posible, el efecto visual negativo se emplean colores adecuados, torres de celosía, posición apropiada de las instalaciones en la orografía del lugar... y se cuida la distribución de aerogeneradores atendiendo a la perspectiva desde las carreteras más cercanas.

Los accesos minimizan su impacto evitando al máximo posible el movimiento de tierras necesario, recuperando inmediatamente el cubriente vegetal afectado y autorizándose el paso sólo al personal de explotación de las instalaciones.

En general, para este tipo de impacto puede indicarse que:

- La orografía del terreno juega un papel importante
- La orientación respecto al observador supone criterios de tipo subjetivo.
- Los ángulos de visualización y el impacto pueden establecerse en tres niveles:
 - Primer nivel, dentro de la instalación o colindante con ésta, con un gran impacto.
 - Segundo nivel o intermedio, en el que la topografía suele minimizar el impacto hasta hacerlo incluso nulo.
 - Tercer nivel, a partir de un kilómetro de la instalación, en el que el impacto depende muy directamente de la dirección de visualización del observador.
 -

Los elementos característicos de una instalación eólica que producen este tipo de impacto son: aerogeneradores, caseta, líneas eléctricas y los accesos a la instalación.

Los aerogeneradores suelen minimizar su impacto mediante colores y formas atractivas.

La edificación suele posicionarse en una zona no muy visible a cierta distancia, sirviéndose de la orografía existente y empleando el cromatismo más adecuado para asemejarse a las construcciones de la zona de implantación en cuanto color y formas. Las líneas eléctricas no causaran impacto ya que irán enterradas.

Los accesos minimizan su impacto evitando al máximo posible el movimiento de tierras necesario, recuperando inmediatamente el cubriente vegetal afectado y autorizándose el paso sólo al personal de explotación de las instalaciones.

Con el fin de tener más información para la construcción de los aerogeneradores se ha procedido a medir el impacto visual del parque en la zona seleccionada teniendo en cuenta que los aerogeneradores a instalar poseen una altura de 80 m y un diámetro entre palas de 90 m y una distancia entre máquinas de 3 veces el diámetro.

En primer lugar, se ha determinado el "área de visibilidad máxima" de un aerogenerador de 80 m de altura situado en el punto culminante del polígono. Se entiende por visibilidad máxima la superficie del territorio de Cantabria desde la cual se podría ver el generador (independientemente de la distancia a la que se encuentre el observador) y se muestra junto con la red de carreteras nacionales y los núcleos de población.

También se indica la superficie de las áreas de visibilidad del polígono, así como la población y los km de carreteras de distintos tipos que se encuentran dentro de cada área de visibilidad. También se ha determinado la "magnitud del efecto visual" (MEV), expresada como:

$$MEV = AV \times P \times VC$$

Siendo:

AV: área de visibilidad (km²)

P: población dentro de AV (personas)

VC: vías de comunicación dentro de AV (km)

MEV: magnitud del efecto visual (km³.personas)

En la siguiente tabla veremos en área seleccionada y el estudio hecho sobre la visibilidad del parque, población, vías de comunicación y magnitud del efecto visual.

Superficie cuenca visual (Km ²)	161
Población residente en cuenca visual	7.117
Autovías en cuenca visual (Km)	0,00
Carreteras de categoría I en cuenca visual (Km)	7,41
Carreteras de categoría II en cuenca visual (Km)	76,24
MEV (Km ³ * persona * 10 ⁶)	80,86

El impacto visual siempre se compara en Cantabria con el impacto visual que producen la torre de Laredo y el monumento al indiano de Peña Cabarga, que respectivamente su magnitud del efecto visual es:

- Para la torre de Laredo de 210,71 Km³ * persona * 10⁶
- Para el monumento al indiano de 131.227,05 Km³ * persona * 10⁶

Impacto del ruido

Se observa que los niveles de emisión sonora de todos los nuevos diseños de aerogeneradores tienden a agruparse en torno a los mismos valores. Esto indica que las ganancias debidas a los nuevos diseños, por ejemplo puntas de pala más silenciosas, se gastan en aumentar ligeramente la velocidad en punta de pala (la velocidad del viento medida en la punta de la pala) y, por tanto, a aumentar la energía producida por las máquinas.

Por lo tanto, el sonido no es un problema principal para la industria, dada la distancia a la que se encuentran los vecinos más cercanos (normalmente se observa una distancia mínima de unos 7 diámetros de rotor o 300 metros).

El impacto derivado del ruido que hacen los aerogeneradores durante su funcionamiento se dividen en dos tipos, en función de la naturaleza de su fuente: ruido mecánico procedente del generador (caja multiplicadora, bobinas, conexiones, etc.) y ruido aerodinámico producido por el movimiento de las palas.

El ruido mecánico se disminuye con mejores diseños de todos los elementos. En el caso del ruido aerodinámico, existe el ruido debido al flujo inestable del aire sobre las palas, (ruido denominado de banda ancha), que suele tener un cierto ritmo, y el ruido de baja frecuencia, (inaudible, pero que puede llegar a producir vibraciones en viviendas a cierta distancia), denominado ruido irreflexivo. Este último depende del número y de la forma de las palas y de las turbulencias locales.

Con altas velocidades de viento y de rotación de la turbina, este ruido se intensifica por lo que existen proyectos que buscan reducir el ruido mediante sistemas que reduzcan la velocidad del rotor.

Los límites permisibles de ruido varían de un país a otro, tomando como límite de ruido industrial aceptable entre 40 y 60 dB. Últimamente se está empezando a crear una normativa al respecto que regule la forma de diseñar de modo que los aerogeneradores produzcan el menor ruido posible.

Un aerogenerador produce un ruido similar al de cualquier otro equipamiento industrial de la misma potencia. El efecto nocivo se debe a que mientras que los equipos convencionales se encuentran normalmente encerrados en edificios o compartimentos especialmente pensados para disminuir su nivel sonoro, los aerogeneradores deben trabajar al aire libre y cuentan con el elemento transmisor que el propio viento.

La frecuencia se encuentra entre 200 Hz hasta los 2 KHz con una intensidad baja y continua.

Los conceptos de percepción de sonido y de medición no son ampliamente conocidos por el público en general, aunque son fáciles de entender. También es fácil predecir el efecto sonoro de los aerogeneradores.

Ruido de fondo

El ruido enmascarado ahoga el ruido de la turbina. Ningún paisaje está en silencio absoluto. Las aves y las actividades humanas emiten sonidos y, a velocidades de viento de alrededor de 4-7 m/s y superiores, el ruido del viento en las hojas, arbustos, árboles, mástiles, etc. enmascaran (ahogan) gradualmente cualquier potencial sonoro de los aerogeneradores.

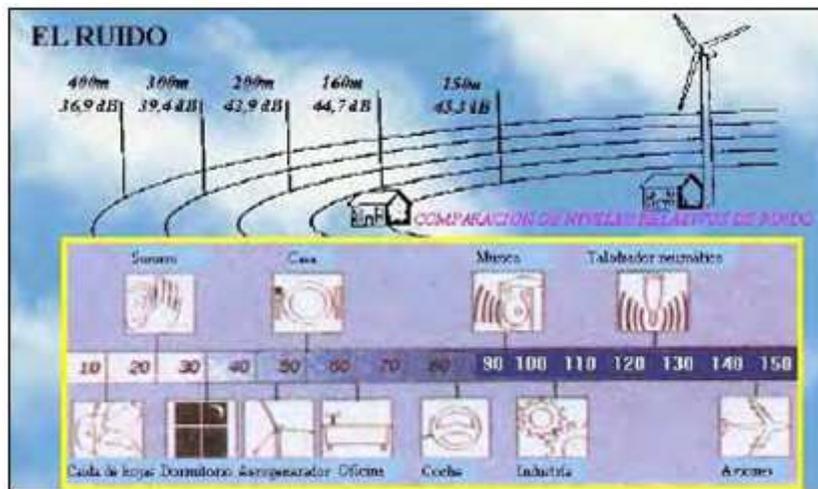
Esto hace que la medición del sonido de los aerogeneradores de forma precisa sea difícil. Generalmente, a velocidades de 8 m/s y superiores es una cuestión inútil el discutir las emisiones de sonido de los modernos aerogeneradores, dado que el ruido de fondo enmascarará completamente cualquier ruido de la turbina.

La influencia de los alrededores en la propagación del sonido.

La reflexión del sonido por parte de las superficies del terreno y de los edificios puede hacer que el mapa de sonido sea diferente en cada localización. En general, corriente arriba de los aerogeneradores apenas se oye ningún sonido. Por lo tanto, la rosa de los vientos es importante para registrar la dispersión sonora potencial en diferentes direcciones.

La distinción entre ruido y sonido es un fenómeno con un alto factor psicológico, no es fácil elaborar un modelo sencillo y universalmente satisfactorio del fenómeno del sonido. Un estudio llevado a cabo por el instituto de investigación danés "DK Teknik" indica que la percepción del sonido de los aerogeneradores por parte de las personas está más gobernada por su actitud hacia la fuente de sonido que por el sonido real en sí mismo.

Otra comparación relativa entre los niveles característicos del ruido en los aerogeneradores y otros equipos podemos verlo en siguiente dibujo, en la que también puede observarse la disminución producida en función de la distancia.



Impacto por erosión

Los impactos de erosión son producidos principalmente por el movimiento de tierras en la preparación de los accesos al parque eólico.

Otras causas de impacto suelen ser, aunque con menor intensidad, la realización de cimentaciones y la construcción de la edificación de la instalación.

Para minimizar estos riesgos deben analizarse al menos los estudios siguientes:

- De hidrología y pluviometría
- Trazado y perfiles transversales del camino.
- Impacto sobre la vegetación de las vaguadas y cursos de agua.

Destacaremos aquí el hecho de que no se producen ni en la ejecución ni en la construcción del proyecto grandes movimiento de tierras. Los accesos, que generalmente son los movimientos más importantes, se hacen aprovechando los caminos vecinales.

En el tema de las cimentaciones aunque es necesaria la excavación de zapatas de hormigón, el impacto de estos movimientos puntuales afecta únicamente en un pequeño período de tiempo durante la construcción. Más importante es el tema de las zanjas, que recorren las cuerdas de aerogeneradores hasta la estación de transformación en las que pasamos a líneas aéreas.

Alteraciones del medio socioeconómico

Las alteraciones que las instalaciones eólicas producen en el medio socioeconómico son muy positivas, tanto a escala local como regional e incluso nacional. Las razones fundamentales se deben a que se generan puestos de trabajos (directos e indirectos) con alto nivel de calificación profesional, además de no producir por su carácter limpio la emisión de contaminantes en la producción energética.

Por otra parte, los terrenos más azotados por el viento no suelen ser de un aprovechamiento agropecuario intensivo: o bien son cultivos pobres, o bien son utilizados para cría de ganado, y las instalaciones actualmente en funcionamiento permiten mantener una buena convivencia entre ambos aprovechamientos, agropecuario y eólico, no afectando al primero salvo parcialmente durante las obras de instalación, que por otro lado son de poca duración. Durante la vida de las instalaciones, el único factor que puede afectar esta convivencia es el ruido, efecto ya analizado.

3.3. Valoración

Comenzamos la valoración cualitativa propiamente dicha. La matriz de impactos, que es del tipo causa-efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos.

Para su ejecución será necesario identificar las acciones que puedan causar impactos, sobre una serie de factores del medio, o sea determinar las matrices de identificación de efectos.

Ambas matrices nos permitirán identificar, prevenir y comunicar los efectos del Proyecto en el Medio, para posteriormente, obtener una valoración de los mismos. Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados, es conveniente conocer su estado de conservación actual, antes de acometer el proyecto, o sea, la calidad ambiental del entorno que puede verse alterado. La medida de esa calidad ambiental se conoce como valor ambiental.

A estos efectos, los factores ambientales se clasifican en:

➤ **Cuantificables:**

- Directamente: Su valoración no ofrece problemas (nivel de ruido, densidad de población, cabezas de ganado).
- A través de un indicador: Es necesario y a veces dificultoso encontrar una unidad de medida (índices de calidad del aire y del agua, índices de confort climático, accesibilidad a un territorio, estructura de la propiedad, nivel cultural, pérdida de suelo, cubierta vegetal, valor ecológico, calidad de vida...).

➤ **Cualitativos:**

- Objetivos: Existen criterios objetivos de valoración ampliamente aceptados (interés de un monumento artístico, de una formación geológica, escalas proporcionales de vegetación y fauna, escalas jerárquicas de vegetación y fauna...).
- Subjetivos: La valoración constituye una experiencia de tipo subjetivo (valoraciones educacionales e históricos, sensaciones, olores, paisaje...).

➤ Los no medibles se reflejan en la siguiente tabla:

Extensión	Área de influencia en relación con el entorno
Complejidad	Compuesto de elementos diversos
Rareza	No frecuente en el entorno
Representatividad	Carácter simbólico
Naturalidad	Natural, no artificial
Abundancia	En gran cantidad en el entorno
Diversidad	Abundancia de elementos distintos en el entorno
Estabilidad	Permanencia en el entorno, firmeza
Singularidad	Valor adicional por la condición de distinto o distinguido
Irreversibilidad	Imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de auto depuración
Fragilidad	Endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor
Continuidad	Necesidad de conservación
Insustituibilidad	Imposibilidad de ser sustituido
Clímax	Proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
Interés ecológico	Por su peculiaridad ecológica
Interés histórico	Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
Dificultad de conservación	Dificultad de subsistencia en buen estado
Significación	Importancia para la zona de entorno

La matriz de importancia, una vez identificados las acciones y factores del medio, nos permitirá obtener una valoración cualitativa.

Esta valoración se obtendrá a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Vamos a describir a continuación el significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento tipo de valoración cualitativa o matriz de importancia:

- Signo: El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- Intensidad (I): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El baremo de valoración está comprendido entre 1 y 12, donde 12 expresa una destrucción total del factor y el 1 una afección mínima.
- Extensión (EX): Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Para efectos muy localizados, se considera un carácter puntual valor 1. Si no admite una ubicación precisas, valor 8.
- Momento (MO): Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerado. Si el tiempo es nulo, el MO será inmediato, valor 4. Si es a largo plazo, valor 1.
- Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición. Si dura menos de un año, efecto fugaz, valor 1. Superior a los 10 años, efecto permanente, valor 4. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
- Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, valor 1. Si es irreversible, valor 4. Los intervalos de tiempo son los mismos que la persistencia. La importancia de impacto tendrá valores entre ocho y cien.

$$\text{IMPORTANCIA}=\pm (3I+2EX+MO+PE+RV)$$

1) Identificación de acciones que pueden causar impactos

De entre las muchas acciones susceptibles de producir impactos, estableceremos dos relaciones definitivas, una para cada periodo de interés considerado, es decir, acciones susceptibles de producir impactos durante la fase de construcción o instalación y acciones que pueden ser causa de impactos durante la fase de funcionamiento o explotación, o sea, con proyecto ejecutado.

➤ En la fase de construcción se producen diferentes acciones como:

- Modificación de hábitat
- Alteración de la cubierta vegetal
- Alteración hidrológica
- Pavimentación
- Instalaciones
- Accesos
- Trafico
- Desmante/Relleno
- Señalización

➤ Durante la fase de explotación aparecerán los siguientes factores:

- Generación de electricidad
- Subestaciones de Transformación
- Postes y líneas de electricidad
- Ruidos. Confort sonoro
- Accesos
- Trafico
- Barreras
- Incendios

2) Identificación de los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos.

El medio ambiente va a tener una mayor o menos capacidad de acogida del proyecto y que de alguna manera evaluamos, estudiando los efectos que sobre los principales factores ambientales causan las acciones identificadas de acuerdo con el apartado anterior:

Aire	Nivel de ruidos
Tierra	Erosión Capacidad agrícola
Agua	Recursos hídricos Calidad de agua
Flora	Especies herbáceos y arboleras
Fauna	Fauna
Paisaje	Paisaje intrínseco y extrínseco
Territorio	Cambio de uso Desarrollo urbano Desarrollo turístico Zonas verdes
Infraestructura	Abastecimiento
Población	Nivel de empleo
Economía	Compra venta de terrenos Ingresos administrativos Ingresos economía local

3) Valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados.

Tenemos así la matriz de importancia que nos refleja una valoración cualitativa del impacto de las acciones sobre los factores del medio. En el siguiente apartado, parte de éste pero que separamos por su importancia y por la extensión de la que nos ocupa, vamos a desarrollar la valoración cualitativa, en la que se analizarán en primer lugar las principales acciones que pueden causar impactos, y en una fase posterior los factores susceptibles de recibirlos.

Impactos sobre la atmósfera aire. Emisión de contaminantes

La atmósfera terrestre es la envoltura gaseosa, de unos 2000 km. De espesor que rodea la tierra. La capa más importante es la troposfera, en la que se desarrollan los fenómenos meteorológicos que determinan el clima.

El aire es una mezcla de elementos, constantes (nitrógeno, oxígeno y gases nobles) cuyas proporciones son prácticamente invariables, y accidentales (CO₂, CO, NO₂, SO₂, vapor de agua, O₃...) cuya cantidad es variable según el lugar y el tiempo.

Los componentes accidentales son los contaminantes. La contaminación que existe en la atmósfera libre sin influencia de focos de contaminación específicos recibe el nombre de Contaminación de base. La contaminación de fondo, es la que existe en un área definida, en la situación preoperacional, o sea, antes de instalar un nuevo foco de contaminación.

Nivel de emisión, es la cantidad de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos, medida en peso o en volumen por unidad de volumen de aire, existente entre cero y dos metros de altura sobre el suelo.

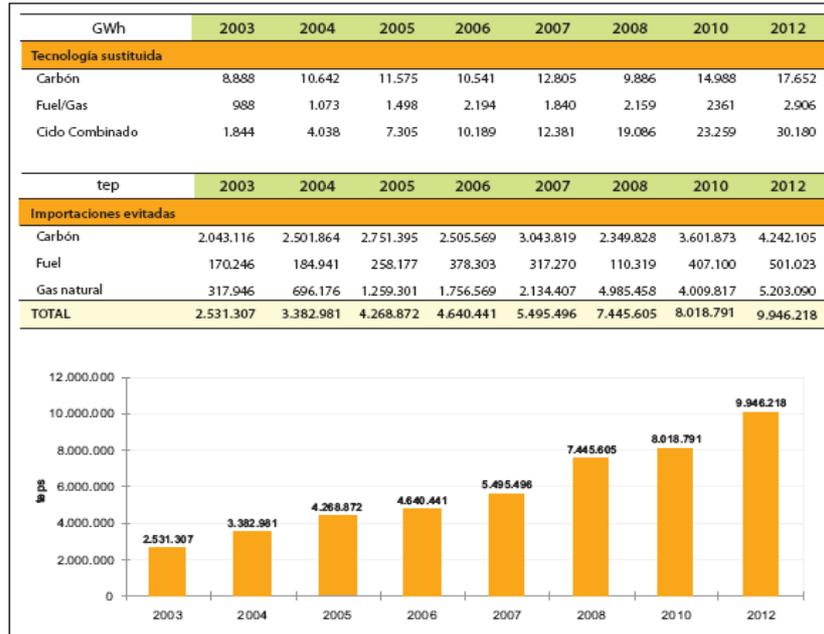
Nivel máximo admisible de emisión, es la cantidad máxima de un contaminante del aire que la ley permite emitir a la atmósfera exterior. Se establece un límite para la emisión instantánea y otro para los valores medios en diferentes intervalos.

