



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



GESTIÓN DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL. ENLACE DE LA CERRADA - BOO DE GUARNIZO

Trabajo realizado por:

Jorge Gonzalo Rosas Rodríguez

Dirigido:

D. Luis Manuel Acebes Escudero

Titulación:

**Máster Universitario en
Ingeniería de Caminos, Canales y
Puertos**

Santander, septiembre de 2019

TRABAJO FINAL DE MASTER

GESTIÓN DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL. ENLACE DE LA CERRADA - BOO DE GUARNIZO

Trabajo realizado por:

Jorge Gonzalo Rosas Rodríguez

Dirigido:

D. Luis Manuel Acebes Escudero

Titulación:

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Santander, 20 de septiembre de 2019

Palabras clave:

Proyecto de construcción, memoria descriptiva del proyecto, memoria constructiva del proyecto, estudio económico, presupuesto de ejecución material, coste directo, coeficiente de adjudicación, gastos de estructura de empresa, gastos generales, beneficio industrial, gastos de gestión interna.

RESUMEN

En septiembre de 2004 licitó, el Gobierno de Cantabria a través de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda, Dirección General de Carreteras Vías y Obras. En el año 2005 se redactó el Proyecto de Construcción. Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Enlace de la Cerrada - Boo de Guarnizo. Sobre este proyecto se desarrolla la Memoria Constructiva que incluye la planificación de la obra, estudio económico, propuestas de alternativas para mejorar la situación económica de la obra.

La memoria descriptiva muestra el contenido de los estudios realizados en la etapa de redacción del proyecto, sobre la base de este documento se redactó la Memoria Constructiva para encarar durante la construcción y evitar grandes pérdidas económicas.

El proceso constructivo se organizó en cuatro fases, y la duración de cada una es 5 meses naturales, siendo la duración total de la obra 20 meses naturales.

La Fase 1, engloba la ejecución de las siguientes actividades:

- Trabajos preliminares y replanteo.
- Movimiento de tierras (Despeje y Desbroce, Demoliciones, Excavación no Clasificada, Mechas drenantes y Terraplén y Pedraplén).
- Estructuras (Pilotes de Estructura mixta, Estribo 1, Pilas 1, 2 y 3).



- Recuperación ambiental.
- Reposición de servicios afectados.

La Fase 2, comprende la ejecución de las siguientes actividades:

- Movimiento de tierras (Parte de la Excavación no Clasificada, parte de Terraplén y parte de la Explanada y Relleno de Bermas).
- Estructuras (Construcción de encepados y alzados de estribos y pilas de la Estructura mixta. Tierra armada, Pilotes y Tablero del Paso Superior 1).
- Drenaje Transversal.
- Desvíos provisionales.

La Fase 3, comprende la ejecución de las siguientes actividades:

- Reposición de servicios afectados.
- Recuperación ambiental.
- Firmes.
- Estructuras (Estructura mixta, Paso superior 2 y Muros).
- Desvíos provisionales.

La Fase 4, comprende la ejecución de las siguientes actividades:

- Conclusión de ejecución de Firmes.
- Señalización.
- Iluminación.
- Reposición de servicios afectados.
- Recuperación Ambiental.
- Limpieza y terminación.

Para el análisis del riesgo asumido por el contratista a la hora de ejecutar la obra, se toman los siguientes datos:

- Plazo de la obra: 20 meses
- Gastos de gestión interna: 40 000.00 €/mes
- Presupuesto de ejecución material (PEM): 4 777 231.61€
- Coste directo (CD) calculado: 4 504 822.47€
- Gastos generales (GG): 13%
- Beneficio industrial (BI): 6%
- Gastos de Estructura de la empresa: 5% del valor de la venta
- Tasas de Inspección del Gobierno Regional: 4% del Presupuesto de Ejecución Material, afectado por la baja
- Baja realizada por la UTE ACCIONA-SEOP: 18.15%.

Se calculó primero el Coste de Construcción (CC), que es igual al Coste Directo más los Gastos de Gestión Interna (GGI) durante el plazo de ejecución de la obra es igual a 5 304 822.47€.

La venta sin IVA que es igual a Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto afectado por Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) y, por la baja (1-0.1815), resulta ser igual a 4 653 095.25€.



Los gastos de estructura de la empresa se tomaron el 5% del valor de la venta, que resulta ser igual 232 654 .72€.

Las tasas de inspección del Gobierno Regional es el 4% del presupuesto de ejecución del material, afectado por la baja (1-0.1815), es igual a 156 406.256€.

El coste total de construcción de la obra es igual al Coste de Construcción, gastos de estructura de la empresa y más las Tasas de inspección del Gobierno Regional, que es igual a 5 693 883.79€.

Por lo tanto, el valor del resultado es el riesgo asumido, que es igual a la diferencia del valor de la venta y el coste total de construcción 1 040 788.54€, que resulta ser un valor negativo que equivale una pérdida, es decir el beneficio es inexistente, la empresa contratista asume un riesgo a la hora de preparar la oferta, para ello el Jefe de Obra deberá manejar la obra con mucho cuidado para evitar que se plasme la pérdida.

En este proyecto no existe muchas opciones para reducir el Coste Directo, el material de obra de excavaciones no es aprovechable, según los estudios geológicos-geotécnicos son rellenos antrópicos constituidos por sedimentos arenosos y arcillo-limosos saturados de tipo fango con materia orgánica.

Para mejorar la situación económica se plantea una serie de propuestas para reducir el riesgo, la primera propuesta es seleccionar el material de excavación para la plataforma provisional en la Estructura mixta E-1, que es requerida para construir la Pila 2, la reducción sería el 15% del monto asignado para su ejecución, que equivale a 8 550.00€.

La segunda propuesta es reducir un mes el plazo de ejecución, el ahorro directo de 40 000.00 € en gastos de gestión interna.

La tercera propuesta es aumentar el rendimiento de la retroexcavadora en la actividad Excavación no clasificada de 700 m³/día a 800 m³/día, designando un operador experimentado, el ahorro sería 23 045.36€.

La cuarta propuesta es negociar el un propietario de una finca ubicado a un km de la obra para utilizar como vertedero de residuos no peligrosos procedentes de la excavación, el ahorro sería de 60 619.32€.

La quinta propuesta es utilizar el material de la Excavación no clasificada como material de precarga en el terraplén, el ahorro es igual a 45 375.00€.

Después de las propuestas anteriores se llega a un ahorro total de:



- Ahorro total = $8\,550.0 + 40\,000.00 + 23\,045.36 + 60\,619.32 + 46\,375.0 = 178\,589.68\text{€}$
- CD con mejoras = $4\,504\,822.47 - 138\,589.68 = 4\,366\,232.79\text{€}$
- CI con mejoras de plazo = $800\,000.00 - 40\,000.00 = 760\,000.00\text{€}$

Cálculo del resultado final considerando los ahorros anteriores.

- Coste de Construcción (CC): $5\,126\,232.79\text{€}$.
- Venta sin considerar IVA: $4\,653\,095.25\text{€}$
- Gastos de estructura de la empresa, 5% del valor de la venta: $232\,654.76\text{€}$.
- Tasas de inspección del Gobierno Regional, 4% del PEM, afectado por la baja (1-0.1815): $16\,406.56\text{€}$.
- Coste total de construcción de la obra: $5\,515\,294.11\text{€}$.
- Resultado, diferencia del valor de la venta y el coste total de construcción: $-862\,198.86\text{€}$.

Con los ahorros de las mejoras del Coste Directo y Coste Indirecto, se reduce el riesgo y la pérdida es inminente equivalente a $862\,198.86\text{€}$, el otro camino es negociar con los proveedores de los materiales y seguir buscando a lo largo de la construcción otras alternativas de mejora.

CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT. LINK OF LA CERRADA - BOO DE GUARNIZO

Project made by:

Jorge Gonzalo Rosas Rodríguez

Directed by:

D. Luis Manuel Acebes Escudero

University degree:

Master in Civil Engineering

Santander, September 20, 2019

Keywords:

Construction project, project descriptive report, project construction report, economic study, material execution budget, direct cost, award coefficient, company structure expenses, general expenses, industrial benefit, internal management expenses.

Abstract:

In September 2004, the Government of Cantabria tendered through the Department of Public Works and Housing, General Directorate of Roads and Works. In 2005 the Construction Project was written. Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Link of La Cerrada - Boo de Guarnizo. The Constructive Memory is developed on this project, which includes the planning of the work, economic study, proposals for alternatives to improve the economic situation of the work.

The descriptive report shows the content of the studies carried out in the drafting stage of the project, on the basis of this document the Constructive Memory was written to address during construction and avoid large economic losses.

The construction process was organized in four phases, and the duration of each is 5 calendar months, the total duration of the work being 20 calendar months. Phase 1 encompasses the execution of the following activities:

- Preliminary work and stakeout.
- Earthworks (Clearing and Clearing, Demolitions, Unclassified Excavation, Draining Wicks and Embankment and rock fill).
- Structures (Mixed Structure Piles).
- Environmental recovery.
- Replacement of affected services.



Phase 2 includes the execution of the following activities:

- Earthworks (Part of the Unclassified Excavation, part of the Embankment and part of the subbase layer and Fill of Berms).
- Structures (Construction of enclosures and elevations of stirrups and stacks of the Mixed Structure, Armored land, Piles and Board of the Overpass 1).
- Transverse Drainage.
- Provisional deviations.

Phase 3, includes the execution of the following activities:

- Replacement of affected services.
- Environmental recovery.
- Asphalt pavement.
- Structures (Mixed structure, Overpass 2 and Walls).
- Provisional deviations.

Phase 4 includes the execution of the following activities:

- Completion of Asphalt pavement execution.
- Signaling.
- Illumination.
- Replacement of affected services.
- Environmental Recovery.
- Cleaning and finishing.

For the analysis of the risk assumed by the contractor when executing the work, the following data are taken:

- Work term: 20 months.
- Internal management expenses: € 40,000.00 / month
- Material execution budget, actual project: € 4,777,231.61
- Direct cost (DC) calculated: € 4 504 822.47
- General expenses (GE): 13%
- Industrial benefit (IB): 6%
- Company Structure Expenses: 5% of the sale value
- Regional Government Inspection Rates: 4% of the Material Execution Budget, affected by the withdrawal
- Withdrawal by the UTE ACCIONA-SEOP: 18.15%.

The Construction Cost (CC) was first calculated, which is equal to the Direct Cost plus the Internal Management Expenses (IME) during the period of execution of the work is equal to € 5 304 822.47.