Si atendemos a la mejora ambiental en la calidad atmosférica, cabe decir que con el Proyecto evaluado, se evita la emisión de gases (de efecto invernadero y lluvia ácida), así como la producción de residuos radiactivos, al sustituir parte de la actividad de una central térmica o nuclear.

Las actividades desarrolladas por el Sector Eólico han contribuido al cuidado del medioambiente evitando emisiones de gases de efecto invernadero y otros gases nocivos para la salud humana que se hubiesen producido con las fuentes de energía a las que ha sustituido:

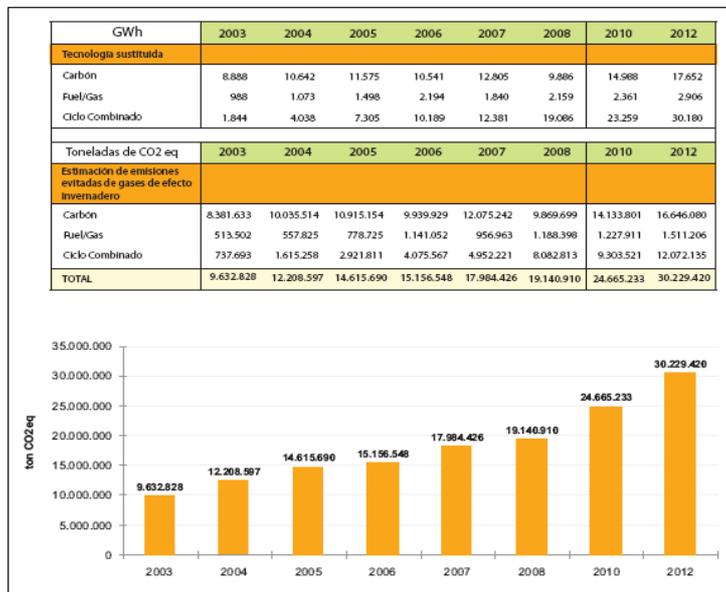
- La generación de electricidad de origen eólico ha evitado aproximadamente 19 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el año 2008; un 3,5% del total de emisiones nacionales (datos del año 2006).
- En el periodo 2003-2008, la energía eólica ha evitado un acumulado de más de 88 millones de toneladas de CO₂ equivalente.
- Según las simulaciones realizadas para el periodo, las emisiones evitadas serán mucho mayores en los años 2010 y 2012: más de 24,6 y 30,2 millones de toneladas.
- Considerando un precio de derecho de emisión por la tonelada de CO₂ de 21,1€, en 2008 el coste evitado por la generación eólica en utilización de derechos fue de 405,5 millones de €.

Parque eólico "Monte Zalama"



Adicionalmente, la producción de energía a partir de la energía eólica ha:

- Evitado 15.104 toneladas de NOx derivadas de las combustiones de combustibles fósiles: carbón, fuel y gas natural.
- Evitadas 27.781 toneladas de SO2 derivadas de las combustiones de combustibles fósiles que tienen algún contenido de azufre; en este caso carbón y fuel.



Impacto acústico de las obras y aerogeneradores

El sonido se define como toda variación de presión en cualquier medio, capaz de ser detectada por el ser humano.

Llamamos ruido a todo sonido indeseable para quien lo percibe. El oído humano es capaz de percibir las señales acústicas cuya frecuencia está comprendida entre 20 y 20000 Hz y cuya banda de presiones dinámicas va desde $2 \cdot 10^{-4}$ a $2 \cdot 10^3$ μ bares.

- En la emisión:
 - Nivel de presión ($AP > 2 \cdot 10^4$ μ bares)
 - Espectro de frecuencias
 - Direccionalidad.

- En la propagación:
 - Atenuación, absorción y aislamiento del medio en que tiene lugar la propagación.

- En la recepción:
 - Sensación sonora y respuesta a nivel personal y colectiva.

En definitiva, el área que nos ocupa permanece alejada de núcleos grandes de población que le puedan afectar acústicamente. Por lo tanto, se pueden percibir aún los sonidos de la naturaleza, del orden de los 11 db, apenas audibles por el oído humano.

Esta ausencia, pues, de focos de sonidos fuertes como poblados o zonas de acceso hacen que el nivel sonoro del viento sea el predominante. Dado que el funcionamiento de los aerogeneradores se realiza a velocidades entre 4 y 25 m/seg, se puede decir que cuando la percepción acústica se vea favorecida por la ausencia de viento, el parque no estará en producción, mientras que, cuando los aerogeneradores estén funcionando a su máximo rendimiento, el nivel sonoro ambiental (producido por el viento) será tan alto que la percepción del ruido generado por el viento al chocar con las palas será menos perceptible que con otras condiciones.

1). Fase de construcción

Durante la fase de construcción del Parque Eólico se prevé la alteración del nivel sonoro ambiental como consecuencia de la presencia de focos emisores como es el tráfico de vehículos pesados y el uso de determinada maquinaria (cementeras, grúas, martillos de perforación, etc.).

Como ejemplos cabe señalar que un camión de más de 200 CV genera un nivel de presión sonora de 85 db (A) y una furgoneta diesel 75 db (A).

En el ámbito de la construcción, el martillo neumático genera niveles de potencia sonora de 110 db (A), un nivel para el que se hace necesaria la protección al trabajador y que supone un fase de ruido muy alto durante la construcción del Parque. En general las máquinas herramientas generan niveles de ruido que van de los 80 a 95 db (A).

2). Fase de funcionamiento

Para conocer los niveles de ruido de los aparatos se consultó el ensayo de un aerogenerador de las características del proyecto El tráfico de vehículos para mantenimiento en la fase de explotación es otro foco potencial de emisión de ruidos.

Sólo se tuvo en cuenta para su valoración el tráfico por las pistas de los vehículos exclusivos para mantenimiento del Parque y no se consideró el uso de las pistas con otros fines.

Los niveles de ruido de un aerogenerador de las características mencionadas son relativamente bajos. Durante el funcionamiento de los mismos el nivel sonoro ambientales por se mismo elevado, con lo cual el ruido de la propia máquina se ve enmascarado por el sonido ambiente.

El nivel de ruido de un aerogenerador a 75 m es algo mayor que el de una conversación y menor que el existente en una oficina.

El origen del ruido en el aerogenerador es de varios tipos:

➤ Ruido aerodinámico:

Es el ruido producido por la circulación de aire sobre obstáculos como la torre y las palas. La alta velocidad periférica de la pala que puede llegar hasta los 265 km/h produciendo turbulencias, siendo éstas fuente de ruido aerodinámico. Para que exista turbulencia en un fluido (líquidos y gases) es necesario que se sobrepase un valor crítico del número de Reynolds (turbulencia $Re > 2000$) el cual tiene una relación directa con la velocidad del fluido, en este caso, el aire. La velocidad la velocidad del fluido, en este caso, el aire. La velocidad periférica de la pala se señala por diferentes autores con un factor importante en el origen del ruido aerodinámico.

➤ Ruido mecánico:

Se produce por excentricidades entre ejes, rozamientos entre engranajes y viene influenciado en gran medida por la calidad de los mecanizados y de los tratamientos superficiales de las piezas en contacto. En este aspecto es muy importante el adecuado mantenimiento de las máquinas.

➤ Ruido de origen eléctrico:

Se produce en el transformador y generador. El espectro del ruido es de baja frecuencia. El ruido tiene un característico zumbido a 50 Hz cuyo nivel sonoro se mantiene constante independientemente de la carga a la que está trabajando el transformador.

La emisión de ruido eléctrico es muy pequeña, prácticamente imperceptible en condiciones normales.

Vamos a evaluar el ruido del Parque en la situación de funcionamiento de los aerogeneradores. En base a estudios preestablecidos de este modelo de aerogenerador se puede decir que la distancia de influencia es de aproximadamente 600 m, considerando la totalidad de los aerogeneradores para una velocidad de viento de 8 m/s (velocidad de ensayo de la máquina).

Esta distancia es la máxima teórica, sin considerar la atenuación del ruido en el terreno, considerando esta atenuación del terreno tendríamos como área de influencia sonora una longitud de 400 m. (Atenuación de 2 dB/100 m).

Entendemos por distancia de influencia la longitud máxima desde un aerogenerador hasta el punto donde la atenuación sonora sea de 45 dB, punto donde el Parque deja de tener repercusión sonora con respecto al nivel sonoro ambiental.

No hay, si atendemos a los planos, ninguna población o lugar habitable en 600 m a la redonda de la cuerda de los aerogeneradores, con lo cual el sonido que llega hasta las poblaciones cercanas es ínfimo o nulo.

CONCLUSIONES:

Si atendemos a la exposición precedente, se puede afirmar que durante la construcción del parque, aunque la emisión de ruidos debido a la maquinaria y al tránsito de vehículos pesados puede ser elevada, si bien el efecto es fugaz y la reversibilidad es completa una vez terminado de construirse el parque, no afectando a las poblaciones cercanas.

Durante la fase de funcionamiento del parque eólico y después de los análisis realizados, se puede concluir que, ninguna de las poblaciones cercanas se ve afectada por el parque.

El ruido de los aerogeneradores en su área de influencia sonora, durante su funcionamiento, se mantiene por debajo de los límites que marcan generalmente las ordenanzas municipales de la mayoría de los ayuntamientos de España:

El espectro sonoro de los aerogeneradores se puede considerar de baja frecuencia, y no se encuentra en la zona donde el oído humano presenta mayor sensibilidad sonora, con lo cual no podrá resultar molesto.

La experiencia en otros parques en los que se ha colocado el mismo tipo de aerogeneradores que los de este parque, nos dice que la percepción subjetiva del ruido del aerogenerador no es en absoluto molesta y permite establecer una conversación normal en el pie de la torre.

Hay que señalar que el nivel sonoro del viento es elevado (45 db) y dado que el funcionamiento de los aerogeneradores se realiza a unas velocidades de viento de entre 4 y 25 m/seg se puede decir que cuando la percepción acústica se ve favorecida por la ausencia de viento, el parque no estará en producción.

El impacto del ruido, como ya se ha visto, no influye para nada en la vida rural de los pueblos cercanos. La distancia de estos a la cuerda de aerogeneradores, la atenuación del terreno, y por último, la propia sensación sonora del medio ambiente atenúan y corrigen por completo el sonido de los aerogeneradores. Incluso se puede concluir que debajo mismo del aerogenerador el ruido que se produce es menor que el del tránsito de una carretera, ruido al que por otra parte, todo el mundo acaba por acostumbrarse.

Se recomienda dentro del Plan de Vigilancia Ambiental realizar un seguimiento de los niveles de ruido de los aerogeneradores. Con ello se conseguiría comprobar los datos teóricos de ruido aportados por el presente informe.

También será necesario para conocer la evolución del ruido, realizar periódicamente un control del nivel sonoro del parque en su área de influencia.

Finalmente decir que el uso de las pistas por el personal de mantenimiento es otro foco potencial de emisión e ruido durante el funcionamiento del Parque. Se considera de muy poca importancia por el escaso mantenimiento necesario del mismo.

Impacto paisajístico

El impacto visual es bajo. Si a esto le añadimos que las cuerdas se colocan aprovechando los viales existentes (los mismos que se utilizan para los accesos) el impacto visual disminuye varios enteros. Asimismo, y como ocurre con el ruido, si se coloca una pantalla de arbolado entre los núcleos de población y la visual del parque, este impacto será nulo.

Efectos sobre el medio

El parque eólico va a afectar paisajísticamente sobre la naturalidad de la zona al introducir objetos extraños al medio ambiente y apenas sobre la singularidad, ya que no se destruyen elementos singulares ni naturales ni de alto interés arquitectónico o cultural.

No afecta en ninguna medida sobre el agua ni sobre la vegetación (desde el punto de vista paisajístico no de destrucción de hábitat que mencionaremos más adelante en otro apartado) y como ya hemos mencionado en el impacto cualitativo, el movimiento de tierras es pequeño y sólo afecta en el período de construcción, tiempo despreciable en comparación con la durabilidad del parque eólico.

Fauna

Ya hemos hablado en la valoración cualitativa de las especies que pueden verse afectadas.

La fauna está muy ligada a la cubierta vegetal y a la presencia de agua, factores que el parque no afecta en ninguna medida. También destacamos la facilidad de la fauna para adaptarse, dentro de ciertos límites, a circunstancias medioambientales cambiantes.

En cuanto a la fauna poco se ve afectada. En un principio, y según datos ya establecidos de otros parques. Los animales tienden a huir de la zona de aerogeneradores.

Es posible que algún ave se estrelle contra las aspas del molino. Sin embargo también es cierto que las probabilidades que esto último ocurra son mínimas, y por otro lado tanto animales de tierra como aves pronto se acostumbran a la nueva situación.

Contaminantes

Los únicos contaminantes sobre la fauna son:

- Atmósfera contaminada por ruido
- Efecto barrera sobre las aves
- Presencia humana, tanto durante la construcción como en el funcionamiento, debido al mantenimiento.

Ya hemos evaluado el impacto por el ruido. Respecto al efecto barrera se han dejado las oportunas distancias de 270 entre ejes de los aerogeneradores para el paso de aves, como se puede ver en los planos, reduciendo al mínimo dicho efecto. En cuanto a la presencia humana, es también mínima.

Calidad de vida

La idea de calidad de vida, engloba un conjunto sumamente complejo de componentes que van, desde la salud de los individuos hasta el grado de redistribución de la renta que perciben pasando por el uso de su tiempo o por los aspectos ecológicos y de conservación de su medio ambiente.

El estudio del impacto ambiental nos indica que hay una gran variación respecto al nivel de vida existente antes y después del proyecto.

Cabe destacar la revalorización del lugar en cuanto al turismo, un mayor nivel de vida en función de las ventajas de la energía eléctrica que suministra el parque eólico, aumento respecto a la justicia distributiva en función de empleo y quizá un mayor interés en la conservación de la naturaleza por la mera presencia del parque eólico.

Tendrá lugar a su vez un estancamiento o incluso mejora del índice de emigración que afectaba de manera profusa en este valle. Entre los aspectos negativos por último, los efectos negativos que la urbanización trae consigo en función de la seguridad y orden, aunque es algo, por supuesto, mínimo.

En la actualidad, la colocación del parque eólico coincide con un periodo de gran auge en cuanto al turismo.

Se está dando mucha publicidad a los recursos del valle y es un buen reclamo para excursionistas e incluso para colegios que hagan visitas de estudios a esta obra de ingeniería.

4. MEDIDAS CORRECTORAS Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Acciones de mejora sobre el entorno

Previo a enumerar las actuaciones propuestas para la mejora del entorno durante el periodo de funcionamiento del parque se identifican en la siguiente tabla los impactos producidos en las fases de construcción y explotación:

ACCIONES IMPACTANTES	FACTORES AMBIENTALES											
	Atmósfera		Agua		Suelo		Paisaje	Vegetación	Fauna		Socioeconomía	
	Composición	Ruido	Superficiales	Subterráneas	Eliminación	Características			Especies y comunidades	Especies y comunidades	Cesión aves	Uso del suelo
1. FASE DE CONSTRUCCIÓN												
EMPLEO MAQUINARIA Y TRANSPORTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS TIERRA	X		X		X	X	X	X	X			
EJECUCION DE OBRAS	X	X	X	X		X	X		X			X
2. FASE DE EXPLOTACIÓN												
FUNCIONAMIENTO PARQUE EÓLICO		X					X		X	X	X	X
MANTENIMIENTO INSTALACIONES PARQUE		X	X	X		X	X		X			X

Acciones correctoras sobre la calidad del aire

- Riego de superficies no asfaltadas para evitar levantamiento de polvo.
- Los acopios de tierra tanto vegetal como estéril, se protegerán de la acción del viento.
- Empleo de vehículos cubiertos y en buen estado de mantenimiento que evite las pérdidas de grasa o combustible, los ruidos anormalmente altos, las pérdidas de material transportado, etc. Las operaciones de mantenimiento de la maquinaria obligan a cambiar el aceite por cada cierto número de horas de funcionamiento. Estos residuos o vertidos, tanto durante la fase de construcción como durante la de funcionamiento, deberán ser recogidos en contenedores adecuados y gestionados según sus características intrínsecas para evitar riesgos de posibles fugas. La situación de estos depósitos debe ser tal que quede alejada de las conducciones de saneamiento y de posibles localizaciones de aguas subterráneas con el nivel freático más superficial.
- Durante la fase de construcción se velará por mantener las buenas condiciones de funcionamiento del motor, la transmisión, carrocería y demás elementos capaces de transmitir ruidos y, especialmente, el silencioso del escape de la maquinaria empleada, con el fin de que el nivel sonoro emitido por los vehículos no exceda en más de 3dBA.
- En el caso de que los vehículos empleados incorporen en la ficha técnica el valor del nivel sonoro medido con el vehículo parado, el límite máximo admisible no excederá en más de 3 dBA dicho valor, efectuándose la medición sonora con el vehículo parado.
- La emisión sonora de la maquinaria empleada se ajustará a las prescripciones que establece la normativa vigente, de acuerdo con la Directiva 2000/14/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre, y las normas complementarias.

Acciones correctoras sobre la flora y la erosión

Para minimizar estos impactos, deben realizarse al menos los estudios siguientes:

- De hidrología y pluviometría
- Trazado y perfiles transversales del camino
- Impacto sobre la vegetación de las vaguadas y cursos de agua.

Además, deben repoblarse las zonas erosionadas en las que se ha acopiado material o se ha limpiado o estacionado maquinaria, así como las lindes de los caminos, también se seguirá las siguientes actuaciones

- La afección al suelo a consecuencia del uso de viales existentes durante la fase de ejecución será mínima y en el caso que dicha afección provoque el deterioro notable de los mismos, se repondrán a su estado original.

- Se reducirá al mínimo la superficie afectada por el tránsito de maquinaria y vehículos, aprovechando al máximo los accesos existentes y reduciendo todo lo posible la longitud a lo estrictamente necesario.
- Se aprovecharán íntegramente las pistas existentes de acceso a la zona de implantación.
- Reposición del material vegetal desbrozado. Cuando sea imposible reponer el material vegetal con el mismo que se ha retirado, se recurrirá a la realización de siembras, para evitar la erosión, asegurar la regeneración de la cubierta vegetal y minimizar los impactos visuales. Puesto que la mayor parte del proyecto afecta a zonas de no cultivo, las medidas correctoras se centrarán en restablecer una cubierta vegetal similar. Hay que destacar que las áreas a desbrozar se reducen únicamente a aquellas donde se sitúen los aerogeneradores e instalaciones por lo que esta medida no se estima necesaria. No obstante, se plantea para aquellos casos en los que fuese necesario.
- Las áreas de actuación serán las siguientes:
 - Zonas de ocupación temporal: Se incluyen en este apartado las áreas de acopio de materiales, zonas de maniobras de maquinaria y vehículos relacionados con las obras, márgenes de caminos y todas aquellas zonas que hayan sufrido compactación y eliminación o erosión de la cubierta vegetal debido a las obras. No obstante, cualquier alteración que se produjese, será restituida a su estado original.
 - La cimentación de los apoyos ocupa un área relativamente pequeña. Una vez instalado, se recubrirá la superficie afectada con la tierra preexistente que ha debido ser retirada y almacenada previamente.

Acciones correctoras sobre el suelo y el agua

- Delimitación física de las zonas de los depósitos de combustibles, depósitos de residuos y zonas de mantenimiento de maquinaria y vehículos. Una adecuada impermeabilización de los cubetos de protección que evite las filtraciones supondrá un seguro frente a la contaminación físico-química tanto del suelo como de las aguas subterráneas.
- Ejecución correcta de cunetas de guarda y obras de paso. Esto evitará la contaminación de las aguas superficiales por sólidos en suspensión arrastrados por las aguas de escorrentía.

Acciones correctoras sobre el paisaje

- Conservación en la medida de lo posible de la cubierta vegetal del suelo. Ello supondrá conservar la tierra vegetal y en las zonas adecuadas acometer revegetaciones.
- Reperfilado y revegetación de superficies y taludes, tipología de las edificaciones acorde con el entorno.
- Evitar dejar residuos de la construcción. En ningún caso podrán producirse vertidos de residuos de obra en las inmediaciones. Estos restos deberán ser trasladados a la escombrera controlada más próxima.
- Procurar el buen estado de mantenimiento de la instalación que dé un aspecto de pulcritud y funcionalidad.

Acciones correctoras sobre la avifauna

- Elección óptima de la ejecución de los trabajos para no interferir en las épocas de cría ni de migración.
- Eliminación de restos de aves que hayan colisionado.

En concreto para la línea eléctrica de evacuación de la energía:

- En ningún caso se instalarán aisladores rígidos sobre cruceta en los apoyos (sin entender por éstos crucetas aislantes), debiendo siempre emplearse cadenas de aisladores.
- Se prohíbe la instalación de puentes flojos no aislados por encima de travesaños y cabeceras de postes.
- En los transformadores de intemperie, el puente de unión entre el conductor y el transformador se realizará con cable aislado y en conexión a éste a través de dispositivos, de probada eficacia, que la aislen.
- Queda prohibida la instalación de seccionadores en interruptores con corte al aire colocado en posición horizontal, en la cabecera de los apoyos.
- Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad.
 - Entre conductor y zona de posada sobre la cruceta, de 0,75 m.
 - Entre conductores, de 1,5 m.
- Los apoyos de anclaje, ángulo, fin de línea y, en general, aquéllos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y el conductor de 1,0 m.
- Se instalarán salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos en aquellos tramos de tendidos eléctricos que atraviesen rutas migratorias y en aquéllos que se encuentren en áreas próximas a zonas húmedas o colonias de nidificación.

Para la fauna se realizara un cerramiento del parque supone una barrera artificial para el paso de la fauna. Para solucionarlo, se utiliza cerramiento de madera, compuesto de estacas verticales cada cierta distancia y dos horizontales en cada vano formado por las verticales, de tal forma que la fauna existente y paseantes pueden pasar a través de ellos y no así los vehículos a motor. Además, con este tipo de valla, integramos el cerramiento en el entorno del parque.

Acciones correctoras sobre la población

- Cumplimiento riguroso de la Normas de Seguridad y Salud.
- Se compensará o indemnizará a los propietarios por cualquier afección a suelo o cultivo producido.
- Mantenimiento del óptimo estado de todos los elementos integrantes del parque eólico para evitar que se produzcan posibles accidentes.

Acciones correctoras sobre construcción y adecuación de viales existentes.

- Para reducir los impactos que se generan durante la adecuación de viales existentes y construcción si es necesario de nuevos, se tendrán los siguientes cuidados: Acopio de tierra vegetal, si existe, en zonas acotadas, no superando los acopios los 2 metros de altura para que no se produzca la compactación de la misma. Esta tierra vegetal servirá después para reposición de zonas erosionadas y de zonas de acopios de material o de limpieza de maquinaria.
- Establecer puntos acotados para limpieza de maquinaria, colocando pacas de paja en los límites de estas zonas para retener los sólidos que desprendan las máquinas.
- Eliminar la menor cantidad de vegetación posible.
- Establecer una zona específica para acopios de material. Esta zona, junto con la de limpieza de maquinaria se repondrá al finalizar con la tierra vegetal acopiada previamente.
- Cubrir con un toldo los camiones que transporten tierras o áridos, con el fin de que no se expandan partículas sólidas por el aire y se depositen sobre la vegetación, árboles, etc. Del mismo modo, se procederá a la aspersion mediante cisternas, de agua, al poder ser de no consumo, sobre los caminos para que, además de ayudar a su compactación, evite el levantamiento de polvo y partículas sólidas al paso de la maquinaria.

Acciones correctoras sobre el paisaje de la subestación

Para corregir este impacto moderado, lo que se hace es intentar integrar la subestación en el paisaje, construyendo una cabaña que siga la arquitectura de las existentes en la zona.

De esta forma, la subestación se instala dentro de ella y desaparece el impacto al paisaje causado por la misma. Del mismo modo se procede con la caseta de control, que sigue el modelo arquitectónico de las cabañas de la zona.

Para minimizar el impacto sobre el paisaje que producen los aerogeneradores, se instalan barreras vegetales, se utilizan pinturas gris claro (sin plomo, como indicamos) y se utilizan disposiciones geométricas simples, preferiblemente en línea.

La forma en que la gente percibe cómo los aerogeneradores encajan en el paisaje es en gran medida una cuestión de gusto. Numerosos estudios en Dinamarca, Reino Unido, Alemania y Países Bajos, la gente que vive cerca de aerogeneradores está generalmente más a favor de ellos que la gente de las ciudades. En este sentido, nada puede hacerse, puesto que se trata de una cuestión subjetiva que únicamente se puede perfilar estableciendo un determinado color de pintura, como se ha dicho antes.

Acciones sobre el medio socioeconómico

Conviene hacer mención de ciertas recomendaciones sobre otras alteraciones que generan riesgos directos e indirectos y que pueden producir afectaciones en las distintas fases del proyecto, tales como:

- Emplear aceites lubricantes del grupo de los poliglicoles, por ser su vida útil mucho mayor que la de los aceites minerales.
- No deben usarse pinturas que contengan plomo
- Las pastillas de los frenos deben estar exentas de asbestos

Entre los riesgos debidos al funcionamiento, los más importantes son los siguientes:

- Caída del personal de mantenimiento
- Rotura de palas
- Rotura de torre

Normalmente, estos riesgos afectan solamente a las zonas próximas a los aerogeneradores.

5. IMPACTOS RESIDUALES Y PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Una vez aplicadas las medidas correctoras oportunas a todas las alteraciones que se han previsto, los impactos moderados pasan a ser compatibles, ya que la subestación queda en el interior de una cabaña que se integra en el entorno y el cerramiento utilizado permite el paso de fauna y personas y, al construirse con los materiales citados, se integra también en el medio. Pero quedan una serie de impactos compatibles, debidos a la construcción y explotación de la instalación que irán desapareciendo, como son:

- Pérdidas de cobertura vegetal y fauna terrestre por erosión y ruido principalmente.
- Impactos sobre el paisaje, debidos a una integración inadecuada de las estructuras de obra.

El plan de vigilancia ambiental representa un programa de seguimiento de los impactos residuales y constituye un sistema de control de la aplicación de las medidas correctoras y una comprobación de su eficacia.

Un aspecto importante a seguir en el plan de vigilancia es la evolución de la vegetación en los lugares que hayan sido repoblados, bien para proteger zonas inestables (taludes de los caminos de acceso, márgenes erosionables) o bien para camuflar las estructuras de la obra que pueden producir alteraciones paisajísticas desde los puntos de posible observación.

La frecuencia temporal de las labores que definen el plan de vigilancia se establece en función de las condiciones particulares.

En cualquier caso, es conveniente que el plan de vigilancia comience a actuar desde la elaboración del proyecto, incidiendo en aquellos aspectos que deben respetar ciertas normas vigentes en el territorio nacional o en las distintas Comunidades Autónomas.

Durante la fase de construcción de la instalación eólica y hasta la finalización de la misma, el plan de vigilancia debe seguir y controlar la integración en las obras de las medidas correctoras que se adoptan en este estudio.

Al entrar en funcionamiento la instalación empieza a actuar un programa de seguimiento de la eficacia de las medidas correctoras adoptadas y de los impactos residuales.

Para dicho programa se establece un calendario adecuado, en el que se especifique la frecuencia de los muestreos, análisis y otras labores que son necesarias.

Las medidas de revegetación deben vigilarse hasta que se haya logrado el establecimiento de las plantas y se hayan cumplido los objetivos que determinaron la adopción de dichas medidas (estabilización de taludes y márgenes).

En cuanto a la seguridad dentro de las instalaciones, se deben respetar las instrucciones del manual de mantenimiento, cuidando especialmente los componentes críticos del aerogenerador: palas, buje, eje principal, soportes del eje, corona de orientación, torre y cimentaciones.

6. PLAN DE DESMANTELAMIENTO DEL PARQUE EÓLICO

El desmantelamiento del Parque Eólico una vez que la misma haya concluido su vida útil, se realizará de forma y manera que se restituyan los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción de la misma, minimizando así la afección al medio ambiente.

Al término de la fase de explotación, se procederá a realizar las siguientes operaciones de restauración:

- Desmantelamiento de los elementos que constituyen el aerogenerador.
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.
- Restauración de la totalidad de los accesos provisionales a los aerogeneradores.

En el plan de desmantelamiento del parque eólico se considerarán los siguientes aspectos:

- Viales de acceso y explotación
- Cimentaciones
- Construcciones auxiliares
- Aerogenerador
- Línea eléctrica de conexión a red

En el plan de desmantelamiento y restauración se contemplan una serie de actuaciones cuyo objetivo final es recuperar el valor ecológico de la zona afectada, así como la restitución de las condiciones ambientales existentes previas a las distintas fases:

- Obra
- Explotación
- Final de explotación

De esta manera, conociendo cuáles son las acciones que se van a ejecutar en el proyecto y que impacto producen, se llega a conocer cuáles son las zonas afectadas por la implantación y explotación del mismo, y que han de ser objeto de restauración.

A continuación se detallan las principales acciones proyectadas que han de ser objeto de la posterior restauración.

Viales de acceso y explotación

Los accesos generales a cada uno de los aerogeneradores se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona y finalmente un pequeño tramo de nueva creación para acceder a los mismos, en este caso menor de 100 m.

En la documentación gráfica se muestran los accesos, siendo objeto de restauración todos los de nueva creación y los que se incluyan en el área de influencia del aerogenerador (radio 71 m).

Las instalaciones auxiliares se dispondrán colindantes a los accesos ya existentes para evitar mayores impactos ambientales.

Cimentaciones

Se procederá a colocar de material de relleno constituido por terreno original en los huecos de las cimentaciones una vez demolidos y retirados los escombros a vertedero controlado de cada uno de los monobloques armados que conforman las zapatas de las cimentaciones.

Construcciones auxiliares

Las construcciones auxiliares previstas estarán constituidas por la subestación eléctrica de conexión a la red de transporte, así como por los apoyos de líneas eléctricas de transporte de interconexión a la red exterior.

Aerogeneradores

A continuación se indican en orden cronológico las actividades que se realizarán durante el desmantelamiento del aerogenerador:

- Preparación para el desmantelamiento
- Desmantelamiento del cableado de baja tensión
- Desmantelamiento del cableado de alta tensión
- Desmantelamiento de las palas, una a una
- Desmontar el eje
- Desmantelar la góndola
- Desmantelar la torre

Línea eléctrica de conexión a red

En su desmantelamiento se han de tener en cuenta los siguientes aspectos algunos de ellos ya comentados anteriormente:

- Viales de acceso y explanación
- Cimentación de apoyos e instalaciones auxiliares
- Retirada del conductor, manguitos de empalme, cable de tierra, aislamiento y herrajes y accesorios
- Retirada de los apoyos

DOCUMENTO N° 5:

ESTUDIO SEGURIDAD

Y

SALUD

DOCUMENTO Nº 5: ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del plan

1.2. Consulta trabajadora y delegada

2. REVISIONES Y MANTENIMIENTO MAQUINAS, VEHÍCULOS.

3. HIGIENE INDUSTRIAL, SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS

4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

5. IMPLANTACIÓN EN LA OBRA

5.1. Señalización y vallado

5.2. Instalación eléctrica provisional

6. CARACTERÍSTICAS MATERIAL DE SEGURIDAD

6.1. Protecciones colectivas

6,2, Protecciones individuales

7. NORMAS DE CIRCULACIÓN

8. MANIPULACIÓN DE CARGAS

8.1. Mediante maquinas

8.2. Cargas manuales

9. MOVIMIENTOS DE TIERRA

10. ANDAMIOS Y ESTRUCTURAS TUBULARES

11. ESCALERAS PORTÁTILES

12. HERRAMIENTAS

12.1. Herramientas punzantes

12.2. Herramientas de percusión

12.3. Herramientas de corte

13. ZANJAS Y ZAPATAS

14. MONTAJE AEROGENERADORES

15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

15.1. Montaje instalación eléctrica

15.2. Montaje equipos aparamenta

15.3. Trabajos próximos a líneas

15.3.1. Trabajos en alta tensión

15.3.2. Trabajos en alta tensión sin tensión

15.3.3. Trabajos en redes subterráneas

15.3.4. Medios de protección

15.3.4.1. Medios colectivos

15.3.4.2. Medios individuales

15.3.4. Actuación en caso de accidente

16. PLIEGO DE CONDICIONES

16.2. Condiciones de los medios de protección

16.1 Disposiciones legales

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del plan

El presente Plan de Seguridad y Salud Laboral tiene por objeto exponer las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, documento dentro del proyecto de Construcción del Parque Eólico en el monte de Zalama. En él se analizan, estudian, desarrollan y complementan las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad, en función de nuestro propio sistema de ejecución de obra. Contiene, asimismo, la Valoración Inicial de Riesgos de las actividades propias o subcontratadas de la obra, de acuerdo con las medidas de seguridad establecidas en la vigente Ordenación General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.G.S.H.T.)

Por lo tanto, se entiende que las medidas dictadas en la Memoria del Estudio de Seguridad y Salud redactado, así como las cláusulas contenidas en el Pliego de Condiciones del mismo, serán cumplidas en la obra.

Las prescripciones de la Ordenación General de Seguridad son generales para todo tipo de trabajos, los artículos que están dedicados exclusivamente a medidas de seguridad contra los riesgos eléctricos, les daremos una mayor atención, debido a que nuestro proyecto está dedicado a la electricidad.

1.2. Consulta y participación de los trabajadores delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo 34 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, con arreglo a la siguiente escala:

- En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.
- De 50 a 100 trabajadores 2 Delegados de Prevención
- De 101 a 500 trabajadores 3 Delegados de Prevención
- De 501 a 1000 trabajadores 4 Delegados de Prevención
- De 1001 a 2000 trabajadores 5 Delegados de Prevención
- De 2001 a 3000 trabajadores 6 Delegados de Prevención
- De 3001 a 4000 trabajadores 7 Delegados de Prevención
- De 4000 en adelante 8 Delegados de Prevención

En todo caso la designación de Delegados de Prevención será siempre facultativa de los propios trabajadores, nunca podrá ser una imposición.

Las competencias de los Delegados de Prevención son:

- a) Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- b) Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- c) Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución.
- d) Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

2. REVISIONES Y MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE MAQUINAS, VEHÍCULOS

Se efectuarán las revisiones iniciales y periódicas de todos los materiales de la obra. Para el caso particular de ésta Obra se realizará, como mínimo, las siguientes:

- Vehículos de Transporte
 - Al inicio de su utilización, comprobantes I.T.V. actualizados.
 - Certificado de Seguridad expedido por el fabricante, importador o suministrador.
 - Posteriormente cada 6 meses.
 - Habilitación y Certificado de aptitud del conductor.
- Grúas y Accesorios de Elevación
 - Al inicio de su utilización: Exigencia de Certificado de Conformidad.
 - Habilitación y Certificado de aptitud de conductores, señalitas y eslingadores.
- Extintores de Incendio
 - Comprobar el retimbrado (cada 5 años) y su revisión oficial (cada 12 meses), siendo verificado periódicamente su estado visualmente por el personal de la obra (cada 3 meses).
 - Para los extintores de Maquinaria alquilada y de subcontrata se exigirá comprobante de revisión.

3. HIGIENE INDUSTRIAL -SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS

Durante los procesos constructivos se pueden manipular sustancias y materiales que revistan riesgo para la salud por intoxicación o contacto de los que lo utilizan o permanecen en su proximidad, como es el caso de la utilización de líquidos desencofrantes, contacto directo con cementos y hormigones, utilización de morteros especiales (componentes epoxi o similar) y contacto con ácidos utilizados en la limpieza de superficies de hormigón.

También podrán existir riesgos de incendio o explosión en la manipulación y utilización de ciertas sustancias como, por ejemplo, los trabajos con utilización de pinturas, colas, disolventes, y con los depósitos de carburantes para máquinas y los cilindros o bombonas de gases líquidos inflamables utilizados en las operaciones de corte y soldadura.

En todos los casos se deberán seguir las instrucciones recomendadas por el fabricante o suministrador indicadas en las preceptivas "Fichas de datos de seguridad de productos químicos".

Se tomarán las medidas necesarias de almacenaje y utilización que eliminen o reduzcan dichos riesgos, haciendo especial hincapié en la utilización de los medios de protección personal adecuados para la realización de dichas operaciones.

4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Todos los participantes en la obra, antes del comienzo de sus actividades, deberán haber recibido la formación de prevención de riesgos laborales necesaria para la correcta y segura realización de sus trabajos.

Respecto a la información, cada trabajador deberá recibir por parte del responsable de su empresa:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Normas de utilización y control de maquinaria, equipos, y equipos de protección individual
- Las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores a adoptar en posibles situaciones de emergencia.

5. IMPLANTACIÓN DE LA OBRA

5.1. Señalización y vallado de obra

Al iniciar los trabajos, se procederá a señalizar en los caminos el inicio de la zona de obras, incluyendo la señalización de prohibición de circular a más de 40 km/h. Asimismo, en las casetas de obra deberá colocarse la siguiente señalización:

- Obligatoriedad de utilización de casco, gafas, calzado de seguridad, guantes y otros EPIs que puedan ser necesarios (mascarilla, protectores auditivos, arnés de seguridad con anticaídas y absorbedor de energía, etc.).
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caídas a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Circulación de vehículos y movimiento de maquinaria.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego y prohibido fumar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintores.

Por otra parte, dada la imposibilidad de cerrar el perímetro completo, no será necesario realizar el vallado del mismo, esto sólo será necesario en los tajos específicos, como puede ser la excavación de las zapatas. De todos estos puntos se deberá informar a los trabajadores de la obra.