The sale without VAT that is equal to the Material Execution Budget (PEM) of the project, affected by General Expenses (13%) and Industrial Benefit (6%) and, due to the low (1-0.1815), turns out to be equal to € 4 653 095.25.

The structure costs of the company were taken 5% of the value of the sale, which turns out to be equal € 232 654.72.

The inspection rates of the Regional Government is 4% of the budget for the execution of the material, affected by the withdrawal (1-0.1815). It is equal to € 156 406.256.

The total construction cost of the work is equal to the Construction Cost, structure costs of the company and more the Regional Government Inspection Fees, which is equal to € 5 693 883.79.

Therefore, the value of the result is the assumed risk, which is equal to the difference in the value of the sale and the total cost of construction €1 040 788.54, which turns out to be a negative value equivalent to a loss, that is, the benefit is nonexistent, the contracting company assumes a risk when preparing the offer, for this the Project Manager must handle the work very carefully to avoid the loss.

In this project there are not many options to reduce the Direct Cost, the excavation work material is not usable, according to geological-geotechnical studies they are anthropic fillings constituted by sandy silt and muddy silt saturated with organic matter.

To improve the economic situation, a series of proposals are proposed to reduce the risk, the first proposal is to select the excavation material for the provisional platform in the Mixed Structure E-1, which is required to build Stack 2, the reduction would be the 15% of the amount allocated for its execution, equivalent to € 8 550.00.

The second proposal is to reduce the execution period by one month, the direct savings of € 40,000.00 in internal management expenses.

The third proposal is to increase the performance of the backhoe in the Unclassified Excavation activity from 700 m³ / day to 800 m³ / day, by designating an experienced operator, the savings would be € 23 045.36.

The fourth proposal is to negotiate the one owner of a farm located one km from the work to use as a landfill for non-hazardous waste from the excavation, the savings would be € 60 619.32.



The fifth proposal is to use the material of the Excavation not classified as a preload material on the embankment, the saving is equal to € 45,375.00, After the above proposals, total savings of:

- Total saving = $8\,550.0 + 40\,000.00 + 23\,045.36 + 60\,619.32 + 46\,375.0 = €178\,589.68$
- DC with improvements = $4\,504\,822.47 - 138\,589.68 = €\,4\,366\,232.79$
- IC with term improvements = $800,000.00 - 40,000.00 = €\,760,000.00$

Calculation of the final result considering the previous savings.

- Construction Cost (CC): € 5 126 232.79.
- Sale without VAT: € 4 653 095.25
- Company structure expenses, 5% of the value of the sale: € 232,654.76.
- Inspection rates of the Regional Government, 4% of the PEM, affected by the withdrawal (1-0.1815): € 16 406.56.
- Total cost of construction of the work: € 5 515 294.11.
- Result, difference in the value of the sale and the total construction cost: €- 862198.86.

With the savings of the Direct Cost and Indirect Cost improvements, the risk is reduced and the loss is imminent equivalent to € 862 198.86, the other way is to negotiate with the suppliers of the materials.

CONTENIDO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1.1 | ANTECEDENTES DEL PROYECTO | 16 |
| 1.2 | JUSTIFICACIÓN | 17 |
| 1.3 | OBJETO DEL TRABAJO..... | 18 |
| 1.4 | OBJETIVOS..... | 18 |
| 1.4.1 | OBJETIVO GENERAL | 18 |
| 1.4.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 2 | MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO..... | 19 |
| 2.1 | GENERALIDADES | 19 |
| 2.1.1 | <i>Topografía y Replanteo.....</i> | <i>19</i> |
| 2.1.2 | <i>Geología y Procedencia de los Materiales.....</i> | <i>21</i> |
| 2.1.3 | <i>Planeamiento y Tráfico.....</i> | <i>25</i> |
| 2.1.4 | <i>Trazado.....</i> | <i>27</i> |
| 2.1.5 | <i>Hidrología y Drenaje</i> | <i>28</i> |
| 2.1.6 | <i>Geotecnia.....</i> | <i>35</i> |
| 2.1.7 | <i>Firmes y Pavimentos.....</i> | <i>39</i> |
| 2.1.8 | <i>Estructuras</i> | <i>41</i> |
| 2.1.9 | <i>Reposición de Servicios Afectados.....</i> | <i>43</i> |
| 2.1.10 | <i>Expropiaciones</i> | <i>44</i> |
| 2.1.11 | <i>Señalización, Balizamiento y Defensas.....</i> | <i>46</i> |
| 2.1.12 | <i>Iluminación.....</i> | <i>48</i> |
| 2.1.13 | <i>Ordenación Ecológica, Estética y Paisajística</i> | <i>49</i> |
| 2.1.14 | <i>Plan de Obra</i> | <i>49</i> |
| 2.1.15 | <i>Clasificación del contratista</i> | <i>49</i> |
| 2.1.16 | <i>Justificación de Precios.....</i> | <i>50</i> |
| 2.1.17 | <i>Presupuesto para Conocimiento de la Administración.....</i> | <i>50</i> |
| 3 | MEMORIA CONSTRUCTIVA | 51 |
| 3.1 | CONCEPCIÓN GLOBAL DE LA OBRA | 51 |
| 3.1.1 | PROCEDENCIA Y DESTINO DE MATERIALES. | 52 |
| 3.2 | CONTROL Y SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO | 55 |
| 3.3 | PLAN DE OBRA..... | 55 |
| 3.3.1 | UNIDADES BÁSICAS | 55 |



| | | |
|----------|---|------------|
| 3.3.2 | DÍAS ÚTILES DE TRABAJO..... | 56 |
| 3.3.3 | DEFINICIÓN DE EQUIPOS, RENDIMIENTOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN | 56 |
| 1. | TRABAJOS PRELIMINARES Y REPLANTEO | 57 |
| 2. | DESBROCE DEL TERRENO | 57 |
| 3. | EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA..... | 58 |
| 4. | TERRAPLÉN | 58 |
| 5. | PEDRAPLÉN | 59 |
| 6. | DRENAJE..... | 59 |
| 7. | ZAHORRA ARTIFICIAL FABRICADA EN CENTRAL CON ÁRIDOS CLASIFICADOS | 60 |
| 8. | MEZCLA BITUMINOSA EN CAPA DE BASE | 61 |
| 9. | MEZCLA BITUMINOSA EN CAPA INTERMEDIA | 61 |
| 10. | MEZCLA BITUMINOSA EN CAPA DE RODADURA | 61 |
| 11. | RIEGOS DE ADHERENCIA E IMPRIMACIÓN | 62 |
| 12. | ESTRUCTURAS | 62 |
| 1. | PILOTES | 62 |
| 2. | ENCEPADOS, ALZADOS DE ESTRIBOS Y PILAS | 63 |
| 3. | TABLERO | 63 |
| 13. | SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS | 64 |
| 14. | RECUPERACIÓN AMBIENTAL | 64 |
| 15. | ILUMINACIÓN..... | 64 |
| 16. | DESVÍOS PROVISIONALES | 65 |
| 17. | REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS | 65 |
| 18. | SEGURIDAD Y SALUD | 67 |
| 19. | LIMPIEZA Y TERMINACIÓN..... | 67 |
| 20. | TRAMITACIÓN DE EXPROPIACIONES..... | 67 |
| 3.4 | DISTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES POR FASES..... | 69 |
| 3.4.1 | FASE 1 | 70 |
| 3.4.2 | FASE 2..... | 86 |
| 3.4.3 | FASE 3..... | 98 |
| 3.4.4 | FASE 4..... | 117 |
| | <i>Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C7-R3.5.....</i> | <i>120</i> |
| | <i>Cuneta VA-125.....</i> | <i>120</i> |
| | <i>Caz prefabricado de 40 cm</i> | <i>121</i> |
| | <i>Cuneta R-40.....</i> | <i>121</i> |
| 4 | ESTUDIO ECONÓMICO DE LA OBRA | 125 |
| 4.1 | JUSTIFICACIÓN DE COSTES UNITARIOS..... | 125 |
| 1. | DESBROCE DEL TERRENO | 125 |



| | | |
|----------|--|------------|
| 2. | EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA..... | 125 |
| 3. | TERRAPLÉN | 125 |
| 4. | PEDRAPLÉN | 126 |
| 5. | ESCOLLERA EN BASE DE ASIENTO DE OBRAS DE FÁBRICA | 126 |
| 6. | ZAHORRA ARTIFICIAL FABRICADA EN CENTRAL CON ÁRIDOS CLASIFICADOS..... | 127 |
| 7. | CUNETA DE HORMIGÓN EJECUTADA EN OBRA TIPO VA-125..... | 127 |
| 8. | CUNETA DE HORMIGÓN EJECUTADA EN OBRA TIPO R-40..... | 128 |
| 9. | HORMIGONES..... | 128 |
| 4.2 | RESUMEN DE COSTE DIRECTO | 128 |
| 4.3 | ESTUDIO ECONÓMICO..... | 137 |
| 5 | PROPUESTAS DE MEJORAS ECONÓMICAS | 140 |
| 5.1 | PROPUESTAS PARA MEJORAR LA SITUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO..... | 140 |
| 6 | CONCLUSIONES | 144 |
| 6.1 | CONCLUSIONES | 144 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA..... | 145 |



INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1.1: Vista del emplazamiento del proyecto</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 2.1: Aspecto del suelo de alteración sobre material cretácico</i> | <i>22</i> |
| <i>Figura 2.2: Depósito de marisma en la Ría de Boo.</i> | <i>23</i> |
| <i>Figura 2.3: Rellenos antrópicos en la entrada de Ferroatlántica</i> | <i>23</i> |
| <i>Figura 2.4: Precipitaciones medias anuales del INM.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Figura 3.1: Vertedero de La Canteruca.....</i> | <i>52</i> |
| <i>Figura 3.2: Ruta entre el proyecto y vertedero Meruelo.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Figura 3.3: Ruta entre el proyecto y Canteras de Santander S.A.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Figura 3.4: Vista de la oficina técnica y administrativa en obra.</i> | <i>73</i> |
| <i>Figura 3.5: Esquema de una balsa de decantación.....</i> | <i>82</i> |
| <i>Figura 3.6: Alcantarilla cajón ensamblada con marcos prefabricados.</i> | <i>90</i> |
| <i>Figura 3.7: Tubos prefabricados de hormigón armado.....</i> | <i>96</i> |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 2.1: Coordenadas UTM y cotas de los puntos de apoyo | 20 |
| Tabla 2.2: Coordenadas UTM y cotas de la Poligonal Básica | 21 |
| Tabla 2.3: Características de yacimientos y plantas de materiales..... | 25 |
| Tabla 2.4: Intensidad media diaria total y pesados..... | 27 |
| Tabla 2.5: Intensidad media diaria total y pesados..... | 28 |
| Tabla 2.6: Estaciones meteorológicas consultadas..... | 29 |
| Tabla 2.7: Parámetros climáticos. Pluviometría | 30 |
| Tabla 2.8: Factores que afectan a las diferentes obras..... | 31 |
| Tabla 2.9: Coeficientes medios anuales para las diferentes obras..... | 31 |
| Tabla 2.10: Caudales de diseño asociados a cada cuenca para los distintos periodos de retorno..... | 31 |
| Tabla 2.11: Caudales de diseño de las obras de drenaje del tronco | 32 |
| Tabla 2.12: Coordenadas y cotas de las obras de drenaje del tronco | 32 |
| Tabla 2.13: Definición geométrica de las obras de drenaje del tronco..... | 32 |
| Tabla 2.14: Cálculos hidráulicos de las obras de drenaje del tronco..... | 33 |
| Tabla 2.15: Intensidades de precipitación (mm/h) para diferentes períodos de retorno | 33 |
| Tabla 3.1: Coordenadas UTM de los puntos de base de replanteo, BR | 71 |
| Tabla 3.2: Volúmenes de excavación no clasificada..... | 83 |
| Tabla 3.3: Ubicación de las mechas drenantes | 84 |
| Tabla 3.4: Ubicación y superficie de geotextil filtro. Grupo 0..... | 84 |
| Tabla 3.5: Ubicación y volumen de zahorra artificial de central..... | 85 |
| Tabla 3.6: Ubicación y volumen de Escollera en base de asiento | 87 |
| Tabla 3.7: Resumen de actividades Estribo 1, Estructura E1 | 89 |
| Tabla 3.8: Resumen de actividades de las Pilas, Estructura E1 | 89 |
| Tabla 3.9: Resumen de ubicación de zahorra artificial de central..... | 92 |
| Tabla 3.10: Resumen de ubicación de relleno de bermas..... | 94 |
| Tabla 3.11: Resumen de ubicación de Cuneta en tierra TT-150 | 99 |
| Tabla 3.12: Resumen de ubicación de Cuneta en tierra VT-150..... | 99 |
| Tabla 3.13: Resumen de ubicación de bajante prefabricada Tipo BT-50..... | 100 |
| Tabla 3.14: Resumen de ubicación del tubo de saneamiento PVC DN 315 | 101 |
| Tabla 3.15: Resumen de ubicación del tubo de saneamiento PVC DN 400 | 102 |
| Tabla 3.16: Resumen de ubicación de sumideros de acero inoxidable..... | 102 |
| Tabla 3.17: Resumen de ubicación de sumideros HM-20 con rejilla 40x40 cm | 103 |
| Tabla 3.18: Resumen de ubicación de sumideros de acero inoxidable | 104 |
| Tabla 3.19: Resumen de obras de firme..... | 105 |
| Tabla 3.20: Resumen de ubicación de Hormigón HM-20/B/20/I vertido | 107 |
| Tabla 3.21: Resumen de ubicación de MBC en capa base..... | 107 |
| Tabla 3.22: Resumen de ubicación de betún de cualquier penetración | 108 |
| Tabla 3.23: Resumen de ubicación de MBC en capa intermedia | 109 |
| Tabla 3.24: Resumen de ubicación de betún modificado BM-3b..... | 110 |
| Tabla 3.25: Resumen de ubicación de MBC, en capa de rodadura..... | 111 |
| Tabla 3.26: Resumen de ubicación de mezcla tipo F de 3 cm de espesor..... | 111 |
| Tabla 3.27: Resumen de ubicación de emulsión ECI en riego de imprimación..... | 112 |
| Tabla 3.28: Resumen de ubicación de emulsión ECR-1-m en riego de adherencia modificado..... | 113 |



| | |
|--|------------|
| <i>Tabla 3.29: Resumen de acera de baldosa en terrazo de 5 cm.....</i> | <i>114</i> |
| <i>Tabla 3.30: Resumen de bordillo de hormigón de doble capa C9-R5.....</i> | <i>115</i> |
| <i>Tabla 3.31: Resumen de actividades de los Muros</i> | <i>116</i> |
| <i>Tabla 3.32: Resumen de actividades de recuperación ambiental.....</i> | <i>119</i> |
| <i>Tabla 3.33: Resumen de ubicación del bordillo de doble capa C7-R3.5.....</i> | <i>120</i> |
| <i>Tabla 3.34: Resumen de ubicación de Cuneta VA-125.....</i> | <i>120</i> |
| <i>Tabla 3.35: Resumen de ubicación de cuneta de hormigón en obra Tipo R-40.....</i> | <i>122</i> |
| <i>Tabla 3.36: Resumen de actividades de la señalización horizontal.....</i> | <i>122</i> |
| <i>Tabla 3.37: Resumen de actividades de balizamiento y defensas</i> | <i>123</i> |
| <i>Tabla 3.38: Resumen de actividades de la señalización vertical.....</i> | <i>123</i> |
| <i>Tabla 4.1: Resumen de presupuesto de ejecución material, PEM del Proyecto</i> | <i>137</i> |
| <i>Tabla 4.2: Resumen de coste directo total del proyecto en estudio.....</i> | <i>138</i> |



1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del Proyecto

El Ministerio de Fomento encargó en 1993 el "Estudio Informativo Nueva Carretera de Conexión de la N-635 con Ronda de la Comarca de la Bahía de Santander, tramo Maliaño-Guarnizo", la Dirección General de Carreteras en fecha 18 de noviembre de 1991 remite a la antigua Dirección General Política Ambiental la memoria-resumen del proyecto de "Conexión de la N-635 con la Ronda de la Bahía de Santander", con objeto de iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Recibida la Memoria-resumen, la Dirección General de Política Ambiental estableció un período de consultas a personas, instituciones y administraciones, sobre el impacto ambiental del proyecto. En virtud del artículo 14 del Reglamento, con fecha 4 de marzo de 1992, la Dirección General de Política Ambiental dio traslado a la Dirección General de Carreteras de las respuestas recibidas. Nuevamente la Dirección General de Carreteras sometió al proyecto y el estudio de impacto ambiental, conjuntamente, a trámite de información pública, mediante anuncio en el "Boletín Oficial del Estado" de 16 de enero de 1998, en virtud de lo establecido en el artículo 15 del Reglamento. Finalmente, exponen la Resolución de 22 de marzo de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del estudio informativo "Conexión de la N-635 con la Ronda de la Comarca de la Bahía de Santander", de la Dirección General de Carreteras, (BOE-A-2001-7686, Publicado en: BOE núm. 94, de 19 de abril de 2001, páginas 14443 a 14449).

En septiembre de 2004 licitó, el Gobierno de Cantabria a través de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda, Dirección General de Carreteras Vías y Obras, adjudicó a la empresa APIA XXI S.A. la "ELABORACION ÍNTEGRA DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, NUEVO TRAMO DE CARRETERA, CARRETERA CA-144, BOO DE GUARNIZO - CIANCA, PK 0+700 AL PK 0+000. TRAMO: ENLACE DE LA CERRADA - BOO DE GUARNIZO", se firmó el contrato el 19 de enero de 2005.

En este último proyecto se realizó unas pequeñas modificaciones en el trazado, el acceso a la fábrica de Ferroatlántica desde la margen de la ría situada en Astillero no tiene modificaciones; el cruce de las vías del ferrocarril que en este proyecto se resolvió mediante una glorieta elevada con el fin de mejorar el tráfico del enlace. En la siguiente Figura 1.1, se muestra el emplazamiento del proyecto.

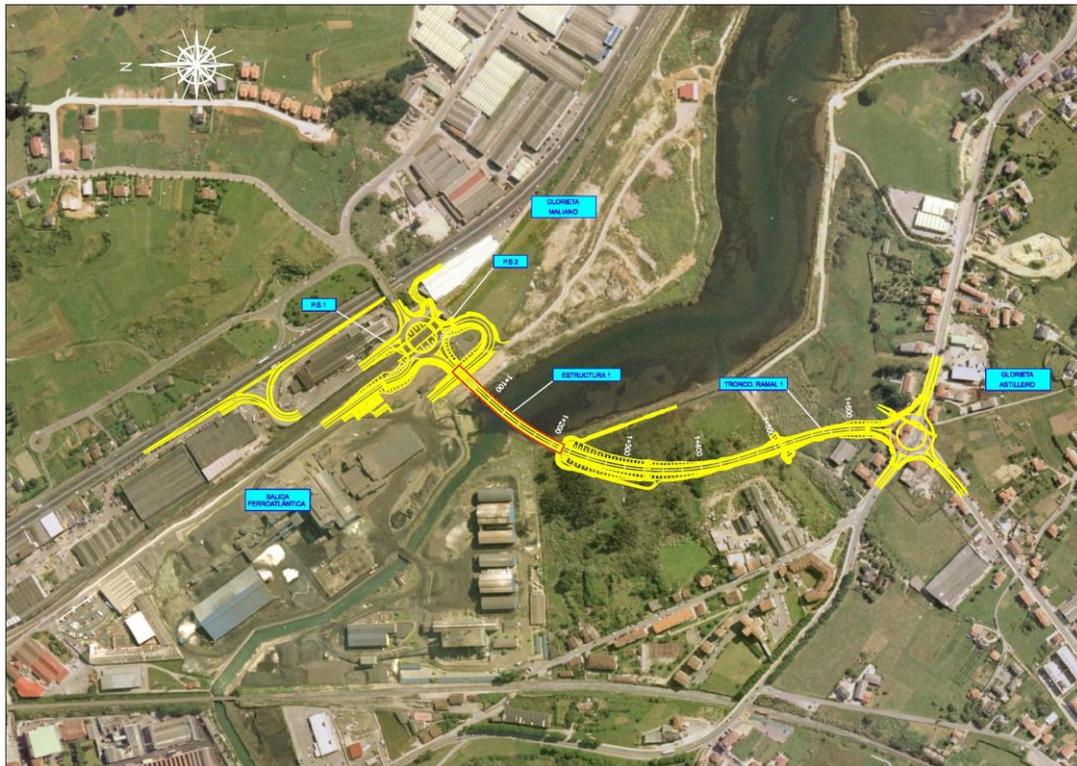


Figura 1.1: Vista del emplazamiento del proyecto

Fuente: (Dirección General de Carreteras Vías y Obras - Gobierno de Cantabria, 2005)

Se hace notar que los proyectos de consultoría por plazos de entrega de productos por lo general no se hacen a detalle el cronograma de construcción, puede ser el tiempo estimado sea suficiente o no y además las actividades no tengan una secuencia lógica. El Jefe de Obra junto con el Jefe de Producción y el Encargado General de los capataces y subcontratistas, se dan la tarea de buscar alternativas y optimizar los tiempos de todas las actividades y al mismo tiempo asignando recursos. La interrelación y la secuencia de las actividades se obtienen mediante una lógica de precedencias.