5.2. Instalaciones eléctricas provisionales

Se utilizarán grupos generadores de la potencia que corresponda, con mandos y elementos de protección reglamentarios, según la relación de maquinaria e instalación eléctrica a emplear.

Además, existirán cuadros distribuidores con diferenciales de 300 mA y conexionado a maquinaria fija y de taller, y cuadros de tajo con diferenciales de 300 mA para maquinaria móvil y de 30 mA para alumbrado y herramientas eléctricas manuales.

Los diferenciales de 300 mA deberán estar conectados a la red de tomas de tierras de la instalación, estando el conjunto convenientemente calibrado para su correcto funcionamiento. Las conexiones de entrada y salida deberán efectuarse con clavijas normalizadas tipo CETAC.

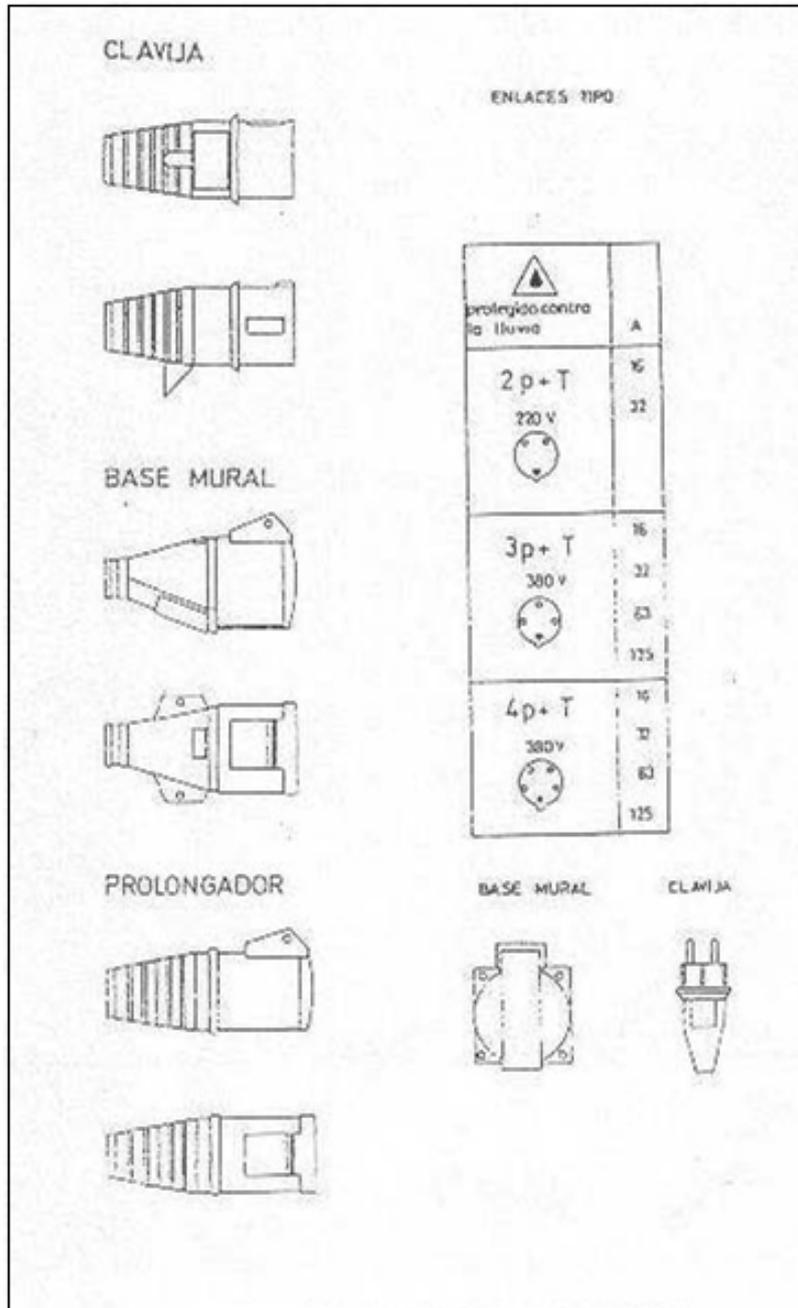
Tanto los cuadros eléctricos como la maquinaria, máquinas y herramientas eléctricas, así como las casetas y barracas, deberán tener conectados sus masas metálicas a una red o instalación de toma de tierra.

Los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión mínima de 1.000 V. Los aparatos portátiles y lámparas de alumbrado accesibles serán estancos al agua, convenientemente aislados y protegidos con una carcasa de posibles golpes.

Sólo podrá intervenir y efectuar cambios en la instalación eléctrica el personal expresamente autorizado.

Toda la instalación eléctrica deberá estar efectuada según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Instalación eléctrica- conexiones



6. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE SEGURIDAD

6.1. Protecciones colectivas

A continuación se describen las distintas modalidades de aplicación de protecciones colectivas que están establecidos en sus centros de trabajo y que, en esencia, calidad, cometidos y eficacia, se ajustan a las características técnicas y filosofía preventiva contenida al respecto en el Estudio de Seguridad y Salud.

➤ Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 100 cm. Estarán construidas con balaustres metálicos tipo sargento o puntales con soportes para el pasamanos de madera o tubo, también metálico.

➤ Balizamiento

Se utilizará cinta de balizamiento roja y blanca para delimitar zonas de trabajo como zanjas, fosos, etc.

➤ Cables y elementos de sujeción del arnés de seguridad

Siempre que se trabaje a dos o más metros de altura, será obligatoria la utilización de los equipos de seguridad que se indican en el Procedimiento General de Seguridad. Todos los elementos tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos, de acuerdo con su función protectora. Estarán en perfectas condiciones de conservación, y se inspeccionarán periódicamente por parte de los propios usuarios para asegurarlo.

➤ Extintores

Serán de polvo polivalente, excepto los utilizados en zonas con electricidad en cuyo caso serán de CO₂, revisados en un contenido de carga dentro del año, y con el retimbrado de Industria en su recipiente, fechado dentro de los últimos cinco años.

➤ Superficies de trabajo y circulación

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas sobre desniveles de más de 2 m. de altura estarán dotados de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

➤ Topes para la descarga de vehículos a distinto nivel

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados, o de otra forma eficaz.

6.2. Protecciones individuales

En la obra y en sus distintos fases y operaciones, se utilizarán los siguientes Equipos de Protección Individual (E.P.I.'s), que deberán estar homologados por el Ministerio de Trabajo.

➤ Protección de la cabeza

Casco de Seguridad: Durante todas las fases de la obra y para todo el personal que participa en la misma.

➤ Protección de la vista

Gafas para soldadura En trabajos de oxicorte. Gafas panorámicas de picapedrero ajustables con goma elástica: para trabajos de martilleros, regateros, albañiles, hormigoneros y, en general, en ambientes con presencia de motas y polvo.

➤ Protección auditiva

Protector Auditivo compuesto por tapones auditivos clase C de espuma para trabajos esporádicos en proximidad de compresores, martillos, maquinaria de movimiento de tierras y compactación. Orejeras Antirruído: Para los mismos trabajos detallados anteriormente, cuando los trabajadores están asiduamente y permanentemente expuestos al ruido.

➤ Protección de las vías respiratorias

Mascarilla desechable autofiltrante de celulosa: Para trabajos esporádicos en presencia de polvo producido por hormigoneras, máquinas de gunitar, máquinas de perforar o picar. Mascarilla filtrante de respiración con filtros recambiables incorporados: Para los mismos trabajos detallados anteriormente, cuando los trabajadores están asiduamente y permanentemente expuestos al polvo y a contaminantes de tipo físico, químico y biológico.

➤ Protección de las manos

Guantes de cuero o lona o látex: Para trabajos de manejo de herramientas manuales y mantenimiento manual de objetos y cargas. Guantes Antivibratorios: Para trabajos en los que se tengan que sujetar máquinas vibratorias como martillos picadores y rulos o palas vibratorias manuales.

➤ Protección de los pies

Calzado de Seguridad con puntera y con o sin plantilla metálica para protección de golpes y punciones plantares: Para todo tipo de trabajos, especialmente los de encofrados y estructuras y los de mantenimiento de cargas. Plantilla metálica anticlavos forrada: Para introducir en el calzado de seguridad, en el calzado que no la posea, para aquellas fases de obra y trabajos con riesgo de punción plantar (ferrallas, encofradores, etc.) Botas impermeables al agua y a la humedad, con puntera metálica incorporado: Trabajos en presencia de humedad con riesgos de atrapamientos, caídas de objetos sobre los pies y punciones plantaras (p.e. hormigonado de losas).

7. NORMAS DE CIRCULACIÓN

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las normas de seguridad para la circulación de vehículos motorizados en toda la zona del parque eólico en construcción, especialmente para aquellos vehículos no incluidos en el "Listado de Maquinaria", y que por lo tanto no están presentes de manera habitual en las obras.

Riesgos más frecuentes

- Atropellos de personas.
- Vuelco.
- Atrapamientos.
- Caídas.
- Choques con otros vehículos.

Protección individual

- Casco, en caso de bajar del vehículo y acceder a una zona de obras.
- Calzado de seguridad, en caso de bajar del vehículo y acceder a una zona de obras.
- Ropa de trabajo.

Normas de actuación

- Respetar las normas generales de circulación y en particular las relativas a la señalización y estacionamiento.
- Respetar la velocidad máxima genérica establecida para la circulación en los parques eólicos (40 km/h).
- No detenerse en curvas o zonas de poca visibilidad y en caso de tener que hacerlo señalar la presencia del vehículo.
- En zonas de obras maniobrar lentamente y con precaución, prestando especial cuidado en la marcha atrás, por la posible presencia de personas.
- Si la maniobra resulta peligrosa, parar y exigir la ayuda de un guía.
- Al efectuar maniobras con la ayuda de un guía, no se le perderá de vista, siendo necesario si se diese esta circunstancia, parar inmediatamente el vehículo.
- Nadie debe subir ni bajar en el vehículo en marcha.
- Al subir al vehículo tomar la precaución de limpiarse el calzado de barro, hormigón, grasa, etc.
- Extremará las precauciones en la conducción al circular por terrenos en mal estado.
- No circular por el borde de zanjas o taludes para evitar derrumbamientos o vuelcos.
- Después de circular por lugares encharcados o de lavado deberá comprobar el buen funcionamiento de los frenos y dispositivos de señalización.

- Efectuar escrupulosamente todas las revisiones y comprobaciones indicadas en las Normas de Mantenimiento del vehículo, especialmente aquellas referentes a frenos, dirección, dispositivos de señalización, etc.
- No bajarse del vehículo sin dejarlo correctamente frenado.

8. MANIPULACIÓN DE CARGAS

8.1. Manipulación de cargas mediante maquinas

A la hora de utilizar maquinas de elevación con el fin de mover o desplazar cualquier material se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Será de obligado cumplimiento la normativa legal de Seguridad vigente, además de las Instrucciones Específicas de Seguridad de la Empresa.
- Previamente al izado de cargas el operador deberá:
 - Tensar los cables una vez enganchada la carga.
 - Elevar ligeramente, para permitir que la carga adquiera su posición de equilibrio.
 - Asegúrese de que los cables no patinan y de que los ramales están tendidos por igual.
 - Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada deposítese sobre el suelo y vuélvase a amarrar bien. Si el despegue de la carga presenta una resistencia anormal, no insistir en ello.
 - La carga puede engancharse en algún posible obstáculo, y es necesario desengancharla antes.
 - No sujetar nunca los cables en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden cogidas entre la carga y los cables.
- El movimiento de izado debe realizarse solo y evitando todo balanceo de la carga al despegarse del suelo y sin efectuar tiros sesgados de la misma.
- Para el desplazamiento de la carga deberán tenerse presentes las siguientes recomendaciones:
 - Debe realizarse el desplazamiento cuando la carga se encuentre lo bastante alta para no encontrar obstáculos.
 - Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.
 - Debe procederse al desplazamiento de la carga teniendo ante la vista al operador del aparato de izar.
 - En planta estará acotada al paso la zona situada en la vertical de la carga.
- Para la colocación de las cargas se tendrá presente:
 - No dejarlas suspendidas encima de un paso.
 - No ordenar el descenso sino cuando la carga ha quedado inmovilizado.

- No balancear las cargas para depositarlas más lejos.
 - Procúrese no depositar las cargas en pasillos de circulación.
 - Deposítese la carga sobre calzos.
 - Deposítese las cargas en lugares sólidos y evítese las tapas de bocas subterráneas o de alcantarillas.
 - No aprisionar los cables al depositar la carga.
 - Comprobar la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.
- Realizadas las maniobras se volverán a colocar las eslingas en sus soportes y si se dejan en el gancho de la grúa, reunirla en varios tramos y elevar el gancho lo más alto posible.
- El operador o responsable del estrobo, si aprecian cualquier anomalía en los aparatos de izar y medios auxiliares conexos, interrumpirán la operación depositando la carga en lugar estable y poniendo al corriente de la anomalía al mando directo.

8.2. Manipulación de cargas manuales

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Características de la carga

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

Esfuerzo físico necesario

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- cuando es demasiado importante.
- cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.

- cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

Características del medio de trabajo

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

- cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.
- cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- cuando la iluminación no sea adecuada.
- cuando exista exposición a vibraciones.

Exigencias de la actividad

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

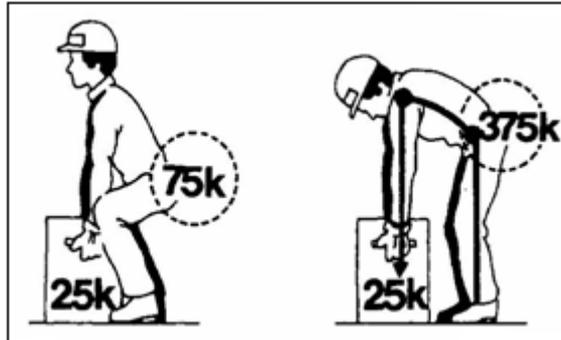
Factores individuales de riesgo

Constituyen factores individuales de riesgo:

- la falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- la inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- la insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- la existencia previa de patología dorsolumbar.

Instrucciones operativas

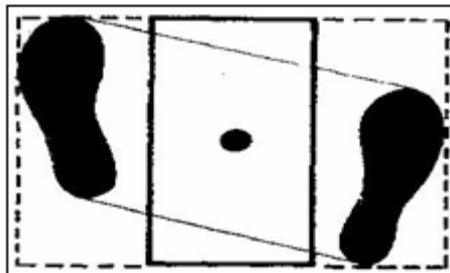
Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del hombre debe estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.



El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:

- Enmarcando la carga
- Ligeramente separados
- Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

Para levantar una carga, el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.



Técnica segura del levantamiento:

- Sitúe el peso cerca del cuerpo.
- Mantenga la espalda plana.
- No doble la espalda mientras levanta la caja
- Use los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.

Asir mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para mejor sentir un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de asirlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

Las cargas deben levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.

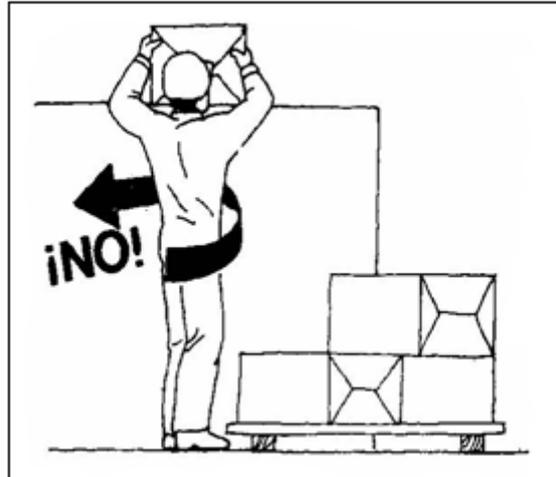


Para mantener la espalda recta se deben "meter" ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.



La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.



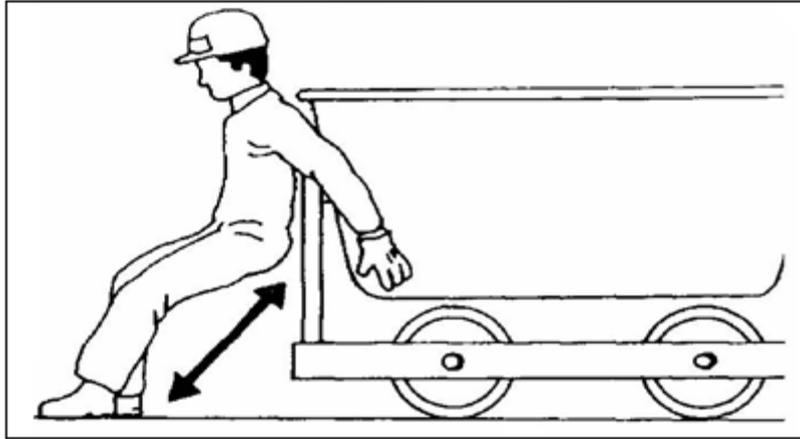
En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos.

O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

Utilizaremos los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)



Los músculos de las piernas deben utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.



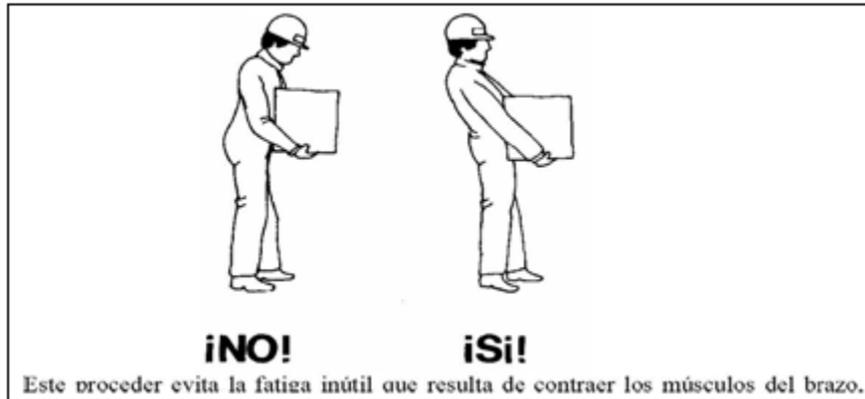
En la medida de lo posible, los brazos deben trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deben mantener suspendida la carga, pero no elevarla.



La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar natural.

En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.