En este trabajo se pretende organizar y optimizar los tiempos para llevar adelante sin ningún contratiempo el desarrollo de la construcción.

1.2 Justificación

La aplicación del modelo más eficiente en los procesos de la planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración es realizar de acuerdo a los antecedentes y errores que se vienen presentando en las obras civiles. El Proyecto de Construcción Carretera CA-144, Boo de Guarnizo - Cianca, PK 0+700 AL PK 0+000. Tramo: Enlace de la Cerrada - Boo de Guarnizo, será de referencia paso a paso de cómo se debe planear y organizar un proyecto de construcción civil.



1.3 OBJETO DEL TRABAJO

Este trabajo contempla planeación y organización de las actividades para una correcta ejecución y construcción de obras civiles en el Tramo: Enlace de La Cerrada- Boo de Guarnizo. Dentro de este trabajo se propone realizar las tareas de redacción de memoria descriptiva y constructiva que incluye la planificación, estudio económico en base a los costes y rendimientos estimados y por último plantear diferentes alternativas para mejorar la situación económica de la construcción.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Para el presente Trabajo Fin de Máster se ha seleccionado el siguiente Objetivo General: "Gestión de Proyecto de Construcción de Ingeniería Civil. Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo"

1.4.2 Objetivos Específicos

Para conseguir el objetivo general planteado es necesario plantear los siguientes Objetivos Específicos:

1. Desarrollar una breve Memoria Descriptiva del Proyecto
2. Desarrollar una Memoria Constructiva que incluye la planificación de la obra.
3. Realizar un estudio económico en base a los costes y rendimientos estimados.
4. Plantear propuesta de alternativas para mejorar la situación económica de la obra.
5. Estimar el cronograma y presupuesto de ejecución.



2 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Generalidades

Los estudios del proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo son presentados como Anejos en el documento original, en éste TFM, se muestra de manera resumida todos los estudios realizados por la Empresa APIA XXI S.A., entre los estudios del proyecto son los siguientes:

- Topografía y replanteo
- Geología y procedencia de materiales
- Planeamiento y tráfico
- Trazado
- Hidrología y drenaje
- Geotecnia
- Firmes y pavimentos
- Estructuras
- Reposiciones de servicios
- Expropiaciones
- Señalización, balizamiento y defensas
- Iluminación
- Ordenación ecológica estética y paisajista
- Plan de obra
- Clasificación Contratista
- Justificación de precios
- Presupuesto para conocimiento de la Administración

2.1.1 Topografía y Replanteo

En esta sección se expone de manera breve todos los trabajos topográficos realizados para la elaboración del "Proyecto de Construcción Tramo: Enlace de La Cerrada a Boo de Guarnizo", el Informe completo se encuentra en el Anejo 2 del proyecto.

Para el informe de topografía se siguieron la siguiente metodología: En primer lugar, se justificó los trabajos necesarios para la obtención de la cartografía, en segundo lugar, se define los trabajos necesarios para la observación de las bases de replanteo y de los levantamientos taquimétricos y en tercer lugar se seleccionó y se calculó los datos necesarios para el replanteo de la traza.

En primera instancia se utilizó una cartografía a escala 1/5000 y 1/2000 de la Comunidad de Cantabria para definir las posibles áreas de influencia del proyecto.



Debido a la proximidad del aeropuerto de Santander y la dificultad de realizar un vuelo a escala 1/5000 se utilizó para la realización de la cartografía un vuelo en color perteneciente a la Diputación, realizado en septiembre de 2002 a escala 1/8000.

Para la Red Básica se utilizó la Red Geodésica de la zona de actuación, y comprobaron su precisión antes de utilizarla.

Contando con los fotogramas del vuelo plantearon la toma de datos, tomando los puntos de apoyo necesarios, a partir de los vértices de la poligonal básica establecida para una siguiente fase aerotriangular.

Para la Poligonal Base se materializó seis puntos de apoyo y dos puntos situados en zona de trabajo, para contar con una referencia cercana y fiable.

En la Tabla 2.1 se resume las coordenadas y cotas de los vértices geodésicos, VG, utilizados como apoyo y que cubren toda la zona de actuación y que son los siguientes:

Tabla 2.1: Coordenadas UTM y cotas de los puntos de apoyo

| PUNTO VG | X (m) | Y (m) | Z (msnm) |
|---------------|------------|--------------|----------|
| Cabarga | 437 003.16 | 4 803 377.94 | 569.60 |
| Cotrajón | 438 717.48 | 4 810 724.65 | 52.40 |
| Llatias | 435 157.59 | 4 815 453.64 | 72.20 |
| Peña Castillo | 430 634.53 | 4 811 305.01 | 140.00 |
| Pedruquios | 423 612.86 | 4 813 345.07 | 58.30 |
| Picota | 423 673.20 | 4 810 304.14 | 239.10 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Para la cota de partida se utilizó de la Red de Nivelación que el Gobierno Regional tiene a lo largo de la Autovía Santander-Bilbao, PN-003, y que está enlazada a la Red de Nivelación Nacional. Se niveló geoméricamente desde PN-003 a V-1 y V-2, que es el vértice de la Poligonal Básica y desde este vértice se transmitió cota trigonométrica a los demás vértices. Las coordenadas y la cota del punto PN-003, son las siguientes: X: 432130.705, Y: 4807585.452, Z: 9.25, este punto está situado en el PK 4+300, carretera N-635, sobre lado izquierdo acceso al puente peatonal, en margen derecha dirección a Bilbao.

Debido a que la zona de influencia de la ubicación del proyecto es una zona de cotas a nivel del mar y que en los perfiles pudiese haber cotas negativas se utilizó



el cero del Puerto de Santander como origen de cotas, que actualmente está a 2.137 msnm. Esto quiere decir que las cotas del proyecto están más altas que la cota del Puerto de Santander, 2.137 msnm, ya que el cero del Puerto de Santander está a 2.137 msnm más alto que el cero del mar en Alicante, origen de las nivelaciones de la Red Nacional de Alta Precisión.

En la Tabla 2.2 se muestra las coordenadas de los vértices de la Poligonal Básica:

Tabla 2.2: Coordenadas UTM y cotas de la Poligonal Básica

| PUNTO | X (m) | Y (m) | Z (msnm) |
|-------|-------------|--------------|----------|
| V-1 | 432 451.675 | 4 806 914.46 | 12.718 |
| V-2 | 432 478.634 | 4 806 958.47 | 13.982 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

En este apartado se detalla la metodología empleada en la observación de los Puntos de Apoyo.

La observación de los puntos de apoyo se realizó a partir de los Vértices de la Red Básica de la zona, mediante metodología GPS en post-proceso, obteniendo las coordenadas absolutas mediante el cálculo en gabinete.

Se posicionó una estación de referencia en V-1 de la Red básica. El receptor móvil se desplazó a cada uno de los Vértices Geodésicos de apoyo previamente que fueron identificados, éstos se encuentran en la Tabla 2.1.

2.1.2 Geología y Procedencia de los Materiales

En el Anejo 3 del proyecto se encuentra el informe, para el estudio geológico se utilizó dos Mapas Geológicos, uno de España (1976) con escala 1/50 000, Hoja Nº35, Santander del IGME, otro General (1986) con escala 1/200 000, Hoja Nº4, Santander del IGME y el Estudio Informativo de la Carretera de conexión de la N-635 con la Ronda de la Comarca de la Bahía de Santander.

Los materiales se caracterizan por una importante fracturación de origen diapírico, presentando un relieve alomado con alineaciones en general N-S.

La Litoestratigrafía pertenece al tiempo Mesozoico que corresponde a los Periodos Jurásico y Cretácico, para el periodo Jurásico la Época Inferior corresponde a Lías (Calizas arcillosas y margas), mientras para el Periodo Cretácico corresponde las Épocas Superior e Inferior como Albiense y Cenomaniense, respectivamente (Margas arcillosas y calcarenitas brechificadas).

En la Figura 2.1, puede observarse el tipo de material en zona del proyecto, son genéticamente relacionados con la interacción de procesos marinos y continentales, típicos de medios sedimentarios de transición pertenecientes a la ría de Boo.

Se extienden por gran parte de la zona de estudio, depositándose sobre los materiales Jurásicos y Cretácicos anteriormente descritos.

Están constituidos por sedimentos arenosos y arcillo-limosos, frecuentemente saturados en agua, de tipo fangos de tonalidades oscuras, con abundante materia orgánica y ocasionalmente con fragmentos esqueléticos de fauna y flora, la Figura 2.2 muestra toda esta descripción.



Figura 2.1: Aspecto del suelo de alteración sobre material cretácico

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

Asimismo, se observa en el área de estudio varias zonas de rellenos antrópicos, como puede verse en la Figura 2.3, fundamentalmente junto a la trinchera del ferrocarril y en la entrada de Ferroatlántica.

Estos rellenos se caracterizan por la presencia de bloques de piedra, escoria, restos vegetales, maderas etc. en una matriz arcillo-arenosa, tratándose por tanto de depósitos claramente heterogéneos.



Figura 2.2: Depósito de marisma en la Ría de Boo.
Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo



Figura 2.3: Rellenos antrópicos en la entrada de Ferroatlántica
Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo



La **Téctónica** en la zona de estudio se evidencia que los primeros movimientos de los que se tiene son anteriores a la deposición de la facies Weald, y corresponden al subciclo paleoalpino de la Orogenia Alpina, estando representados por los impulsos de las fases neociméricas.

También se detectó la existencia de movimientos intrawealdicos, intraaptienses y albienses, detallados por importantes cambios de facies y variaciones de potencia en la serie sedimentaria y de otros en los últimos tiempos del Cenomaniense y posteriores, deducibles a partir de la aparición de condensaciones de capas y reducciones o aumentos de las formaciones respectivamente.

Regionalmente se observa que estas variaciones se producen siempre en relación con diapiros del Keuper o accidentes tectónicos importantes.

La zona de estudio es atravesada por una importante falla de dirección NNO-SSE, que pone en contacto los materiales del Jurásico inferior con el Cretácico.

La Morfología de esta región actualmente es plana, la fracturación y el plegamiento de los materiales en las últimas fases tectónicas, así como la acción del diapirismo de los materiales del Triásico en facies keuper, han dado lugar al encajamiento de la red fluvial actual que en el presente caso es la invasión marina de las desembocaduras. La ría de Boo, que es atravesada por la traza, ha erosionado y peneplanizado la zona llegando a dar las morfologías planas.

La **Hidrogeología** de la zona de estudio se encuadra en la Unidad hidrogeológica de Santander-Camargo, que se sitúa en el Norte de la provincia de Cantabria, ocupando una superficie de 440 km².

Dentro de esta unidad, la traza discurre concretamente sobre el Acuífero de Camargo y el Acuífero Calcáreo Jurásico.

En cuanto a la calidad del agua, ésta presenta facies bicarbonatada-clorurada cálcico-magnésica a bicarbonatada cálcica, resultando un agua potable apta para el abastecimiento, salvo en casos de contaminación por intrusión salina. Existe posibilidad de contaminación local de origen orgánico, por cloruros y nitritos. El nivel freático se encuentra superficial con una profundidad máxima de 3-5 m en la zona alejada de la ría.

Sin embargo, la zona de estudio se encuentra en la franja del acuífero asociada a la infiltración marina, con aguas salobres por la mezcla de la pluviometría y



acción mareal, lo que unido a la fuerte actividad industrial de la zona reducen notablemente la calidad del acuífero.

Dado que en el tramo en estudio no se ha proyectado la ejecución de desmontes, durante la obra no se generará material de excavación susceptible de ser reutilizado, por lo que la totalidad del material necesario deberá proceder de un suministro externo a la traza.

A tal fin, se han inventariado 2 canteras activas (C) en los alrededores del área en estudio, que disponen además de sendas plantas de hormigón (H), así como 3 plantas de aglomerado asfáltico (A), recopilándose información referente al material que producen.

La Tabla 2.3 resume las principales características de las canteras y plantas de suministro de materiales.

Tabla 2.3: Características de yacimientos y plantas de materiales

| TÉRMINO MUNICIPAL | REFERENCIA | TIPO DE MATERIAL | DENOMINACIÓN | UTILIZACIÓN |
|--------------------|------------|------------------------|------------------|--|
| Herrera de Camargo | C-1 | Caliza aptiense | Cantera CANDESA | Todo uno, pedraplén, escollera, zahorras |
| Herrera de Camargo | C-2 | Caliza aptiense | Cantera La Verde | Todo uno, pedraplén, escollera, zahorras |
| Herrera de Camargo | H-2 | Planta hormigones | CANDESA | Hormigón |
| Herrera de Camargo | H-1 | Planta Hormigones | HONGOMAR | Hormigón |
| Revilla de Camargo | A-2 | Aglomerados asfálticos | SEÑOR, S.A. | Mezclas bituminosas |
| Herrera de Camargo | A-3 | Aglomerados asfálticos | ARRUTI, S.A. | Mezclas bituminosas |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

2.1.3 Planeamiento y Tráfico

La actuación tiene por escenario dos municipios de la Comunidad Autónoma de Cantabria, en concreto los términos municipales de Camargo y de Astillero.

El entorno del área de actuación se caracteriza por la relativa variedad que en cuanto a usos se localizan en el espacio: actividades industriales (Polígono de la Ría del Carmen, Fyesa), actividades agrarias y construcciones asociadas, zonas residenciales de tipologías y cronologías diferentes (viviendas unifamiliares y



bloques de viviendas), restos de zonas de marismas, grandes ejes de comunicación, etc.

Se tomó en cuenta que ambos municipios quedan integrados en el área urbana generada en el entorno de la Bahía de Santander, aglomeración de la que la capital regional constituye la cabeza y núcleo principal.

El **Tráfico**, se analizó considerando la demanda existente para el “Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Enlace de La Cerrada- Boo de Guarnizo”, para la asignación actual y futura los datos fueron recopilados considerando las siguientes fuentes documentales:

- Aforos disponibles de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento en Cantabria.
- Proyecto de construcción “Autovía Ronda de la Bahía de Santander. Tramo: Parbayón-Cacicedo”, aprobado definitivamente por Resolución de la Dirección General de Carreteras del ministerio de Fomento de fecha 27 de junio de 2003; y con clave 48-S-4070.
- Campaña de toma de datos 2003 realizada por APIA XXI.

En el estudio de tráfico realizado para el proyecto de construcción “Autovía Ronda de la Bahía de Santander. Tramo: Parbayón-Cacicedo”, mediante los aforos oficiales y la campaña de datos de aforos manuales, se modelizó la red viaria actual de la zona del entorno de la bahía de Santander. Los datos obtenidos en este estudio se han tomado como referencia para la asignación de tráfico del “Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo”.

Los registros horarios, fueron extrapolados a la Intensidad Media Diaria, IMD, mediante la aplicación de los coeficientes de transformación de la estación del Ministerio de Fomento más cercana en cada caso.

La Intensidad Media Diaria para el “Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo” de 3575 vehículos en dirección Boo de Guarnizo – La Cerrada y de 3965 vehículos en dirección contraria, con lo que la IMD total de la nueva carretera es de 7540 vehículos. Se consideró 18% de vehículos pesados a lo largo del año para la zona del estudio.

Asimismo, se estimó que el tráfico dentro del periodo comprendido entre la situación actual y la puesta en servicio del nuevo vial seguirá por término medio un crecimiento no superior al 5.5 % anual acumulativo, como se desprende de la evolución reflejada por las estaciones de aforo presentes en la zona de estudio.



Con los datos de IMD obtenidos, y considerando un porcentaje de pesados del 18 %, se determinan las IMDp (Intensidad Media Diaria de pesados) por sentido, tanto para el año actual como para el año de puesta en servicio del nuevo vial.

A continuación, se presenta la Tabla 2.4 con la evolución de la IMD total, así como la IMDp obtenida para cada sentido de circulación.

Tabla 2.4: Intensidad media diaria total y pesados

| AÑO | IMD | IMDp | CATEGORIA 16.1 IC |
|------|------|------|----------------------|
| 2003 | 7540 | 679 | T2 |
| 2004 | 7955 | 716 | T2 |
| 2005 | 8392 | 755 | T2 |
| 2006 | 8854 | 797 | T2 |
| 2007 | 9341 | 841 | T1 |
| 2008 | 9854 | 887 | T1 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

Para el año de puesta en servicio (año 2008) se tiene 887 vehículos y según lo recogido en la Instrucción 6.1 IC. "Secciones de firme", se obtiene una categoría de tráfico pesado de tipo T1 ($800 \leq \text{IMDp} < 2000$), para la solución analizada.

2.1.4 Trazado

En el Anejo 5 se encuentra el informe sobre el trazado Nuevo Tramo CA-144, Tramo: Enlace de la Cerrada-Boo de Guarnizo". En esta sección se resume de manera somera. Para el trazado geométrico se utilizaron las siguientes Instrucciones, Normas, Órdenes y Recomendaciones:

- Instrucción de Carreteras 3.1-IC, "Trazado", de 27 de diciembre de 1999, de la Dirección General de Carreteras, Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes del Ministerio de Fomento.
- Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997, por la que se regulan, los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el Proyecto de Intersecciones, publicadas por la Dirección General de Carreteras del MOPU en enero de 1967.
- Trayectorias de giro de vehículos a baja velocidad (Dirección General de Carreteras, agosto 1988).
- Recomendaciones sobre glorietas. (Dirección General de Carreteras, mayo 1989).



A continuación, se adjuntan la Tabla 2.5 que resume las características geométricas de los distintos ejes:

Tabla 2.5: Intensidad media diaria total y pesados

| RAMAL | PLANTA | ALZADO | | | |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------------|------------|------------------------|--------|
| | Radio mínimo | Acuerdos Verticales Mínimos | | Pendiente Longitudinal | |
| | | Kv convexo | Kv cóncavo | Máxima | Mínima |
| Tronco Ramal 1 | 250.0 | 15000 | 8000 | -3.00 | -0.50 |
| Glorieta Maliaño | 20.0 | 1150 | 1150 | 2.00 | 2.00 |
| Glorieta Maliaño: Ramal 2 | RECTA | 1500 | - | 2.85 | 1.97 |
| Glorieta Maliaño: Ramal 3 | 15.0 | 500 | 250 | -10.00 | -1.00 |
| Glorieta Maliaño: Ramal 4 | 25.0 | 500 | 500 | -10.00 | 0.00 |
| Glorieta Maliaño: Ramal 5 | 35.0 | 800 | 800 | -9.00 | .080 |
| Glorieta Maliaño: Ramal 6 | RECTA | 500 | 800 | -6.00 | 0.00 |
| Glorieta Astillero | 20.0 | 1100 | 1100 | 2.00 | 2.00 |
| Glorieta Astillero: Ramal 3 | 50.0 | - | - | -0.35 | -0.35 |
| Glorieta Astillero: Ramal 4 | 150.0 | - | 5000 | 1.54 | 0.75 |
| Glorieta Astillero: Ramal 5 | 500.0 | - | - | 1.47 | 1.47 |
| Salida Ferroatlántica: Ramal 1 | 25.0 | - | - | - | - |
| Salida Ferroatlántica: Ramal 2 | 30.0 | - | - | - | - |
| Salida Ferroatlántica: Ramal 3 | 35.0 | - | - | - | - |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

2.1.5 Hidrología y Drenaje

El objeto del estudio de Hidrología y Drenaje, Anejo 6, por una es caracterizar el área de estudio desde el punto de vista climático, por otra, detallar la metodología utilizada y los cálculos realizados para la obtención de los datos hidrológicos necesarios para el posterior dimensionamiento de todos los elementos de drenaje y por último definir las obras y elementos de evacuación de las aguas de escorrentía superficial que inciden sobre el trazado de esta obra lineal.

El alcance del estudio de climatología abarca una zona muy extensa. Además de la zona cercana a la traza del enlace, se consideró toda la extensión territorial que forma parte de las cuencas, cuyo caudal recogido después de producirse precipitaciones en las mismas, va a verter sobre la traza.