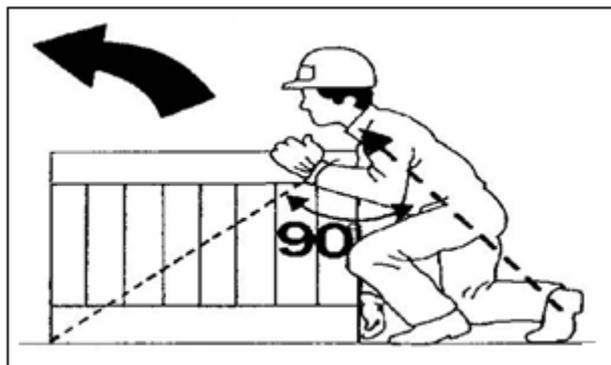
Para transportar una carga, ésta debe mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionado



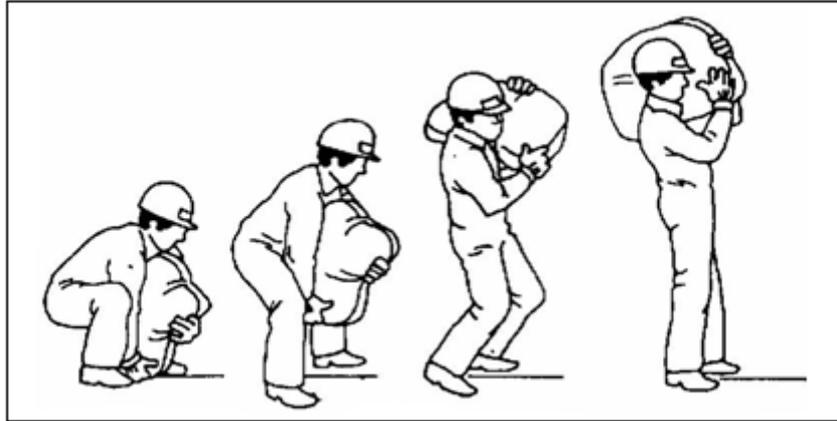
Este proceder evita la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de mantenimiento manual permite reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.

Para levantar una caja grande del suelo, el empuje debe aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.



Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deben encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.

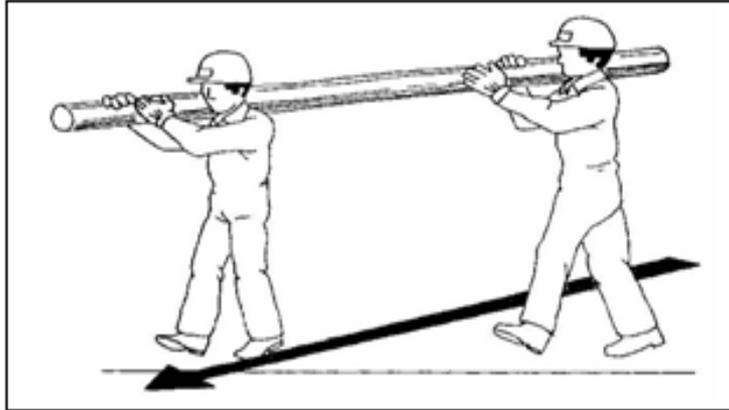


Las operaciones de mantenimiento en las que intervengan varias personas deben excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.

- Debe designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá atender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
 - la determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
 - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
 - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

El transporte se debe efectuar:

- Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
- A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
- Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.



Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.

Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.

Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

Conviene preparar la carga antes de cogerla.

Aspirar en el momento de iniciar el esfuerzo.

El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.

Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.

Se utilizarán guantes y calzado para proteger las manos y pies de la caída de objetos.

En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

Cualquier malestar o dolor debe ser comunicado a efectos de la correspondiente intervención del servicio médico.

Equipos de protección personal recomendados

Los equipos de protección personal a utilizar por los operarios de estas actividades serán:

- casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- guantes de trabajo
- gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- ropa de protección para el mal tiempo

9. MAQUINARIA MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Los diferentes trabajos ejecutados en las obras de movimientos de tierra y realización de carreteras, necesitan una gran variedad de máquinas. Su empleo presenta numerosos riesgos ligados al menos a una de las razones siguientes:

- Peso, velocidad de la máquina.
- Lugar de trabajo, entorno- fuertes pendientes, presencia de obreros en su proximidad, presencia de líneas eléctricas, etc.
- Ambiente de trabajo- ruidos, vibraciones, condiciones climáticas, polvo, etc.

Los medios de prevención a cumplir en la obra son en función del tipo de máquina utilizada y de la naturaleza de los trabajos a ejecutar. No obstante, un cierto número de estos medios son válidos para la mayoría de los casos y conciernen al equipamiento, la conducción y el mantenimiento de la máquina.

Características generales

Serán examinadas esencialmente las medidas correspondientes a la utilización de las máquinas para los trabajos más corrientes, y se pueden aplicar a la pala cargadora de ruedas y orugas, bulldozer, retroexcavadoras, tanto de ruedas como de orugas, compactadoras, mototraíllas y motoniveladoras.

A remarcar:

- Ciertas máquinas son susceptibles de efectuar varias operaciones, pero es conveniente no utilizar una máquina en una tarea para la que no ha sido diseñada.
- Equipamientos diferentes pueden ser montados sobre una misma máquina. Utilizar únicamente los equipamientos diseñados para la tarea a ejecutar. Cambiar de equipamiento todas las veces que sea necesario.
- En cada tipo, las máquinas se diferencian unas de otras por:
 - Su masa o peso.
 - La potencia de su motor.
 - La naturaleza de su energía motriz (diesel, eléctrico).
 - Su sistema de rodadura (neumáticos, cadenas).

El sistema de mando de sus equipamientos (mecánico, hidráulico, neumático, eléctrico) Para un trabajo determinado se necesita el empleo de un tipo de máquina específica, conviene utilizar un material adaptado a la importancia de los trabajos y el entorno.

Riesgos más frecuentes

- La puesta en marcha imprevista.
- El vuelco, el desplazamiento, la colisión de máquinas.
- Los choques y golpes con personas.
- La rotura de piezas o mecanismos.
- Las quemaduras, principalmente en las operaciones de mantenimiento.
- Los contactos fortuitos con líneas, canalizaciones aéreas o subterráneas en servicio.
- La caída imprevista de los materiales transportados.

Antes del Inicio de los Trabajos

El conductor deberá conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y de mantenimiento suministrado por el constructor de la máquina. El se asegurará igualmente que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.

Asimismo deberá conocer el plan de circulación de la obra, las circunstancias de su trazado (existencia de tendidos eléctricos aéreos, gálidos, taras, etc.) y los trabajos realizados que puedan constituir riesgo, zanjas abiertas, tendido de canalizaciones, etc. Se conocerán las normas de circulación en la zona de trabajo, las señales y balizamientos utilizados, tales como banderolas, vallas, señales manuales, luminosas y sonoras. Cuando se trabaje en obra pública la máquina deberá cumplir lo reglamentado en el Código de Circulación.

- Deberá conocer y respetar todas las instrucciones, normas y procedimientos operativos de trabajo implantados en la obra.
- Antes de poner el motor en marcha se deberán realizar una serie de controles, de acuerdo con el manual del constructor, tales como:
- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de stop.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce en los casos que proceda.
- Todos los dispositivos de seguridad indicados en el apartado "Medios Auxiliares" deberán estar en su sitio.
- Comprobar los niveles de aceite y agua.

Durante el Desarrollo de los Trabajos

Se deberán cumplir las siguientes reglas:

- No subir pasajeros.
- No dejar estacionar a nadie en los alrededores de la máquina.
- No utilizar la pala como andamio o apoyo para subir personas.
- No colocar la cuchara por encima de la cabina del camión.
- Antes de efectuar cualquier desplazamiento con la máquina mirar alrededor, observando que no haya trabajadores en sus inmediaciones.
- Antes de desplazarse en carretera la retroexcavadora, se deberán bloquear los estabilizadores, la pluma y la zona que gira con los mecanismos previstos al efecto. Respetar las señalizaciones.
- Circular a cierta distancia de las zanjas, taludes y toda alteración del terreno que pueda posibilitar el vuelco de la máquina.
- Las pendientes y las crestas de los taludes deben estar limpias antes de empezar el trabajo.
- No subir ni bajar nunca en marcha, aunque sea a poca velocidad.
- Colocar el camión paralelamente a la máquina.
- Cargar los camiones con precaución. Cuando nos e tenga práctica probar con dos postes y una barra horizontal.
- Trabajar siempre que sea posible con el viento posterior, de esta manera el polvo no impedirá la visibilidad.
- Si el conductor del camión ha abandonado la cabina, comprobar que no se encuentra en el radio de trabajo de la máquina.
- Cuando el suelo está en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Siempre que sea posible, colocar el equipo sobre una superficie llana, preparada y situada lo suficientemente lejos de zonas con riesgo de derrumbamiento.
- No bajar de lado.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
- No bajar nunca una pendiente con el motor parado o en punto muerto, bajar con una marcha puesta.
- No derribar con la cuchara elementos de construcción en los que la altura por encima del suelo es superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.
- Tapar los huecos del suelo antes de circular. Si esto no es posible balizar la zona.
- Cuando se realicen rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades.

- Equipar a la cabina de una estructura que proteja al conductor contra la caída de materiales.
- No trabajar en las proximidades de una línea eléctrica aérea con tensión sin asegurarse que se han tomado las distancias mínimas de seguridad.
- Cuando se circula por un camino junto a una línea eléctrica hay que tener en cuenta las sinuosidades, baches y demás irregularidades del mismo a la hora de calcular las distancias mínimas.
- En la proximidad de líneas eléctricas de menos de 1.000 V. la distancia de la parte más saliente de la máquina al tendido será como mínimo de 3 metros, y 5 metros para las de más de 1.000 V. Asimismo, para evitar la formación de arco al trabajar próximos a líneas aéreas, respetar las distancias anteriores.

10. ANDAMIOS Y ESTRUCTURA TUBULAR

Dar unas pautas, que complementen aquellas que se establecen en el Real Decreto 2177/2004 de 12 de noviembre, sobre el montaje y uso de andamios normalizados apoyados de estructura tubular, entendiéndose como tales a aquellos sistemas de armazón tubular metálico colocado sobre montantes verticales arriostrados horizontal y diagonalmente por elementos metálicos normalizados para cada sistema y que se utilizan para sostener una o varias plataformas al mismo o distinto nivel, situarse encima y trabajar sobre ellas.

El diámetro de los tubos oscila entre 40 y 49 mm. para los andamios pesados y medios y entre 28 y 33 mm. para los ligeros, con un espesor de tubo de 3,25 mm. como mínimo.

Esta instrucción es de aplicación a los trabajos de construcción y montaje, que no requiere cargas que pudiéramos considerar anormales y hasta 30 m. de altura. Para alturas superiores deberá justificarse su estabilidad mediante los cálculos oportunos.

Causas de los Riesgos

Material deficiente. Montaje inadecuado. Sobrecarga de uso. Mal trato de los diferentes componentes. Defectos en el ensamblado de los diferentes componentes. Instalación en precario por negligencia o comodidad. Desconocimiento o imprudencia del operario.

Medidas de Prevención

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización. Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea y estará autorizado para ello por el Responsable Técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra. Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablones, carriles u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo. Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio están unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Se comprobará durante el montaje la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m² no será superior a 1,80.

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m. Los montantes y largueros estarán grapados sólidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m. como mínimo.

Únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a cuatro veces el lado más pequeño de su base. En el andamio de pórticos tipo "JEIPP" o similar, se respetará escrupulosamente la zona destinada a peldaños, manteniendo su continuidad, uniformidad y destino en todo su emplazamiento vertical. Prohibiéndose la utilización de los peldaños como zona de apoyo del piso o plataforma de trabajo, utilizando para este menester los puntos fijados específicamente en el pórtico para ello.

Las plataformas de trabajo son las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones: Quedará un pasaje mínimo de 0,60 m. libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0,80 m.). El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina, herramientas y personas será inferior a la carga de trabajo prevista por el fabricante.

Reparto uniforme de las cargas, sin provocar desequilibraos. La barandilla perimetral de seguridad estará equipada con rodapiés de 0, 20 m. de altura. Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos. Tanto en su montaje como en su utilización normal ningún elemento del andamio estará a menos de 5 m. de la línea aérea de alta tensión más próxima, o a 3 m. en baja tensión.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos. Los andamios exteriores no podrán ser utilizados por el personal ni tener materiales reposando sobre las plataformas de trabajo a temperaturas inferiores a 01 C., cuando llueva o nieva, o si la velocidad del viento sobrepasa los 50 Km/h. Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipados con listones intermedios y rodapiés de 0, 20 m. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 Kg/ml.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo no podrá ser superior a 30 cm., distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical. Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener 0,60 m. de altura como mínimo.

El piso de las plataformas de trabajo de los andamios tipo "JEIPP" o similar será el normalizado por el fabricante. Las pasarelas, rampas y pasos entre andamios deberán tener las siguientes características,

- Anchura útil mínima: 0,60 m.
- Barandillas completas a alturas de acceso superiores a 2 m.
- Inclinación máxima admisible. 25%
- Superficie lisa, antideslizante y resistente a las cargas que tengan que soportar Las plataformas de los andamios volarán como mínimo 0,60 m. de la arista vertical en los ángulos formados por paramentos verticales de la obra

11. ESCALERAS PORTATILES

Entendemos como tal a todo aparato portátil utilizado para subir y bajar a niveles diferentes y que está compuesto de listones o montantes gruesos con travesaños que sirven de peldaños. No se autoriza el trabajo con escalera portátil en cualquiera de sus versiones constructivas, a no ser de manera esporádica y especial de poca duración.

Su uso como útil para realizar trabajos estables en altura es contra procedimiento y se considera no apto como procedimiento sistemático.

Clasificación

- Escaleras de mano de un solo cuerpo.
- Escaleras de mano telescópicas.
- Escaleras de tijera.

Causas de los riesgos comunes a todas ellas

- Deficiente apoyo y fijación de la escalera.
- Base de sustentación deslizante.
- Instalación en precario por negligencia o comodidad.
- Mal estado de mantenimiento.
- Utilización inadecuada por desconocimiento o imprudencia del operario.

Medidas de prevención comunes a todas ellas

- Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función a la tarea a que esté destinado. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.
- Se comprobará previamente que reúne las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad y, en su caso, de aislamiento o resistencia al fuego, además de las siguientes:
 - Largueros de una sola pieza.
 - Peldaños bien ensamblados: No se utilizarán escaleras con peldaños clavados o sin ensamblar.
 - En las de madera el tratamiento protector será transparente, para permitir la inspección de los posibles defectos,
 - Las bases de sus montantes estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante y de ganchos de sujeción en la parte superior.

- Espacio igual entre peldaños y distanciados entre 25 y 35 cm. Su anchura mínima será de 50 cm.
 - En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.
-
- Nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas, suficientemente resistentes y no deslizantes.
 - La escalera se apoyará siempre por los montantes, nunca sobre el peldaño inferior.
 - No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores,
 - No se transportará a brazo sobre los mismos pesos superiores a 25 Kg.
 - El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
 - Las utilizadas para subir a andamios sobre ruedas se afianzarán sólidamente a los mismos.
 - Si la escalera no puede amarrarse a la estructura, precisará ser sostenida en su base por un auxiliar.
 - En las inmediaciones de zonas eléctricas en tensión se mantendrán las distancias de seguridad:
 - Alta tensión: 5 m.
 - Baja tensión: 3 m.
 - Una escalera nunca se transportará horizontalmente sobre el hombro, sino de forma que la parte delantera vaya a más de 2 m. por encima del suelo. Esta norma no es de aplicación cuando el peso de la escalera requiera dos personas para su transporte.

Medidas de protección comunes a todas ellas

Se utilizarán los medios estructurales precisos para asegurar la estabilidad de la escalera: calzos, ganchos, amarres, tirantes de apertura.

Para acceder a alturas superiores a 4 m. se utilizará criolina (aros guardaespaldas) a partir de los 2 m., o subsidiariamente se colocará una sirga paralela a uno de los montantes, que sirva de línea de vida para amarrar el sistema anticaídas durante el ascenso o descenso.

Escaleras de Mano de un solo cuerpo

Causas de los Riesgos

- Las comunes a las escaleras portátiles.
- Medidas de Prevención

Además de las comunes a todas las escaleras de mano, se adoptarán las siguientes:

- No deberán salvar más de 5 m. de altura, a no ser que estén reforzadas.
- La longitud máxima de la escalera sin rellano intermedio no podrá ser superior a 7 m

- La inclinación de la escalera apoyada deberá estar en torno a los 75 grados.
- Los dos montantes deben reposar en el punto superior de apoyo y estar sólidamente fijado a él
- La parte superior de los montantes debe sobrepasar en un metro su punto superior de apoyo.

Medidas de Protección

- Las comunes a las escaleras portátiles.

Escaleras de Mano Telescópicas

Causas de los Riesgos

- Las comunes a las escaleras portátiles.

Medidas de Prevención

- Además de las comunes a todas las escaleras de mano, se adoptarán las siguientes:
 - Dispondrán como máximo de dos tramos de prolongación, además del de base, cuya longitud máxima total del conjunto no superará los 12 m.
 - Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.
 - La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm., siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

Escaleras de Tijera

Causas de los Riesgos

- Las comunes a las escaleras portátiles.

Medidas de Prevención

- Además de las comunes a todas las escaleras de mano, se adoptarán las siguientes:
 - Estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior.
 - Su altura máxima no deberá rebasar los 5,5 m.

Medidas de Protección

- Además de las comunes a todas las escaleras de mano, es aconsejable adoptar la siguiente:
 - Disponer estabilizadores laterales en las escaleras de más de 3 m. de altura.

12. HERRAMIENTAS

Entendemos como tales cualquier instrumento de trabajo manual cuyo movimiento o desplazamiento se efectúa sin otro tipo de energía que la mano del operario.

Clasificación

- Punzantes Cinceles, puntero, brocas, punzones.
- De Percusión Martillo, macetas.
- De Corte: Sierras, tenazas, alicates, cortafíos.
- Varios Destornilladores, llaves, limas.

12.1. Herramientas Punzantes

Causas de los Riesgos

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas
- Inadecuada fijación al astil o mango del pico
- Material deficiente
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento
- Maltrato de la herramienta
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad
- Desconocimiento o imprudencia del operario

Medidas de Prevención

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc., nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se usarán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar el agujero. Puede partirse y saltar.
- No hacer funcionar la herramienta durante mucho tiempo sin parar, pues puede calentarse la broca y romperse.
- En el afilado de las herramientas se tomarán idénticas precauciones.

Medidas de Protección

- Deben emplearse gafas de seguridad para impedir que esquinas y trozos del material puedan ocasionar accidentes.
- Se dispondrán pantallas protectoras si se trabaja en las proximidades de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para agarrar la pieza a golpear.

12.2. Herramientas de Percusión

Causas de los Riesgos

- Mangos inseguros, rajados o ásperos
- Rebabas encabeza
- Uso inadecuado de la herramienta

Medidas de Prevención

- Rechazar todo martillo con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- El martillo se usará exclusivamente para golpear y hacerlo sólo con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente redondeadas.

Medidas de Protección

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o caretas.
- Se dispondrán pantallas protectoras si en las inmediaciones se encuentran operarlos trabajando.

12.3. Herramientas de Corte

Causas de los Riesgos

- Rebabas en la cabeza del cortafríos
- Rebabas en el extremo plano del cortafríos
- Extremo poco afilado
- Sujetar inadecuadamente la herramienta o piezas a trabajar
- Mal estado de la herramienta

Medidas de Prevención

- El cortafrío deberá estar bien afilado, por lo que presentará un filo peligroso.
- La cabeza del mismo no presentará rebabas.
- Los dientes de las sierras deberán estar bien afilados y triscados.
- Al cortar madera con nudos se deben extremar las precauciones.
- Cada tipo de sierra sólo se usará para la aplicación específica que esté diseñada.
- En las tenazas y para cortar alambre, girar la herramienta en plano perpendicular al alambre sujetando uno de los lados y no imprimiendo movimientos laterales, No usarlas como martillos.