A efectos de caracterizar el área de estudio desde el punto de vista climático, se recogió toda la información existente al respecto que fue proporcionada por diferentes organismos:

- Ministerio de Fomento.
- Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Instituto Nacional de Meteorología.

Tras ser considerados estos datos en su totalidad, se realizó una elección de los que realmente afectan a la traza.

En la siguiente Tabla 2.6 se presenta las estaciones meteorológicas para el estudio hidrológico del proyecto.

Tabla 2.6: Estaciones meteorológicas consultadas

| ESTACIÓN | INDICATIVO HIDROLÓGICO | DATOS | COORDENADAS | | ALTITUD msnm | Nº DE AÑOS CON DATOS | Nº DE AÑOS CON DATOS COMPLETOS |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------|------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| | | | LONGITUD | LATITUD | | | |
| Parayas "Aeropuerto " | 1109 | Termo Pluviométricos | W03°49'10" | N43°25'42" | 1 | 1961-1999 | 1961-1974 1978-1988 1992-1999 |
| Santander "Centro" | 1110 | Termo Pluviométricos | W03°49'10" | N43°27'53" | 65 | 1961-1997 | 1961-1996 |
| Santander "CMT" | 1111 | Termo Pluviométricos | W03°47'59" | N43°29'30" | 52 | 1997-1999 | 1998-1999 |
| Santander "Ojaiz" | 1112E | Termo Pluviométricos | W03°52'47" | N43°26'30" | 50 | 1977-1999 | 1978;1980 1984-1993 1996-1999 |
| El Tojo- Revilla | 1113C | Pluviométricos | W03°52'17" | N43°24'00" | 90 | 1973-1999 | 1975-1984 1987;1996 1998 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

En la Figura 2.4 puede apreciarse el valor de la precipitación media anual oscila entre los 1 000 y los 1 500 mm, que es obtenido del Instituto Nacional de Meteorología y en la Tabla 2.6 se presenta los datos de las estaciones meteorológicas que fueron consultadas.

En la Tabla 2.7 puede apreciarse el número medio anual de días de lluvia es similar en todas las estaciones de estudio, y oscila entre los 167 días de la estación 1112E Santander – Ojaiz hasta los 190 días de lluvia al año recogidos en la estación 1110 Santander "Centro".

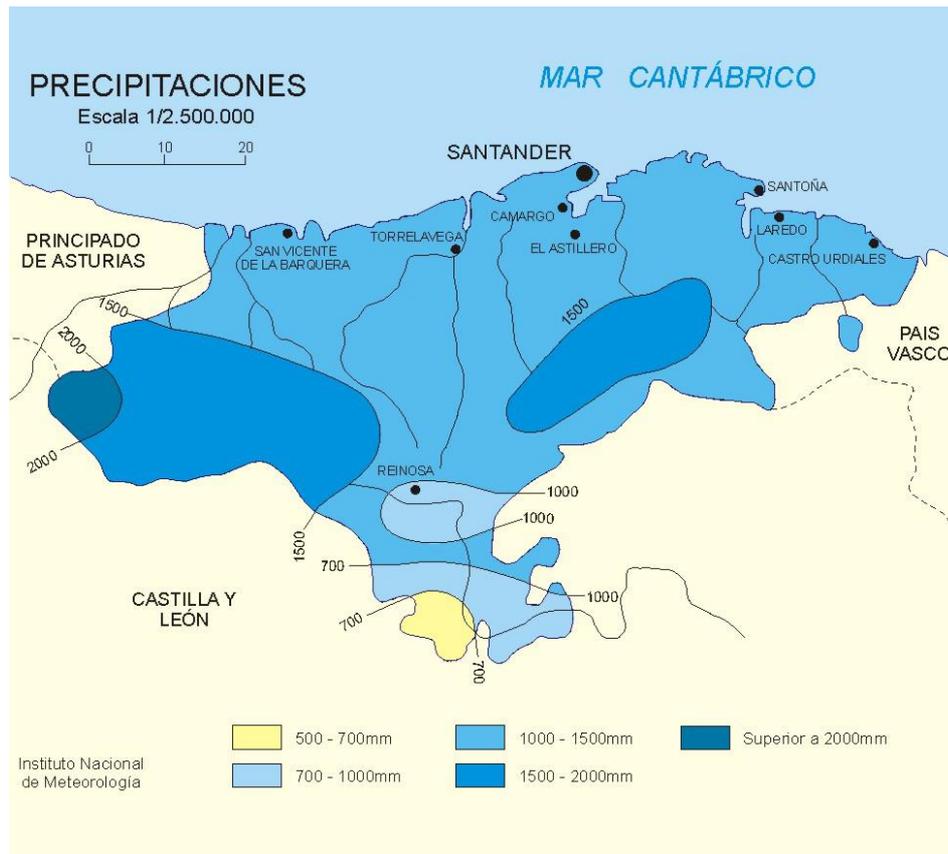


Figura 2.4: Precipitaciones medias anuales del INM
Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

Tabla 2.7: Parámetros climáticos. Pluviometría

| DETALLE | MMA | 1109 | 1110 | 1112E | 1113C |
|-----------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| Precipitación media anual | 1268 | 1345 | 1246 | 1185 | 1395 |
| Nº medio anual de días de lluvias | 189 | 180 | 190 | 167 | 170 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

La influencia marítima en el clima de la zona de estudio se manifiesta en la suavidad térmica registrada a lo largo de todos los meses del año, con temperaturas medias en invierno superiores a los 8°C y en verano superiores a los 18°C, aunque no suelen sobrepasar los 30°C.

Con el fin de determinar los días útiles de trabajo para la ejecución de las diferentes actividades, se han utilizado los datos de las estaciones meteorológicas completados con los mapas de isohietas de coeficientes de reducción de los días de trabajo, editados por la Dirección General de Carreteras, teniendo en cuenta las afecciones que se indican en la Tabla 2.8.



Tabla 2.8: Factores que afectan a las diferentes obras

| CLASE DE OBRA | FACTORRS QUE AFECTAN A LA OBRA | | | | |
|---|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| | Días con $t < 0^{\circ}\text{C}$ | Días con $p > 10 \text{ mm}$ | Días con $p > 1 \text{ mm}$ | Días con $T_{9h} < 10^{\circ}\text{C}$ | Días con $T_{9h} < 5^{\circ}\text{C}$ |
| Hormigones | x | x | | | |
| Explanaciones | x | x | x | | |
| Áridos | | x | | | |
| Riegos y tratamientos superficiales o por penetración | | | x | x | |
| Mezclas Bituminosas | | | x | | x |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Inicialmente se determinó los coeficientes de reducción climatológico y el coeficiente de reducción de días festivos mensuales. A partir de los coeficientes mensuales, se calculó un coeficiente medio anual de reducción climatológica para cada obra, ponderando los coeficientes de reducción de los días laborables de cada mes con sus propios días laborables. Los resultados se muestran en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9: Coeficientes medios anuales para las diferentes obras

| Tipo de obra | Hormigones hidráulicos | Explanaciones | Producción de áridos | Riegos y TS | Mezclas bituminosas |
|--------------|------------------------|---------------|----------------------|-------------|---------------------|
| Coeficientes | 0.9142 | 0.8323 | 0.9216 | 0.6312 | 0.7090 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

Para el estudio hidrológico se consideró tres cuencas asociadas a las estaciones meteorológicas. En la Tabla 2.10, se presenta los caudales de diseño para los periodos de retorno de 25, 100 y 500 años.

Tabla 2.10: Caudales de diseño asociados a cada cuenca para los distintos periodos de retorno

| Nº de Cuenca | Área (km ²) | Longitud (km) | Pendiente | Q ₂₅ (m ³ /s) | Q ₁₀₀ (m ³ /s) | Q ₅₀₀ (m ³ /s) |
|--------------|-------------------------|---------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0,1399 | 0.5624 | 0.0893 | 2.187 | 3.162 | 4.517 |
| 2 | 0,4455 | 1.2459 | 0.0624 | 5.394 | 8.070 | 11.820 |
| 3 | 0,1155 | 0.3894 | 0.0709 | 2.003 | 3.007 | 4.425 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo



En el proyecto se consideró **Obras de Drenaje**, para este caso se basó fundamentalmente en la Norma 5.2.-I.C Drenaje Superficial del M.O.P.U., y los cálculos efectuados para el dimensionamiento de cada una de las Obras de Drenaje consideradas, a partir de los datos hidrológicos mencionados en los párrafos anteriores.

En la Tabla 2.11, se muestra los caudales de diseño de las obras de drenaje del tronco.

Tabla 2.11: Caudales de diseño de las obras de drenaje del tronco

| OBRA | TRAMO | P.K. | CUENCAS | CAUDAL (m ³ /s) |
|------|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------------|
| OD-1 | Tronco | 1+508.315 | 2 (Q ₅₀₀) | 11.820 |
| OD-2 | Glorieta de Astillero | 0+098.622 | 3 (Q ₅₀₀) | 4.425 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

En la Tabla 2.12, se presenta la ubicación exacta de las obras de drenaje con sus respectivas cotas inicio y final.

Tabla 2.12: Coordenadas y cotas de las obras de drenaje del tronco

| OBRA | TRAMO | P.K. | X inicio | Y inicio | Y inicio | X final | Z inicio | Z final |
|------|-----------------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|----------|---------|
| OD-1 | Tronco | 1+508.315 | 432287.423 | 4806511.508 | 432308.314 | 4806529.172 | 3.310 | 3.050 |
| OD-2 | Glorieta de Astillero | 0+098.622 | 432310.269 | 4806321.024 | 432338.858 | 4806375.455 | 4.840 | 4.490 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

La Tabla 2.13 muestra la tipología de las obras de drenaje con las respectivas estructuras de entrada y salida.

Tabla 2.13: Definición geométrica de las obras de drenaje del tronco

| OBRA | TRAMO | PK | Longitud (m) | Pendiente (%) | Tipo de Sección | Entrada | Salida |
|------|-----------------------|-----------|--------------|---------------|-----------------|---------|--------|
| OD-1 | Tronco | 1+508.315 | 19.350 | 0.96 | Marco 3x2 | Aleta | Aleta |
| OD-2 | Glorieta de Astillero | 0+098.622 | 56.850 | 0.60 | Tubería 1.80 | Pozo | Aleta |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

En la Tabla 2.14 se presenta los cálculos hidráulicos de las obras de drenaje.



Tabla 2.14: Cálculos hidráulicos de las obras de drenaje del tronco

| OBRA | TRAMO | P.K. | Caudal (m ³ /s) | Pendiente (%) | h _c (m) | v _c (m/s) | He (m) | h (m) | v (m/s) |
|------|-----------------------|-----------|----------------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------|-------|---------|
| OD-1 | Tronco | 1+508.315 | 11.820 | 0.96 | 1.17 | 3.38 | 2.04 | 0.88 | 4.41 |
| OD-2 | Glorieta de Astillero | 0+098.622 | 4.425 | 0.60 | 1.01 | 3.01 | 1.70 | 0.98 | 3.14 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

Para el **Drenaje longitudinal**, se calculó los caudales de diseño tomando en cuenta los diferentes datos pluviométricos de las estaciones consideradas para este proyecto. El método utilizado para el cálculo de los caudales de diseño es de acuerdo de la Instrucción de Carreteras 5.2-I.C. Drenaje Superficial. La determinación del tiempo de concentración para márgenes de la plataforma se llevó a cabo tal y como se indica en el Apartado 2.4 de la Instrucción 5.2-I.C.

El tiempo de concentración se supone constante y con un valor igual a cinco minutos (equivalente a un recorrido del agua sobre la superficie inferior a treinta metros). Si bien es cierto que en algunos casos el agua recorre una longitud mayor (pero nunca supera los cincuenta metros), y de esta manera aumenta el tiempo de concentración de cinco a diez minutos, el valor adoptado esta más del lado de la seguridad y reduce notablemente la laboriosidad de los cálculos.

Tabla 2.15: Intensidades de precipitación (mm/h) para diferentes períodos de retorno

| ESTACIÓN | 1109 | | 1110 | | 1112E | | 1113C | |
|----------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | Período de retorno (años) | | Período de retorno (años) | | Período de retorno (años) | | Período de retorno (años) | |
| | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 |
| 5 | 131.2 | 157.1 | 122.9 | 150.0 | 121.7 | 148.8 | 176.8 | 217.7 |
| 10 | 96.4 | 115.5 | 90.4 | 110.3 | 89.5 | 109.3 | 129.9 | 160.0 |
| 15 | 79.7 | 95.5 | 74.7 | 91.1 | 74.0 | 90.4 | 107.4 | 132.3 |
| 20 | 69.3 | 83.0 | 64.9 | 79.3 | 64.3 | 78.6 | 93.4 | 115.0 |
| 25 | 62.0 | 74.3 | 58.1 | 70.9 | 57.5 | 70.3 | 83.6 | 102.9 |
| 30 | 56.5 | 67.7 | 53.0 | 64.6 | 52.5 | 64.1 | 76.2 | 93.8 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo

En la Tabla 2.15 se muestra las intensidades de precipitación en las Estaciones Pluviométricas de estudio consideradas correspondientes a distintos períodos de retorno para diferentes tiempos de concentración. Asimismo, se deduce que el



valor adoptado del tiempo de concentración está siempre del lado de la seguridad.

El **Drenaje del desmonte**, lleva una cuneta entre él mismo y la plataforma, cuya misión es interceptar y conducir el agua que escurre por el talud del desmonte y del que recibe de la calzada cuando ésta le es tributaria. Esta cuneta es revestida para asegurar un mejor mantenimiento de esta.

En los puntos en que se ha dispuesto cuneta de desmonte con sumidero y colector, cuando la cuneta se agota, el caudal se introduce por medio de una arqueta a un colector de 400 mm de diámetro.

De acuerdo con los criterios de circulación, se adoptó una sección triangular, con taludes 4H/1V en el lado de la calzada y 1H/1V en el lado del desmonte. El revestimiento del hormigón es HM-20.

El dimensionamiento de las cunetas se realizó a partir de la fórmula de Manning, con un coeficiente de rugosidad de 0.015 correspondiente al hormigón, teniendo en cuenta, en cada caso, los caudales circundantes y las pendientes disponibles.

La cuneta de desmonte tiene un calado de 0.40 m, talud 4H/1V-1H/1V, ancho 1.25 m, área 0.25 m², el perímetro mojado y el radio hidráulico es 4.082347 y 0.061239982 m, respectivamente, con estos datos se calcularon caudales y velocidades haciendo variar la pendiente longitudinal de 0.10 hasta 7%, la velocidad del agua para la máxima pendiente es igual a 2.75 m/s que es menor a 6 m/s fijado como máximo para evitar la erosión del hormigón.

El **Drenaje de terraplén**, se colocará siempre bordillo en el terraplén del tronco sobre el que vierta la calzada. La separación media entre bajantes será de 50 metros.

Se empleó tres secciones tipo para las cunetas de pie de terraplén: La primera es simétrica, de forma trapecial, con taludes 1.5H/1V. La anchura es de 1.5 y la altura es de 0.3 m. Se trata de una cuneta en tierra. La segunda es otra cuneta en tierras. Es simétrica y triangular. Presenta unos taludes 2H/1V, tiene una anchura de 1.5 m y una altura de 0.38 m. La tercera es una cuneta revestida de sección triangular asimétrica, con taludes 4H/1V y 1H/1V. Esta cuneta tiene una anchura de 1.25 m y 0.25 m de altura.

El dimensionamiento de las cunetas se realizó a partir de la fórmula de Manning, con un coeficiente de rugosidad de 0.015 correspondiente al hormigón y de 0.03



para el cálculo de las cunetas en tierra, teniendo en cuenta, en cada caso, los caudales circundantes y las pendientes disponibles.

Para la primera cuneta de forma trapezoidal en tierra con taludes 1.5H/1V, tiene una anchura de 1.5 m y altura de 0.3 m, el perímetro mojado y el radio hidráulico es 2.111882342 y 0.221603254 m, respectivamente. La segunda también en tierra tiene la forma simétrica y triangular con taludes 2H/1V, con anchura de 1.5 m y una altura de 0.38 m, el perímetro mojado y el radio hidráulico es 2.144393 y 0.132904743 m, respectivamente. Finalmente, la tercera cuneta revestida de sección triangular asimétrica, con taludes 4H/1V y 1H/1V, con anchura de 1.25 m y 0.25 m de altura, el perímetro mojado y el radio hidráulico es 4.082347 y 0.061239282 m, respectivamente.

Para la primera cuneta la pendiente ha sido variado de 0.25 hasta 6% para esta última pendiente la velocidad máxima es igual a 2.989 m/s, para la segunda cuneta la variación de la pendiente es de 0.10 a 3% y la velocidad máxima es igual 1.505 m/s, finalmente para la tercera cuneta la variación de la pendiente es de 0.10 a 7% y la velocidad máxima es igual a 2.74 m/s.

Los **Colectores longitudinales**, son empleados bajo la cuneta de desmonte de 400 mm y bajo caces de 300 mm de diámetro. Mientras los colectores transversales de desagüe son de 400 mm de diámetro. Para todos estos colectores la velocidad máxima no debe superar 6 m/s para evitar la erosión en el hormigón.

2.1.6 Geotecnia

La zona de estudio se caracteriza por la existencia de unos recubrimientos importantes de rellenos antrópicos y suelos de tipo marisma con espesores medios de 4-6 m.

Bajo estos suelos se desarrollan niveles de calizas y calcarenitas de edades jurásico y cretácico, que en general se encuentran en estado sano y poco fracturado a excepción.

Asimismo, existen niveles de alteración intercalados en los materiales carbonatados y sobre ellos, de espesores muy variables llegando a alcanzar los 30 m en la zona de la Pila 1 del viaducto de la Ría de Boo.

En este proyecto no existen desmontes por lo que las necesidades de terraplén se han de cubrir con material procedente de canteras.



Los terraplenes requieren saneo importante ya que se desarrollan sobre suelos de tipo relleno antrópico no aptos para apoyar sobre ellos y sobre fangos de marisma.

En el Anejo 7 se encuentra el estudio geotécnico para el tramo de la carretera y para las cimentaciones de las estructuras previstas. Para la redacción de este estudio se empleó la siguiente documentación:

- Estudio Informativo de la Carretera de conexión de la N-635 con la Ronda de la Comarca de la Bahía de Santander.
- Mapa Geológico de España (1976). Escala 1:50 000. Hoja N° 35, Santander. IGME.
- Mapa Geológico General (1986). Escala 1:200 000. Hoja N° 4, Santander. IGME.
- Mapa Geotécnico General (1974). Escala 1:200 000. Hoja N° 4, Santander. IGME.

Para el estudio geotécnico se definió una campaña de investigación geotécnica para caracterizar geotécnicamente los materiales que son atravesados por la traza de la carretera. La campaña geotécnica ha incluido los siguientes trabajos:

- Reconocimiento del terreno mediante recorridos de campo
- Estudio fotogeológico
- Perforación de 4 sondeos mecánicos a rotación, con recuperación de testigo
- Excavación de 4 calicatas mecánicas, mediante retroexcavadora
- Ejecución de 5 penetraciones dinámicas de tipo DPSH

Durante la ejecución de los sondeos y las calicatas se tomaron muestras de material para la posterior realización de ensayos de laboratorio. Asimismo, se recomendó para mejorar el terreno de fundación:

- Para acelerar los asentamientos producidos en los fangos, se propuso la ejecución de drenes mecha, entre el Estribo 2 y el PK 1+420.
- La estabilidad general del relleno es admisible en el caso de ejecución con drenes y con ritmo lento de construcción del relleno, para que se produzca la mejora de las propiedades de los fangos por consolidación de estos.
- La longitud de los drenes que varíe de 3 a 6 m en función del espesor de fangos.



- En la zona inmediata al estribo se recomendó densificar la malla de distribución con un lado de 1 m para que los asientos se aceleren lo más posible y evitar el rozamiento negativo y empujes excesivos en los pilotes, esta densificación en un espacio de 20 m alrededor del estribo.
- En la zona central donde superó 4 m de fangos, se consideró una malla de distribución triangular de lado igual a 1.6 m.
- En la zona final donde la altura de relleno es del orden de 3 m y fangos presentan 3 m de espesor se colocó una malla de menor densidad de 1.8 m de lado.

Por último, debido a la variabilidad de los suelos de marisma lateral y verticalmente se recomendó control y seguimiento en obra de la magnitud y velocidad de los asientos.