Medidas de Protección

- En trabajos de corte en que los recortes sean pequeños, es obligatorio el uso de gafas de seguridad, ya que los pequeños pedazos pueden saltar.
- En el afilado de éstas herramientas se usarán guantes y gafas de seguridad.

13. ZANJAS Y ZAPATAS

Comprende los trabajos de excavación a cielo abierto realizados para alojar cualquier construcción, estructura, canalización, etc. Si tiene carácter lineal se le llama zanja.

Riesgos más frecuentes

- Caída de personas a nivel.
- Caídas de personas al interior de la excavación.
- Caída de piedras u objetos.
- Atropello por máquinas.
- Heridas con herramientas manuales.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Derrumbes de paredes de la excavación.
- infiltraciones de agua en la excavación.

Condiciones de seguridad que debe reunir el tajo

Deberán colocarse cintas y balizas que delimiten las zonas de los trabajos. Si en las proximidades de los bordes de la excavación se efectúan trabajos, o si es lugar de tránsito de personas, debe vaciarse su perímetro, señalizarlo convenientemente y, en su caso, deberá estar iluminado de noche, con bombillas protegidas

Las excavaciones estarán provistas de los medios de acceso convenientes. Las escaleras serán sólidas y estarán bien fijadas. Aquellas cuya longitud sea mayor de 5 m. estarán provistas de cercos y pasamanos.

Se colocarán pasarelas de paso del personal, protegidas con pasamanos a 1 m. de altura, barandilla intermedia y rodapié.

Los cortes en caminos y carreteras transitadas se salvarán construyendo pasos de suficiente resistencia y se colocarán las señalizaciones y protecciones necesarias.

Las áreas de trabajo estarán libres de acopios, materiales y elementos innecesarios y los aceites y materiales combustibles se mantendrán fuera del área de la excavación. Toda la maquinaria eléctrica que se utilice debe tener sus conexiones en perfecto estado de aislamiento y puestas a tierra.

Toda excavación de más de 1,20 m. de profundidad se taluzará con la inclinación necesaria. En caso de no ser posible, se deberá proceder a su adecuada entibación para evitar cualquier desprendimiento de tierras.

Son de aplicación a este tajo todas las Normas específicas sobre Señalización, así como las referentes a Circulación de Vehículos y la Orden 21.608 de 31.08, 87 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de Obras fijas en vías fuera de poblado, si quedase dentro de su ámbito.

Se sanearán los taludes eliminando las capas de tierra poco consistentes, los bloques de piedra sueltos y los materiales susceptibles de caer.

Antes del Inicio de los Trabajos

El Jefe de los trabajos estudiará el sistema de defensa más adecuado, teniendo en cuenta los factores que pueden tener una influencia fundamental sobre la estabilidad del terreno, como son: las características y circunstancias de la obra, las propiedades del suelo, los factores climatológicos y los efectos de las sobrecargas y vibraciones.

Se planificará y señalizará la circulación de vehículos, estando ésta suficientemente alejada de los bordes de la excavación.

Antes de proceder a la excavación, el Jefe del tajo dispondrá de un plano en el que se indiquen los servicios que atraviesan la zona de trabajo.

Se examinarán las construcciones que puedan verse afectadas por los trabajos. Las zonas de paso de máquinas y vehículos, las grietas en la cimentación, los posibles asientos diferenciales etc.

Durante la Realización de los Trabajos

Los trabajadores usarán los equipos de protección personal, herramientas y medios auxiliares adecuados para cada tipo de trabajo y fase de obra,

Deberá ser interrumpido inmediatamente el trabajo si se sospecha la presencia de gases nocivos o falta de oxígeno en el interior de la excavación.

Se evitará trabajar con motores de combustión interna en el interior de las excavaciones. Los vehículos que realicen el transporte de tierras, se ajustarán a las normas de Transporte de materiales.

No se colocarán en los bordes materiales o herramientas que puedan caer sobre las personas que estén trabajando en su fondo. Las tierras procedentes de la excavación se situarán, como norma general, a partir de una distancia igual a la mitad de su profundidad.

Los vehículos y máquinas deberán seguir las normas, indicaciones y señales implantadas en la obra. Se localizarán los Servicios Afectados, procediéndose a su señalización y desviándolos, en caso de ser necesario.

Las paredes de la excavación y, en su caso, deben examinarse diariamente y, sobre todo, cuando exista una interrupción del trabajo de más de un día, haya habido un desprendimiento de tierras, se hayan producido daños en el talud, o después de intensas heladas o fuertes lluvias.

Si se emplean máquinas en la excavación, éstas se situarán como mínimo a 1 m. de su borde. Si una máquina se encuentra excavando una pared, se deberán regular previamente las cotas de trabajo, de manera que pueda llegar como mínimo hasta un metro por debajo del borde superior y siempre que éste haya sido limpiado y explanado.

El agua producida por lluvia, filtraciones u otras causas, debe ser achicada de la manera más conveniente y segura. Se dotará a los trabajadores del equipo personal de protección adecuado para estas circunstancias.

14. MONTAJE AEROGENERADORES

Con este procedimiento se pretende determinar las directrices básicas a tener en cuenta durante los trabajos de montaje de aerogeneradores.

Dado que determinadas tareas relacionadas con el montaje de aerogeneradores se ejecutan a un nivel superior al del suelo, tienen la consideración de trabajos realizados en altura.

Antes del Inicio de los Trabajos

Las zonas de paso deberán mantenerse despejadas de basura, herramientas, materiales, etc., que impidan una fácil circulación de los trabajadores.

Deberá eliminarse todo resto de sustancia grasa, aceite, etc., que pueda generar riesgos de caídas o deslizamientos.

Los apilamientos deberán ser ordenados, estables y seguros contra los deslizamientos y derrumbamientos.

Cada trabajador será responsable de mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo. Se mantendrá toda la maquinaria portátil en perfecto estado de limpieza y libre de desechos. Siempre que se deba cruzar una línea eléctrica una carretera o pista por la que circulan personal o vehículos se hará cumpliendo las normas de seguridad y protegiendo dicha línea.

Los trapos con residuos aceitosos o grasos se depositarán en recipientes metálicos destinados a tal fin.

Queda totalmente prohibido fumar en las inmediaciones de materiales inflamables y explosivos, sólo se podrá realizar en los lugares habilitados para tal fin.

Se examinará el material a emplear y la puesta en obra de los mismos.

Se estudiarán las medidas de protección colectiva necesarias para efectuar los trabajos, se dispondrán de los elementos y material que la componen, se comprobará su adecuación y se dispondrán los dispositivos que permitan su buena instalación en la obra.

Se tendrá el acopio necesario de las prendas del equipo individual de protección y se repartirán para su uso antes del comienzo de los trabajos.

Se comprobará la situación y requisitos de los medios de transporte, elevación y puesta en obra. Se revisará la adecuación de la instalación eléctrica, la situación y estado de los cables, diferenciales y tomas de tierra.

Durante la Realización de los Trabajos

El personal utilizará convenientemente el equipo individual de protección, necesario para la realización de su trabajo. En los riesgos de caída de altura, se utilizará un sistema anticaídas adecuado.

No se deberá permanecer debajo de cargas suspendidas.

Los vehículos y máquinas utilizarán las señales ópticas y sonoras durante sus desplazamientos y maniobras. Las personas no deberán colocarse jamás detrás de ellos, para evitar ser atropellados.

Los frentes de trabajo se visitarán siempre de modo que existan zonas libres para los trabajos.

Limitaciones climatológicas al montaje:

Dado el tipo de elementos a montar, el emplazamiento y las condiciones de seguridad en las que han de realizarse los trabajos, se establecen las siguientes condiciones límite para realizar el montaje, que solo podrán modificarse en el caso de que a juicio del supervisor de instalación y el operador de las grúas se estime la no existencia de riesgo en las operaciones:

- Velocidad del viento
 - Acopio de materiales 6 m/s.
 - Montaje de tramos de Torre 12 m/s.
 - Montaje de Nacelle, Rotor 10 m/s.
 - Montaje de Palas individuales 10 m/s
- Niebla
 - La visibilidad mínima para la realización de los trabajos será de 50 metros.
- Lluvia
 - Consideramos límite las precipitaciones torrenciales
- Tormenta eléctrica
 - En caso de tormenta eléctrica, que totalmente prohibido acercarse al campo de montaje de los aerogeneradores hasta transcurrida una hora de haber cesado la misma.

15. INSTALACION ELECTRICA

15.1. Montaje instalación eléctrica

Son los trabajos a realizar durante el montaje de la instalación eléctrica y de la aparamenta, así como su puesta en marcha.

Antes del Inicio de los Trabajos

Se examinará el material eléctrico a emplear y la puesta en obra de los mismos. Se estudiarán las medidas de protección colectiva necesarias para efectuar los trabajos, se dispondrán de los elementos y material que la componen, se comprobará su adecuación y se dispondrán los dispositivos que permitan su buena instalación en la obra.

Se tendrá el acopio necesario de las prendas del equipo individual de protección y se repartirán para su uso antes del comienzo de los trabajos.

Se revisará la adecuación de la instalación eléctrica, la situación y estado de los cables, diferenciales y tomas de tierra.

Se instruirá al personal en el correcto manejo de las máquinas y herramientas que se utilicen.

Durante la realización de los Trabajos

El personal utilizará convenientemente el equipo individual de protección, necesario para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará un sistema anticaídas.

Las tensiones inferiores a 24 V se pueden considerar seguras, no necesitándose protección adicional.

Los trabajos en instalaciones con tensiones superiores a 24 V han de realizarse cumpliendo una serie de normas básicas de seguridad, que son las llamadas Cinco reglas de Oro:

- Cortar todas las fuentes de tensión.
- Bloquear las fuentes de tensión.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Señalizar la zona de trabajo.

En los trabajos cerca de elementos en tensión, en el caso de que no se permitiera el corte de tensión, deberá aislar los elementos en tensión de forma que aún con movimientos involuntarios en ningún caso pueda contactar con tensión. El operario deberá utilizar los elementos de protección del personal específicos para este trabajo, guantes aislantes, alfombra aislante, etc.

Los vehículos y máquinas utilizarán las señales ópticas y sonoras durante sus desplazamientos y maniobras. Las personas no deberán colocarse jamás detrás de ellos, para evitar ser atropellados.

Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con

atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos (hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados.

15.2. Montaje de equipos aparamenta

Se entiende por operaciones de montaje de equipos de aparamenta eléctrica, en Alta y Media Tensión, al conjunto de trabajos a realizar en el parque y subestación, cuya finalidad es la de montar y conectar la aparamenta eléctrica necesaria.

Como norma general, se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 14 m/s, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desplazarse.

Antes del Inicio de los Trabajos

Se examinará el material eléctrico a emplear y la puesta en obra de los mismos. Se estudiará las medidas de protección colectiva necesarias para efectuar los trabajos, se dispondrán de los elementos y material que la componen,

Se comprobará su adecuación y se dispondrán los dispositivos que permitan su buena instalación en la obra.

Se tendrá el acopio necesario de las prendas del equipo individual de protección y se repartirán para su uso antes del comienzo de los trabajos.

Se comprobará la situación y requisitos de los medios de transporte, elevación y puesta en obra de la aparamenta eléctrica.

Se revisará la adecuación de la instalación eléctrica, la situación y estado de los cables, diferenciales y tomas de tierra.

Se instruirá al personal en el correcto manejo de las máquinas y herramientas que se utilicen en las operaciones de montaje de equipos de aparamenta eléctrica, así como de las actividades a efectuar para y en su puesta en obra, y establecerá las normas que el personal auxiliar deberá seguir en el cumplimiento de estas funciones.

Durante la Realización de los Trabajos

El personal utilizará convenientemente el equipo individual de protección, necesario para la realización de su trabajo.

En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará un sistema de seguridad adecuado.

No se deberá permanecer debajo de cargas suspendidas.

Los vehículos y máquinas utilizarán las señales ópticas y sonoras durante sus desplazamientos y maniobras. Las personas no deberán colocarse jamás detrás de ellos, para evitar ser atropellados.

Los frentes de trabajo se visitarán siempre de modo que existan zonas libres para los trabajos.

El movimiento de vehículos de transporte y tendido, se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

El personal que vaya a realizar maniobras en Alta Tensión estará correctamente formado e informado y autorizado por su empresa, siendo conocedor de las 5 REGLAS DE ORO.

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
- Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte, y/o señalización en el mando de estos.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión (incluida la Baja Tensión).
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

15.3. Trabajos próximos a líneas eléctricas

Este Procedimiento Operativo de Seguridad tiene por objeto establecer las medidas preventivas en materia de Seguridad y Salud, cuando se realizan trabajos en proximidad de líneas eléctricas para evitar los riesgos de contacto eléctrico directo con partes en tensión, el contacto eléctrico indirecto y el riesgo de contacto por fenómenos disruptivos.

15.3.1. Trabajos en alta tensión con tensión

Según el Anexo V del Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico:

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 permita

Preparación del trabajo

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

De ser el trabajo viable, 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; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

Realización del trabajo

Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto en el apartado A.1.2 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 indicadas en el apartado A.1.3, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.

Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso circunstancia.
- Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento de equipos o materiales).

En caso de ser necesario trabajar en la proximidad de líneas eléctricas en tensión, es necesario implantar unas medidas de seguridad.

- Establecer distancias de seguridad:

Distancias límite de las zonas de trabajo

Un	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤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
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Un = Tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro** cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad*** cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

DPROX-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 (cm).

* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

** Espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

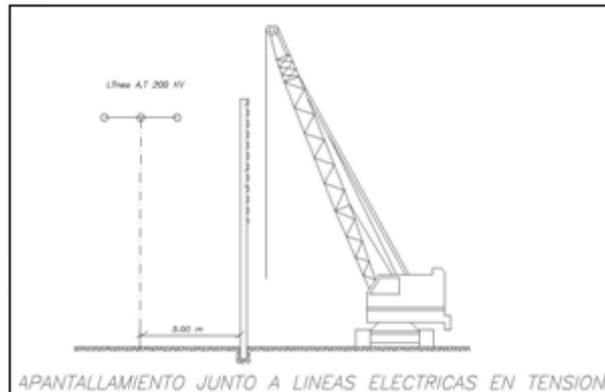
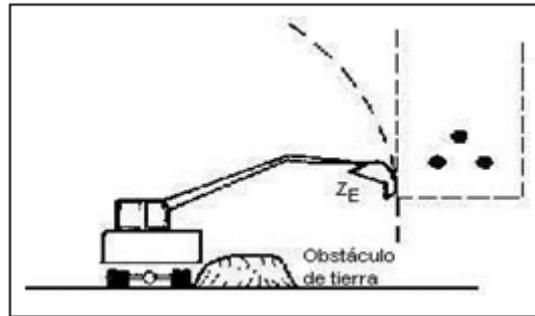
*** Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

Para el cumplimiento de estas distancias, en algunos casos será necesaria la señalización e incluso la interposición de obstáculos que impidan que se acceda al volumen prohibido de la línea, además de limitar de forma mecánica el campo de barrido de determinados elementos de la maquinaria.

➤ Interposición de obstáculos

Podrá reducirse la zona de alcance del elemento de altura colocando obstáculos en el terreno que limiten su movilidad e impidan que pueda invadir la zona de prohibición de la línea.

Los obstáculos se dimensionarán de acuerdo con las características del elemento de altura correspondiente de forma que no puedan ser rebasados inadvertidamente por el conductor mismo. Podrán ser parterres, vallas, terraplenes, etc.

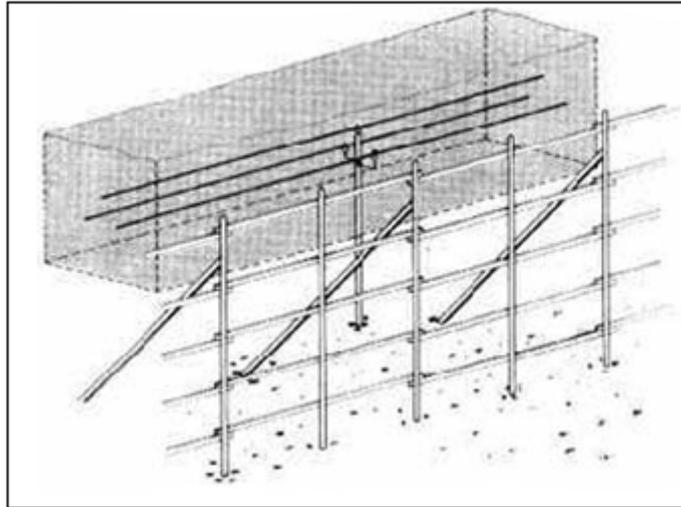


➤ Instalación de resguardos en torno a la línea

Esta medida consiste en instalar resguardos resistentes en torno a la línea de forma que impidan la invasión de su zona de prohibición por partes del elemento de altura o las cargas que transporta.

Para su instalación deberá tenerse en cuenta:

- Aprobación y supervisión de la compañía propietaria de la línea.
- Su resistencia estructural estará justificada para hipótesis de viento e impacto. Si es preciso se arriostrarán con objeto de impedir un posible abatimiento sobre la línea.
- Para su instalación deberá efectuarse el descargo de la línea.
- Si tienen partes metálicas estarán puestas a tierra.



Todos los trabajos que se realicen en proximidad de instalaciones de alta tensión en servicio, se realizarán atendiendo las instrucciones que para cada caso en particular dé el Jefe de Equipo.

El Jefe de Equipo se ocupará de que sean mantenidas constantemente las distancias de seguridad y delimitación de la zona de trabajo.

15.3.2. Trabajos en alta tensión sin tensión

Se prohíbe realizar trabajos en instalaciones de alta tensión sin adoptar las siguientes precauciones:

- 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, y/o señalización en el mando de estos
- c) Reconocimiento de la ausencia de tensión
- d) Poner a tierra el circuito todas las posibles fuentes de tensión.
- e) Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

A continuación se van a comentar separadamente estos cinco apartados:

a) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo. Solamente posibilitarán el corte visible los seccionadores, puentes, fusibles y ciertos seccionadores. El hecho de cambiar de posición un interruptor de ON a OFF no se considera corte visible Fuente de tensión

Cualquier elemento de una instalación eléctrica por la que llegue tensión se considera como fuente de tensión.

Cualquier elemento de una instalación por la que puede llegar una tensión debido a causas imprevistas, se considera que una «posible fuente de tensión» (tensión de retorno, tensión por caída de conductores en el cruzamiento de líneas, etc.)

Cierre intempestivo

Se conoce como cierre intempestivo de un elemento de corte el cierre no deseado (imprevisto o por error) de dicho elemento. Ejemplos:

- El cierre de un interruptor por accionar involuntariamente sobre la maneta de un aparato de control.
- El cierre de un seccionador por caída accidental de un objeto sobre las cuchillas.
- El cierre de un interruptor debido a un contacto accidental en el circuito de control.

b) Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte, y/o señalización en el mando de estos.

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. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptaran medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos teledirigidos deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

c) Reconocimiento de la ausencia de tensión

Al decir ausencia de tensión nos referimos a la tensión que tiene la instalación en su funcionamiento normal, es decir, a la tensión nominal.

El reconocimiento de la ausencia de tensión debe realizarse en el lugar donde se han abierto las fuentes de alimentación y donde se van a realizar los trabajos.

Para el reconocimiento de la ausencia de tensión hay que actuar como si la instalación estuviese con tensión y para ello hemos de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Usar el equipo de protección adecuado (pértiga aislante, guantes aislantes, casco de protección, gafas o pantalla y banqueta o alfombrilla aislante).
- Mantener las distancias de seguridad.
- Comprobar la ausencia de tensión en todos los conductores. Para su realización se utilizan los detectores de ausencia de tensión.

Comprobación de la ausencia de tensión:

Para su realización se utilizan los detectores de ausencia de tensión.

Es imprescindible comprobar el correcto funcionamiento del detector inmediatamente antes y después de su utilización. También habría que comprobar que el detector está limpio de polvo, grasas, etc., verificar que no tiene rayas que puedan facilitar la conducción de la electricidad al insertarse en las mismas suciedad, y no golpear los detectores.

El campo de utilización de un detector abarca un intervalo de tensiones fuera del cual no debe emplearse.

d) Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.

Se dice que una instalación eléctrica está puesta a tierra, Cuando está unida directamente con tierra mediante elementos conductores.

Las tierras han de colocarse a ambos lados de la parte de la instalación donde se realizarán los trabajos.

Los equipos de puesta a tierra se suelen poner por duplicado:

- Uno en las proximidades del punto de corte visible (delimitan la zona protegida).
- Otro en las proximidades inmediatas del lugar donde se realizan los trabajos (delimitan la zona de trabajo).

Si las distancias son cortas y las puestas a tierra colocadas en los puntos de corte visibles por los operarios que realizan el trabajo, se puede prescindir de las puestas a tierra que determinan la zona de trabajo.

Para la realización de estos trabajos el operario irá protegido con: pértiga, guantes de alta tensión, casco, sistema anticaídas, banqueta aislante, gafas (preferiblemente máscara facial), botas y prendas ignífugas.

e) Colocar las señales de seguridad delimitando la zona de trabajo.

La señalización, relacionada con un objeto o una situación determinada, suministra una indicación relativa a la seguridad por medio de un color o de una señal de seguridad.

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, clasifica las señales en función de su color y forma.

15.3.3. Trabajos en redes subterráneas

En todos los trabajos que se realicen en redes subterráneas, se deben cumplir las especificaciones dadas en los apartados anteriores y además se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones especiales:

- Antes de iniciar cualquier trabajo en un cable subterráneo, se procederá a ponerlo en cortocircuito y a tierra en los terminales más próximos.
- Antes de realizar un corte en un cable subterráneo, se identificará y se comprobará la ausencia de tensión mediante aparatos adecuados.
- Las excavaciones y zanjas de alguna profundidad deben presentar un talud suficiente, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno. Si no se cumple esto, se entibarán convenientemente sus paredes.
- Para realizar excavaciones por debajo o en las proximidades de construcciones existentes, carreteras o caminos y vías férreas, deberán apuntalarse adecuadamente.
- Cuando las zanjas se abran en aceras y zonas transitadas, se colocarán pasos para las personas, de suficiente amplitud y que no presenten riesgos de caída.
- En los trabajos de apertura de zanjas se dejarán, siempre que sea posible, un pasillo entre el borde de la zanja y el montón de tierra procedente de la misma.

- Para calentar o fundir materiales aislantes para el relleno de las cajas, terminales y empalmes, se usarán solamente recipientes destinados a tal fin y nunca más de 2/3 de su capacidad.
- No se añadirá nueva materia aislante sin antes aparatar el recipiente del fuego, añadiendo el aislante en trozos pequeños para evitar proyección.
- Para estos trabajos y para el manejo de los cables es obligatorio el uso de guantes adecuados.

15.3.4. Medios de protección

15.3.4.1. Medios de uso colectivo

Son aquellos medios de protección que contribuyen a neutralizar el riesgo en origen.

Taburetes

Los taburetes aíslan al operario respecto a tierra. Existen dos tipos de taburetes: interior (tipo A) y exterior (tipo B). También se clasifican en función de la tensión nominal:

- Clase I (20.000 V).
- Clase II (30.000 V).
- Clase III (45.000V).
- Clase IV (66.000 V).

Las dimensiones más extendidas son 50 x 50 cm y 60 x 60 cm.

Se deben utilizar en las maniobras en alta tensión con ejecución manual (maniobras de apertura y cierre de seccionadores, comprobación de ausencia de tensión, etc.). También se pueden usar en los trabajos en baja tensión, sustituyendo a las alfombrillas aislantes.

Alfombrillas aislantes

Las alfombrillas (esterillas), igual que los taburetes, aíslan al operario respecto a tierra.

Se fabrican en goma sintética o caucho (espesor 3 mm o superior). Sus dimensiones van de 60 x 60 cm a 100 x 100 cm, aunque también se pueden comprar en rollos que se cortan según las necesidades.

Las tensiones oscilan entre 20 y 30 kV.

Se utilizan para aislar eléctricamente los trabajadores que realizan tareas, en baja tensión (contadores, circuitos de baja tensión, sustitución de fusibles, etc.).

También, en combinación con otros elementos de seguridad (guantes, pértigas, etc.) pueden utilizarse en maniobras de aparatos en alta tensión.

Capuchones y vainas

Se utilizan como aislamiento provisional de conductores desnudos, o insuficientemente aislados, en baja tensión. Se suelen fabricar en goma sintética o caucho. En ambos la tensión de prueba suele ser de 20 kV.

Son especialmente indicados, cuando se trabaja en una fase, para protegerse de los cables y aisladores de las otras.

Pantallas aislantes

Son planchas de material rígido aislante, resistentes al choque. Frecuentemente se suelen utilizar dos modelos:

- En placa doblada en ángulo» para ser colocada directamente sobre las cuchillas de los seccionadores.
- En placa plana» para uso indistinto, sobre las cuchillas seccionadoras o deslizándose sobre unas guías que deben estar instaladas al efecto.

Se utilizan en trabajos específicos en instalaciones de alta tensión, fundamentalmente en seccionadores e interruptores de corte visible (MT).

Para su colocación en las guías o elementos de corte, las pantallas van provistas de unos dispositivos especiales (tipo bayoneta) actuándose sobre ellos mediante pértigas.

Aparatos verificadores de ausencia de tensión

Dentro de estos aparatos existe una gran variedad con diferentes aplicaciones:

- Detectores de alta tensión.
- Fusibles lanzacables. Se utiliza en líneas aéreas de alta tensión hasta 22 metros de altura. También sirve como elemento auxiliar de izado de los equipos de puesta a tierra (pat) y en cortocircuito (cc).
- Tele-detectores de tensión. Verifican la ausencia de tensión a distancia (generalmente superiores a las mínimas de seguridad). Se pueden utilizar como un elemento complementario de detección de tensión sobre todo en las líneas aéreas de 110 a 380 kV. Sin embargo, no es apto para usar en subestaciones o puntos confluentes de varias líneas o circuitos.

Pértigas aislantes

Es un elemento rígido, normalmente cilíndrico que posee un elemento en su extremo que se utiliza para realizar diferentes trabajos en la instalación. Presentan diferentes longitudes en función de las tensiones nominales.

La utilización de estas herramientas debe venir fijada por la tensión máxima para la cual garantiza el fabricante su condición de aislante. Además, la posición de las manos no debe superar la indicada como límite por el fabricante.

15.3.4.2. Medios de protección personal

Estas protecciones se clasifican en los siguientes grupos:

- Protección de ojos y cara.
- Protección de las manos y brazos.
- Protección de la cabeza.
- Ropa de trabajo.

Protección de ojos y cara

La protección de los ojos queda garantizada con la utilización de las gafas o las pantallas faciales. Estos dispositivos protegen de las proyecciones de partículas y de las radiaciones ultravioletas. Se recomienda su utilización en todos aquellos trabajos y maniobras en las que exista riesgo de quemaduras y proyecciones por arco eléctrico: maniobras de apertura y cierre de seccionadores, comprobación de la ausencia de tensión, cambio de fusibles con tensión, etc.

Protección de las manos y brazos. Guantes dieléctricos

Son unos guantes especiales moldeados en caucho, y otros productos plásticos, que han de reunir unas características especiales de aislamiento a la electricidad. Han de llevar un marcado que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, el número de serie y la fecha de fabricación. Además, en la parte externa de la cobertura protectora llevarán un espacio reservado al posterior marcado de las fechas de puesta en servicio y de las pruebas o controles periódicos. El fabricante deberá indicar en su folleto informativo el uso para el que están diseñados y la periodicidad de los ensayos eléctricos a los que habrán de someterse durante el tiempo que duren.

Existen cinco clases diferentes en función de sus propiedades dieléctricas (la tensión de utilización corresponde a una corriente de fuga máxima de 1 mA, que garantice la seguridad del usuario):

- Todos los guantes deben carecer de costuras, grietas o deformaciones que disminuyan sus propiedades.
- Los guantes se deben almacenar limpios y secos, al abrigo de la humedad y de la luz (bolsas de plástico o cajas metálicas con polvos de talco en su interior y exterior).
- Se debe verificar su estanquidad (inflando el guante) antes de su uso.

Protección de la cabeza

El casco dieléctrico protege a la cabeza del contacto eléctrico y de otros peligros (golpes, caída de objetos, etc.). Deben estar contruidos con material aislante y estar ensayados bajo tensión eléctrica.

Existen varios tipos de pruebas según sea la norma. Para baja tensión (hasta 440 V en ca de 50 Hz) la máxima corriente de fuga a través del aislamiento será de 1 mA. En cualquier caso la tensión de utilización, expresada en voltios, deberá ir indicada en el casco de manera indeleble.

El casco se limpiará (con agua y jabón) de cualquier materia (barro, grasa, etc.) que dificulte su inspección.

Se deben guardar en taquilla, percha, estantería, etc., nunca revuelto con las herramientas o materiales que puedan deteriorarlo.

Su uso es obligatorio para los visitantes y operarios que realicen trabajos en zonas de trabajo de: obra civil (excavaciones, túneles, etc.), obras y montajes (construcciones de líneas aéreas, montajes de torres, etc.), trabajos en distintos planos de altura (postes, líneas, andamios maniobras de alta tensión b 'a tensión, etc.).

Ropa de trabajo

Dado que los electricistas pueden verse afectados por la elevada temperatura del arco eléctrico accidental en sus trabajos o maniobras, su ropa de trabajo ha de ser inflamable.

Además, ajustará bien al cuerpo. Si las mangas son largas ajustarán perfectamente la muñeca y si se enrollan será hacia dentro.

No se deben usar pulseras, anillos, cadenas u otros objetos metálicos, que pueda causar atrapamientos, enganches, cortocircuitos o cebado de arcos.

15.3.5. Actuación en caso de accidente

El conductor

- Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Las personas presentes

- Se alejarán del lugar no intentando socorrer de inmediato a los accidentados si los hubiera.
- Si el contacto con la línea persiste o se ha roto algún cable, avisarán a la Cía. eléctrica para que desconecte la línea.

Si hay accidentados solicitarán ayuda médica y ambulancia.

Auxilio a los accidentados

- En líneas de alta tensión
 - Únicamente cuando el contacto con la línea haya cesado.
 - Si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica la haya desconectado.
 - Aunque aparentemente la corriente haya cesado (al no apreciarse chisporroteos en los cables), volverá a aparecer al cabo de pocos minutos, puesto que automáticamente las líneas vuelven a conectarse después de un fallo.
- En líneas de baja tensión
 - Si persiste el contacto o hay cables caídos podrán socorrerse usando objetos aislantes: palos de madera, improvisando guantes aislantes mediante bolsas de plástico, etc.

16. PLIEGO DE CONDICIONES

16.1 Disposiciones legales

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en los siguientes documentos:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9/3/71), (B.O.E. 16/3/71).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 de 11/3/71), (B.O.E. 16/3/71).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20/5/52), (B.O.E. 15/6/52).
- Reglamento de los servicios médicos de la empresa (O.M. 21/11/59), (B.O.E. 27/11/59).
- Ordenanza del trabajo de la construcción, vidrio cerámica. Construcción (O.M. 28/8/70), (B.O.E. 5/9/70).
- Homologación de medios de protección de los trabajadores. Construcción (O.M. 17/5/74), (B.O.E. 29/5/74).
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. Construcción (O.M. 20/9/73), (B.O.E. 9/10/73).
- Reglamento de líneas de alta tensión. Construcción (O.M. 28/11/68).
- Convenio colectivo provincial de la construcción.
- Obligatoriedad de la inclusión de un estudio de seguridad e higiene en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas (Real Decreto 555/1986,21/2/86), (B.O.E. 21/3/86).

16.2. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzcan deterioro más rápido de una determinada prenda o equipo, se repondrá esta, independientemente de la duración 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, será desechado y reemplazado de inmediato.

Protecciones individuales

Todo elemento de protección individual se debe ajustar a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo siempre que exista en el mercado. En los casos en que no exista norma de homologación oficial, será de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Protecciones colectivas

- Pórticos limitadores de gálibo.
Dispondrán de un dintel debidamente señalizado.
- Vallas autónomas de limitación
Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.
- Topes de desplazamiento de vehículos Se podrán realizar con un par de tablonces embreados, fijados al terreno por medio de redondos hincados en el mismo.
- Redes
Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan con garantía la función protectora para la que están previstas.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra
La sensibilidad mínima de los interruptores será para alumbrado de 30 mA. Y para fuerza de 300 mA. la resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantiza, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V. se medirá su resistencia periódicamente y al menos en la época más seca del año.
- Extintores
Serán adecuados el agente extintor y el tamaño al tipo de incendio previsible y se revisaran cada 6 meses como máximo.

Servicios de prevención

Serán proporcionados por una empresa de asesoramiento en Seguridad e Higiene y un servicio médico que la empresa constructora está obligada a contratar.

Vigilante de seguridad y comité de Seguridad e Higiene

Se debe nombrar vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Se constituirá en Comité cuando el número de trabajadores supere lo previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción, o en el caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

Instalaciones médicas

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

Instalaciones de higiene y bienestar

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedores, debidamente dotados. El vestuario de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción. Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada 10 trabajadores y un WC por cada 25, disponiendo de espejos y calefacción. Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

Plan de Seguridad e Higiene

El Contratista está obligado a redactar un plan de Seguridad e Higiene, adaptando este estudio a sus medios y a los métodos de ejecución.

DOCUMENTO N° 6:

PRESUPUESTO

CAPITULO 1: AEROGENERADORES			
Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
1.1	m ³	<p>Desbroce y limpieza</p> <p>Desbroce y limpieza superficial del terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 15 cm, incluyendo carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos residuales</p>	0,80
1.2	m ³	<p>Excavación</p> <p>Excavación en cimientos y pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos</p>	7,80
1.3	m ³	<p>Hormigón en zapatas</p> <p>Hormigón armado H-175kg/cm², elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, incluso armadura, encofrado y desencofrado, vertido por medio de camión bomba, vibrado y colocado.</p>	180,04
1.4	Ud.	<p>Aerogenerador G90 2MW</p> <p>Aerogenerador de 2 MW, modelo G90, formado por palas, góndola, multiplicadora, generador, equipo de regulación, fuste, incluso grúas para izado, calibrado, pruebas de funcionamiento, amarrado a cimentación con pernos de alta resistencia, totalmente instalado.</p>	640.000,00

CAPITULO 2: SUBESTACION			
Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
2.1	Ud.	Celda GAME Celda interior con remonte de cable con conexión superior por barras	1285,00
2.2	Ud.	Celda DMI-D Celda de interior con interruptor automático protección general	13686,00
2.3	Ud.	Celda GBC-A Celda de interior con medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior.	6342,00
2.4	Ud.	Celda IM Celda de interior para salida de la línea a 20 kV	2569,00
2.5	Ud.	Celda TME Celda de interior con transformador MT/ BT para servicios auxiliares	5431,00
2.6	Ud.	Celda control 55 KV Celda de interior para el control del parque de 55 KV, totalmente instalada.	6.915,00
2.7	Ud.	Transformador potencia 15 MVA, 55/20 KV Transformador de potencia, con aislamiento de aceite y depósito de expansión, incluso protecciones térmicas propias, con regulación bajo carga de 15 MVA, 55 /20 KV, totalmente colocado.	75.245,55

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
2.8	Ud.	<p>Seccionador III con P.A.T.</p> <p>Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra, totalmente instalado.</p>	4.224,21
2.9	Ud.	<p>Autoválvula AT</p> <p>Autovalvula de alta tensión, totalmente instalada.</p>	414,10
2.10	Ud.	<p>Autovalvula MT</p> <p>Autovalvula de media tensión, totalmente instalada.</p>	219,37
2.11	Ud.	<p>Interruptor automático III SF6</p> <p>Interruptor automático tripolar de hexafluoruro de azufre (SF6), totalmente instalado.</p>	9.015,18
2.12	Ud.	<p>Cadena aisladores 55 KV pórticos</p> <p>Cadena de aisladores, totalmente instalados en pórticos</p>	99,17
2.13	m	<p>Conductor Cu tubular 40/32mm</p> <p>Conductor de cobre tubular de 40/32 mm, totalmente instalado.</p>	30,18
2.14	m	<p>Conductor subterráneo 12/20 KV</p> <p>Conductor subterráneo de 12 /20 KV incluso accesorios, totalmente instalado.</p>	9,95
2.15	m	<p>Conductor Cu P.A.T. 25 mm2</p> <p>Suministro y montaje de cable de conductor desnudo, para puesta a tierra, de 25 mm2 de sección, incluso soldadura aluminotérmica de unión, grapas de derivación y otros accesorios, totalmente instalado.</p>	1,70

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
2.16	Ud.	<p>Arqueta P.A.T.</p> <p>Arqueta prefabricada registrable para puesta a tierra, de forma rectangular, con entradas y salidas de cable para A.T., y espacio interior de conexiones, medición y mantenimiento, totalmente instalada.</p>	42,14
2.17	m	<p>Cableado subestación</p> <p>Partida alzada de la subestación, en la que se incluye el cableado de los circuitos de mando, señalización.</p>	952,78
2.18	Ud.	<p>Acero A-42b estructura Subestación</p> <p>Acero laminado A-42 b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, totalmente montado y colocado.</p>	1,39
2.19	Ud.	<p>Hormigón</p> <p>Hormigón, H-50 Kg./m2 en zanjas de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación.</p>	43,98
2.20	Ud.	<p>Grava 40/80 mm</p> <p>Relleno, extendido y compactado de grava , por medios manuales, con rodillo vibratorio.</p>	9,92
2.21	Ud.	<p>Solera de hormigón 15 cm.</p> <p>Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2., Tmáx.20 mm., elaborado en obra, vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x5, p.p. de juntas.</p>	14,87
2.22	Ud.	<p>Hormigón armado</p> <p>Hormigón armado HA-25 N/mm2., consistencia plástica, Tmáx.40 mm., para ambiente normal, incluso armadura (40kg./m3.), por medio de camión-bomba, vibrado y colocado.</p>	144,83

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
2.23	Ud.	<p>Punto de luz sencillo</p> <p>Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm² de Cu, y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, instalado.</p>	14,40
2.24	Ud.	<p>Punto de luz conmutado</p> <p>Punto de luz conmutado realizado con tubo PVC corrugado, conductor rígido de 1,5 mm² de Cu., y aislamiento VV 750 V, incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores Simón serie 75, instalado.</p>	20,16
2.25	Ud.	<p>Pantalla fluorescente</p> <p>Pantalla fluorescente para adosar a techo, formada por los fluorescentes, de 40 W, totalmente instalado.</p>	56,16
2.26	Ud.	<p>Farola 6 m</p> <p>Farola con Báculo completo de 6 m. de altura y brazo de 2,5 m. con luminaria, equipo y lámpara de de 150 W., caja de conexión y protección, cable interior, pica de tierra, cimentación y anclaje, montado y conexionado.</p>	214,76
2.27	Ud.	<p>Interruptor diferencial</p> <p>Interruptor diferencial de 0.03 A de sensibilidad y 32 A de intensidad nominal.</p>	36,06
2.28	Ud.	<p>Interruptor general</p> <p>Interruptor general automático de 25 A</p>	20,00

Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
2.29	Ud.	<p>Extintor CO2 3,5 Kg.</p> <p>Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 55B, de 3,5 kg. De agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR.</p>	68,02
2.30	Ud.	<p>Pararrayos de cebado</p> <p>Pararrayos., mástil adosado telescópico de 3 m., conductor de cobre electrolítico desnudo, puesta a tierra mediante 3picas, en arqueta de registro de PVC, totalmente instalado, incluyendo conexionado y ayudas de albañilería. Según norma UNE-21.186/21.308, NF-17.102, CEI-1024.</p>	1.734,68
2.31	Ud.	<p>Fábrica de ladrillo de hueco doble</p> <p>Cerramiento formado por fábrica de ladrillo 1/2 pie hueco doble.</p>	99,45
2.32	m	<p>Canalón rígido PVC</p> <p>Canalón visto de PVC de 150 mm de diámetro, fijado al alero, completamente instalado.</p>	44,58
2.33	Ud.	<p>Bajante pvc serie b j.peg. 90 mm</p> <p>Bajante de PVC, de 90 mm. de diámetro, funcionando.</p>	39,25

CAPITULO 3 : ACCESOS			
Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
3.1	m ³	Desmante terreno tránsito Desmante en terreno de transito, con medios mecánicos, transporte de los productos de la Excavación a vertedero.	2,20
3.2	m ²	Aglomerado asfáltico Firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada E3, compuesto por 20 cm. de suelo cemento.	16,50

CAPITULO 4 : LINEA SUBTERRANEA			
Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
4.1	m ²	<p>Desbroce y limpieza a máquina</p> <p>Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero, con pp. de medios auxiliares.</p>	0,40
4.2	m ²	<p>Retirada de tierra vegetal</p> <p>Retirada de tierra vegetal superficial por medios mecánicos, sin cargar ni transporte al vertedero y con pp.de medios auxiliares.</p>	2,87
4.3	m ³	<p>Excavación en pozos</p> <p>Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.</p>	11,47
4.4	m ³	<p>Relleno y compactado zanjas</p> <p>Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95%.</p>	19,25
4.5	m ³	<p>Arena en zanjas</p> <p>Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. De espesor, con un grado de compactación del 95%.</p>	9,12
4.6	m ³	<p>Transporte a vertedero</p> <p>Transporte de material sin clasificar, sin incluir p.p. de espera en la carga y descarga, mediante vehículo basculante 6x4 20 t.</p>	3,41

Parque eólico "Monte Zalama"

4.7	h	Cuadrilla	35,93
4.8	h	Oficial de 1^a electricista	16,98
4.9	h	Oficial de 2^a electricista	14,03
4.10	Ud.	Pequeño material	1,06
4.11	m	Conductor 1x70 Cu 12/20 kV	8,90
4.12	m	Cinta señalizadora Cinta señalizadora ubicada sobre los conductores, a modo de protección y aviso contra contactos accidentales por excavación, dentro de la zanja.	0,41

CAPITULO 5: SEGURIDAD Y SALUD			
Nº	Ud.	DESCRIPCION	IMPORTE (EUROS)
5.1	Ud.	Casco seguridad homologado	1,51
5.2	Ud.	Par de guantes de uso general	1,51
5.3	Ud.	Par de guantes de goma	1,21
5.4	Ud.	Par de guantes de soldar	3,17
5.5	Ud.	Par de guantes dieléctricos	21,04
5.6	Ud.	Par de botas de seguridad	19,23
5.7	Ud.	Mono y buzo	11,17
5.8	Ud.	Trajes de agua	9,97
5.9	Ud.	Gafas de impacto	6,95
5.10	Ud.	Pantalla de soldador	15,10
5.11	Ud.	Mascarillas anti polvo	10,57
5.12	Ud.	Protecciones auditivos	13,67
5.13	Ud.	Cinturones de seguridad	24,45
5.14	Ud.	Chaleco reflectante	12,02
5.15	Ud.	Señal normalizada de trafico	26,49
5.16	Ud.	Cartel indicativo	7,82
5.17	Ud.	Cartel indicativo de riesgo	2,22

Parque eólico "Monte Zalama"

5.18	Ud.	Cordón de balizamiento reflectante	1,06
5.19	Ud.	Valla metálica de contención de peatones	23,86
5.20	Ud.	Valla normalizada de desviaciones del tráfico	36,06
5.21	Ud.	Baliza luminosa intermitente	51,66
5.22	Ud.	Instalación de puesta a tierra	160,47
5.23	Ud.	Interruptor general de media sensibilidad	106,18
5.24	Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad	126,21
5.25	Ud.	Extintor polvo polivalente	61,58

PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPITULO 1 : AEROGENERADORES				
Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
1.1	864 m ³	Desbroce y limpieza Desmante en terreno de transito, con medios mecánicos, transporte de los productos de la excavación a vertedero.	0,64	552.96,00
1.2	1500 m ³	Excavaciones zanjas Excavación en cimientos y pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos	7,06	10.590,00
1.3	600 m ³	Hormigón de zapatas Hormigón armado HA-25 N/mm2., para ambiente normal, armadura (40 kg./m3.), vertido con grúa ,vibrado y colocado.	186.04	112.824,00
1.4	6	Aerogenerador G90 Aerogenerador de 2 MW, modelo G87, formado por palas, góndola, multiplicadora, generador, equipo de regulación, fuste, incluso grúas para izado, calibrado, pruebas de funcionamiento, amarrado a cimentación con pernos de alta resistencia, totalmente instalado.	640.000,00	3.840.000,00

TOTAL CAPITULO 01 AEROGENERADORES.....4.018.710,00

CAPITULO 2 : SUBESTACION				
Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
2.1	1	Celda GAME Celda interior con remonte de cable con conexión superior por barras	1.285,00	1.285,00
2.2	1	Celda DMI-D Celda de interior con interruptor automático protección general	13.686,00	13.686,00
2.3	1	Celda GBC-A Celda de interior con medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior.	6.342,00	6.342,00
2.4	1	Celda IM Celda de interior para salida de la línea a 20 kV.	2.569,00	2.569,00
2.5	1	Celda TME Celda de interior con transformador MT/ BT para servicios auxiliares.	5.431,00	5.431,00
2.6	1	Celda control 55 KV Celda de interior para el control del parque de 55 KV, totalmente instalada.	6.915,00	6.915,00
2.7	1	Transformador potencia 15 MVA, 55/20 KV Transformador de potencia, con aislamiento de aceite y depósito de expansión, incluso protecciones térmicas propias, con regulación bajo carga de 15 MVA, 55 /20 KV, totalmente colocado.	105.245,55	105.245,55

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
2.8	1	Seccionador III con P.A.T. Seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra, totalmente instalado.	4.224,21	4.224,21
2.9	1	Autoválvula AT Autovalvula de alta tensión, totalmente instalada.	414,10	414,10
2.10	1	Autovalvula MT Autovalvula de media tensión, totalmente instalada.	219,37	219,37
2.11	1	Interruptor automático III SF6 Interruptor automático tripolar de hexafluoruro de azufre (SF6), totalmente instalado.	9.015,18	9.015,18
2.12	15	Cadena aisladores 55 KV pórticos Cadena de aisladores, totalmente instalados en pórticos	99,17	1487,15
2.13		Conductor Cu tubular 40/32mm Conductor de cobre tubular de 40/32 mm, totalmente instalado.	30,18	
2.14	15	Conductor subterráneo 12/20 KV Conductor subterráneo de 12 /20 KV incluso accesorios, totalmente instalado.	9,95	149,25

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
2.15	490	<p>Conductor Cu P.A.T. 25 mm2</p> <p>Suministro y montaje de cable de conductor desnudo, para puesta a tierra, de 25 mm2 de sección, incluso soldadura aluminotérmica de unión, grapas de derivación y otros accesorios, totalmente instalado.</p>	1,70	833,00
2.16	3	<p>Arqueta P.A.T.</p> <p>Arqueta prefabricada registrable para puesta a tierra, de forma rectangular, con entradas y salidas de cable para P.A.T., y espacio interior de conexiones, medición y mantenimiento, totalmente instalada.</p>	42,14	126,42
2.17	1	<p>Cableado subestación</p> <p>Partida alzada de la subestación, en la que se incluye el cableado de los circuitos de mando, señalización.</p>	952,78	952,78
2.18	Ud.	<p>Acero A-42b estructura Subestación</p> <p>Acero laminado A-42 b, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, totalmente montado y colocado.</p>	1,39	15,85
2.19	16,2	<p>Hormigón</p> <p>Hormigón, H-50 Kg./m2 en zanjas de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación, para vallado.</p>	43,98	712,47
2.20	200	<p>Grava 40/80 mm</p> <p>Relleno, extendido y compactado de grava, por medios manuales, con rodillo vibratorio, mejora P.A.T</p>	9,92	1.984

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
2.21	300	<p>Solera de hormigón 15 cm.</p> <p>Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm²., T_{máx.}20 mm., elaborado en obra, vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x5, p.p. de juntas. Subestación.</p>	14,87	4.461
2.22	25	<p>Hormigón armado</p> <p>Hormigón armado HA-25 N/mm²., consistencia plástica, T_{máx.}40 mm., para ambiente normal, incluso armadura (40kg./m³.), por medio de camión-bomba, vibrado y colocado.</p>	144,83	3.620,75
2.23	5	<p>Punto de luz sencillo</p> <p>Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm² de Cu, y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, instalado.</p>	14,40	72,00
2.24	1	<p>Punto de luz conmutado</p> <p>Punto de luz conmutado realizado con tubo PVC corrugado, conductor rígido de 1,5 mm² de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores Simón serie 75, instalado.</p>	20,16	20,16
2.25	3	<p>Pantalla fluorescente</p> <p>Pantalla fluorescente para adosar a techo, formada por los fluorescentes, de 40 W, totalmente instalado.</p>	56,16	168,48

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
2.26	4	<p>Farola 6 m</p> <p>Farola con Báculo completo de 6 m. de altura y brazo de 2,5 m. con luminaria, equipo y lámpara de de 150 W., caja de conexión y protección, cable interior, pica de tierra, cimentación y anclaje, montado y conexionado.</p>	214,76	859,04
2.27	1	<p>Interruptor diferencial</p> <p>Interruptor diferencial de 0.03 A de sensibilidad y 32 A de intensidad nominal.</p>	36,06	36,06
2.28	1	<p>Interruptor general</p> <p>Interruptor general automático de 25 A</p>	20,00	20,00
2.29	1	<p>Extintor CO2 3,5 Kg.</p> <p>Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 55B, de 3,5 kg. De agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR.</p>	68,02	68,02
2.30	1	<p>Pararrayos de cebado</p> <p>Pararrayos., mástil adosado telescópico de 3 m., conductor de cobre electrolítico desnudo, puesta a tierra mediante 3picas, en arqueta de registro de PVC, totalmente instalado, incluyendo conexionado y ayudas de albañilería. Según norma UNE-21.186/21.308, NF-17.102, CEI-1024.</p>	1.734,68	1.734,68

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
2.31	200	Fábrica de ladrillo de hueco doble Cerramiento formado por fábrica de ladrillo 1/2 pie hueco doble.	99,45	19.890,00
2.32	150	Canalón rígido PVC Canalón visto de PVC de 150 mm de diámetro, fijado al alero, completamente instalado.	44,58	6.687,00
2.33	6	Bajante pvc serie b j.peg. 90 mm Bajante de PVC, de 90 mm.de diámetro, funcionando.	39,25	235,50

TOTAL CAPITULO 02 SUBESTACION..... 199.521,6

CAPITULO 3 : ACCESOS				
Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
1.1	1.500 m ³	Desmante terreno tránsito Desmante en terreno de transito, con medios mecánicos, transporte de los productos de la Excavación a vertedero.	2,20	3.300
1.2	4.950 m ³	Aglomerado asfáltico Firme flexible para tráfico pesado T2 sobre explanada E3, compuesto por 20 cm. de suelo cemento.	16,50	81.675

TOTAL CAPITULO 03 ACCESOS..... 84.975,00

CAPITULO 4 : LINEA SUBTERRANEA				
Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
4.1	440	<p>Desbroce y limpieza a máquina</p> <p>Desbroce y limpieza superficial de terreno sin clasificar, por medios mecánicos, con carga y transporte de los productos resultantes a vertedero, con pp. de medios auxiliares.</p>	0,40	176,00
4.2	880	<p>Retirada de tierra vegetal</p> <p>Retirada de tierra vegetal superficial por medios mecánicos, sin cargar ni transporte al vertedero y con pp. de medios auxiliares.</p>	2,87	2.525,6
4.3	2.525,6	<p>Excavación en pozos</p> <p>Excavación en pozos en terrenos compactos, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.</p>	11,47	30.280,80
4.4	528	<p>Relleno y compactado zanjas</p> <p>Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de préstamos de material seleccionado, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95%.</p>	19,25	10.164,00
4.5	2.112	<p>Arena en zanjas</p> <p>Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. De espesor, con un grado de compactación del 95%.</p>	9,12	19.261,44

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
4.6	2.112	Transporte a vertedero Transporte de material sin clasificar, sin incluir p.p. de espera en la carga y descarga, mediante vehículo basculante 6x4 20 t.	3,41	7.201,92
4.7	1.200	Cuadrilla	27,11	32.532,00
4.8	2.500	Oficial de 1ª electricista	11,47	28.675,00
4.9	2.500	Oficial de 2ª electricista	10,88	27.200,00
4.10	15.000	Pequeño material	0,61	9.150,00
4.11	4.400	Conductor 1x70 Cu 12/20 kV	8,90	11.748,00
4.12	10.000	Cinta señalizadora Cinta señalizadora ubicada sobre los conductores, a modo de protección y aviso contra contactos accidentales por excavación, dentro de la zanja.	0,41	4.100

TOTAL CAPITULO 04 LINEA SUBTERRANEA.....183.014,76

CAPITULO 5 : SEGURIDAD Y SALUD				
Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
5.1	20	Casco seguridad homologado	1,51	30,20
5.2	20	Par de guantes de uso general	1,51	30,20
5.3	5	Par de guantes de goma	1,21	6,05
5.4	5	Par de guantes de soldar	3,17	15,85
5.5	10	Par de guantes dieléctricos	21,04	210,40
5.6	20	Par de botas de seguridad	19,23	384,60
5.7	30	Mono y buzo	11,17	335,10
5.8	30	Trajes de agua	9,97	299,10
5.9	15	Gafas de impacto	6,95	104,25
5.10	3	Pantalla de soldador	15,10	45,30
5.11	15	Mascarillas anti polvo	10,57	158,55
5.12	5	Protecciones auditivos	13,67	68,35
5.13	2	Cinturones de seguridad	24,45	48,92
5.14	15	Chaleco reflectante	12,02	180,30
5.15	8	Señal normalizada de trafico	26,49	211,92
5.16	2	Cartel indicativo	7,82	15,64
5.17	4	Cartel indicativo de riesgo	2,22	8,88

Parque eólico "Monte Zalama"

Nº	CANTIDAD	DESIGNACION	PR./UD (Euros)	IMPORTE (Euros)
5.18	1	Cordón de balizamiento reflectante	1,06	1,06
5.19	16	Valla metálica de contención de peatones	23,86	381,76
5.20	5	Valla normalizada de desviaciones del tráfico	36,06	180,03
5.21	10	Baliza luminosa intermitente	51,66	516,60
5.22	3	Instalación de puesta a tierra	160,47	481,41
5.23	3	Interruptor general de media sensibilidad	106,18	324,54
5.24	3	Interruptor diferencial de alta sensibilidad	126,21	378,63
5.25	8	Extintor polvo polivalente	61,58	492,64

TOTAL CAPITULO 05 SEGURIDAD Y SALUD..... 9.240,00

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL

El presupuesto de ejecución de material del proyecto, está formado por los siguientes elementos:

CAPITULO	DESIGNACION	IMPORTE (Euros)
I	Aerogeneradores	4.018.710,00
II	Subestación	199.521,6
III	Accesos	84.975,00
IV	Línea subterránea	183.014,76
V	Seguridad y salud	9.240,00

TOTAL.....4.495.461, 30 €

Imprevisto (5%)

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION DE MATERIAL.....4.720.234, 42 €

Asciende el presente presupuesto de ejecución de material a la cantidad de:

CUATRO MILLONES, SETECIENTOS VEINTE MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y DOS CENTIMOS DE EURO.

Santander, Diciembre 2009

El Ingeniero Técnico

Fdo. Raúl Cano Gutiérrez

DESIGNACION	IMPORTE (Euros)
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION DE MATERIAL.	4.720.234,42 €
Gastos generales (13%)	613.630,47 €
Beneficio Industrial (7%)	330.416,40 €
TOTAL	5.664.281,29 €
16 % I.V.A	906.285,01 €
TOTAL PRESUPUESTO POR EJECUCION POR CONTRATA.	6.570.566,3 €

Asciende el presente presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de:

SEIS MILLONES, QUINIENTOS SETENTA MIL QUINTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA CENTEMOS DE EURO

Santander, Mayo 2010

El Ingeniero Técnico

Fdo. Raúl Cano Gutiérrez

DESIGNACION	IMPORTE (Euros)
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA.	6.570.566,3 €
Honorarios del Proyecto (5%)	328.528,31 €
Licencias, permisos e indemnizaciones	112.376,00 €
TOTAL PRESUPUESTO POR CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	7.011.470,61 €

Asciende el presente presupuesto por conocimiento de la administración a la cantidad de:

SIETE MILLONES, ONCE MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS CON SESETAN Y UNO CENTIMOS DE EURO

Santander, Mayo 2010

El Ingeniero Técnico

Fdo. Raúl Cano Gutiérrez