El estudio **Geotécnico para el Viaducto sobre la ría de Boo** (174 m de longitud con 4 vanos de 37-50-50 y 37 m), se realizaron 4 sondeos, los sondeos S1 y S2 en el agua para las Pilas 2 y 3, sondeo S3 y S4 para el Estribo 1 y Pila 1 y penetrómetro P4 para el Estribo 2. Los espesores de suelos son importantes de tipo fangoso y rellenos antrópicos por lo que se ha establecido una cimentación profunda mediante pilotes.

Estribo 1, a éste corresponde el sondeo S-3, hay presencia de roca tipo caliza margosa a una profundidad de 9 m, si bien a los 12.5 m existe un nivel de margas arcillosas negras muy alteradas hasta los 16.40 m. A partir de esta cota se presenta la roca sana hasta una profundidad de 20.50 m. Se consideró que los pilotes han de penetrar en el sustrato sano con el suficiente resguardo en punta por lo que se recomendó apoyar en el nivel de calizas-calcarenititas a los 16.40 m y empotrar 2 m (dos veces el diámetro). La resistencia por punta del pilote es igual a 19.90 MPa, mientras la resistencia por fuste del tramo empotrado en roca es igual a 0.43 MPa, la longitud total del pilote es igual 16.50 m y 1.5 m de diámetro.

Pila 1, a éste corresponde el sondeo S4 que afecta a una zona de falla, por lo que no se alcanza sustrato competente hasta los 33 m aproximadamente. El pilote ha de alcanzar esta profundidad y empotrarse al menos 2 veces el diámetro. La resistencia por punta del pilote es también igual 19.90 MPa, y la resistencia por fuste del tramo empotrado en roca es igual a 0.49 MPa, la longitud total del pilote es de 38.0 m y empotrado dos veces el diámetro en roca sana, el diámetro es igual a 1.0 m.



Pila 2, a éste corresponde el sondeo S1 en el que se ha alcanzado a la roca sana y poco fracturada a una profundidad de 3-4.5 m aproximadamente, a 2 m se encuentra la roca fracturada. La longitud del pilote es igual a 8 m y empotrada 2 diámetros, el diámetro del pilote es igual 1.0 m. La resistencia por punta del pilote es también igual 19.90 MPa, y la resistencia por fuste del tramo empotrado en roca es igual a 0.22 MPa. Al encontrarse la roca fracturada en la zona inicial se ha estimado un empotramiento de 2 diámetros en la roca sana con 1-2 m por debajo de la roca fracturada.

Pila 3, cuenta con el sondeo S2 realizado en la zona de la ría. En este sondeo se alcanzó la roca a una profundidad 5-5.50 m bajo un estrato de fangos marisma. A partir de los 6 m se tiene roca sana, donde el pilote es empotrado dos veces el diámetro, la longitud total pilote es igual a 9 m y 1 m de diámetro. La resistencia por punta del pilote es igual a 19.90 MPa y la resistencia por fuste es igual a 0.27 MPa en el tramo del empotramiento.

Estribo 2, se realizó el ensayo con un penetrómetro dinámico, P4, en el que se consiguió un rechazo a los 5.56 m, se basó en la información como inicio de la roca del sondeo S-2. La longitud total del pilote es igual a 16.5 m, 2 m empotrados en roca sana y tiene un diámetro de 1.50 m, la resistencia por punta y fuste son 19.90 y 0.27 MPa, respectivamente.

Pasos superiores 1 y 2 sobre el ferrocarril, en la zona del ferrocarril se planteó la construcción de dos estructuras simplemente apoyadas. Para el estudio geotécnico para las cimentaciones se tiene 2 calicatas C1 y C2 en las correspondencias de los estribos. También se tiene un ensayo de penetrómetro P5, en el estribo 2.

En el estribo 1 se cuenta con la existencia de roca karstificada a profundidad variable entre 5 y 10 m y que fue observada en la ejecución de las obras del muro de contención del talud del ferrocarril.

La profundidad de las calicatas alcanzó 3.5 m en arcillas de alteración de la unidad calcárea de edad Cretácico, con una consistencia firme. El penetrómetro presenta golpes bajos hasta los 7 m y rechazo a los 14.74 m, donde se identifica la roca. Cada Paso Superior consta de dos Estribos, para el Paso Superior 1, los Estribos 1 y 2 constan de 7.5 y 22.5 m de longitud de pilotes, respectivamente. Mientras, para el Paso Superior 2, los Estribos 1 y 2 constan de 10.5 y 23 m de longitud de pilotes. Asimismo, el diámetro de los pilotes para ambos Pasos superiores es de 1.0 m.



2.1.7 Firmes y Pavimentos

Para la definición de las secciones tipo se basó en las prescripciones recogidas en la normativa vigente: Instrucción 6.1-IC "Secciones de firme" de diciembre de 2003 y Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo de 2004 "Firmes y Pavimentos. Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes PG-3".

El dimensionamiento y diseño de una sección de firme está en función de la categoría de la explanada y del tráfico de vehículos pesados. Según la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" el volumen de tráfico pesado adoptado para el tronco del tramo de carretera corresponde a la categoría T1 para todas las vías proyectadas, excepto el ramal 3 de la glorieta de Maliaño donde se considera categoría de tráfico pesado T41 (al ser este ramal de acceso privado).

Para la explanada, según el "estudio geológico-geotécnico" del presente Proyecto, en los desmontes y fondos de excavación corresponden a suelos tolerables (S0).

En la totalidad del tronco, glorietas y ramales adyacentes existe un nivel del tráfico pesado igual o inferior a T1, por ende, la categoría de la explanada E2 se considera suficiente.

De acuerdo con la experiencia en obras similares en zonas próximas a la zona de actuación de este proyecto y atendiendo a criterios económicos y técnicos, para las explanadas con suelo tolerable, se eligió la explanada con categoría E2 ($E_{v2} > 120 \text{MPa}$, módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga), compuesta por la siguiente capa:

- 70 cm de pedraplén.

En ramal 3 (acceso a Puertas Roper) la explanada, estará compuesta por la siguiente capa:

- 50 cm de pedraplén.

Para efectos de aplicación de la Norma 6.1-IC "Secciones de Firme" según artículo 331 del PG-3, serán asimilables a suelos tipo 3 las obras de relleno, tales como pedraplenes.

Las secciones estructurales de firme para el tronco o ramal 1, glorieta Astillero y glorieta Maliaño con categoría del tráfico pesado T1, se proyecta una sección estructural de firme compuesta por 25 cm de mezclas bituminosas en caliente sobre una subbase de 35cm de zahorra artificial dispuesta sobre una explanada



conformada de 70 cm de pedraplén, cuya totalidad del volumen necesario, es abastecido por canteras externas aledañas al trazado.

La sección en los arcenes está compuesta por las mismas capas que en la calzada, dado que la anchura de estos nunca supera los 1.50 m y atendiendo a criterios constructivos y de funcionalidad de la vía.

La sección proyectada en berma estará constituida por las siguientes capas:

- 55 cm de capa de material impermeable
- 5 cm de capa de zahorra artificial

En los ramales 3, 4, 5 adyacentes a la glorieta Astillero, la sección estructural de firme está compuesta por 10 cm de mezclas bituminosas en caliente sobre una subbase granular de 25cm de zahorra artificial dispuesta sobre una explanada conformada de 50 cm de pedraplén, a continuación, se describe la conformación de capas:

- 5 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa semidensa S-12
- 5 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente semidensa S-20
- 25 cm de capa de subbase de zahorra artificial
- 50 cm de capa de pedraplén.

Para los ramales 2, 4, 5 y 6 adyacentes a la Glorieta Maliaño poseen una sección de firme, constituida por 25 cm de mezclas bituminosas en caliente sobre una subbase granular de 35 cm de zahorra artificial dispuesta sobre una explanada de 70 cm.

Mientras el ramal 3 (acceso a Puertas Roper) tiene una sección estructural de firme compuesta por 10 cm de mezclas bituminosas en caliente sobre una subbase granular de 25 cm de zahorra artificial dispuesta sobre una explanada conformada de 50 cm de pedraplén.

Sobre el tablero del viaducto y Pasos superiores 1 y 2 sobre el ferrocarril es colocada una mezcla bituminosa en caliente, una capa de rodadura de 3 cm de MBC discontinua tipo F-10, una segunda capa base de 5 cm de MBC semidensa tipo D-20 y última capa de impermeabilización y adherencia de 3 mm de espesor.



2.1.8 Estructuras

El Anejo 9 corresponde a la definición y el dimensionamiento de las estructuras previstas en el proyecto. Fueron considerados dos Pasos superiores sobre la línea de ferrocarril de FEVE (Ferrocarriles de Vía Estrecha) y se optó por dos estructuras de vigas prefabricadas tipo doble T. La otra es una estructura de mayor longitud sobre la Ría de Boo, de cuatro vanos de luces 37+50+50+37 m. En este caso se ha optado por un tablero mixto sobre pilas y estribos de hormigón armado, con cimentación profunda de pilotes

En los apartados que se incluyen a continuación se describen someramente las características principales de las estructuras proyectadas, de los materiales empleados en las mismas, las condiciones e hipótesis de cálculo consideradas, así como los programas y normativas empleadas para la realización de los cálculos.

Las Normativas empleadas para el diseño de las estructuras se consideraron los siguientes.

- Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera del Ministerio de Fomento.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Además, en el cálculo de acciones y el dimensionamiento de los distintos elementos de la estructura mixta, E-1, se han tenido en cuenta las siguientes instrucciones:

- Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carreteras, RPX-95.
- Recomendaciones para el proyecto de puentes metálicos para carreteras, RPM-95.
- Estructuras de cero en edificación, EA-95

El **Paso Superior 1**, la glorieta de Maliaño está situada sobre las vías de ferrocarril FEVE, esto obligó la proyección de dos Pasos superiores. El tablero del Paso Superior 1 está compuesto por 8 vigas prefabricadas de hormigón pretensado con sección en doble T de 70 cm de canto, sobre las que se apoya una losa de hormigón armado de ancho variable y 25 cm de canto. En los voladizos laterales de la sección transversal, se ha optado por un canto variable en la losa (de 25 cm en la sección de empotramiento con la viga a 20 cm en el extremo libre del voladizo). El Paso 1 es simplemente apoyado, tiene una luz entre ejes de apoyo



de 14.26 m. El ancho transversal de la estructura varía entre 19.476 m en el estribo 1 y 13.367 m en el estribo 2.

La sustentación de la estructura se realizó mediante dos dinteles cimentados con pilotes, protegidos con muros de tierra armada. Los pilotes son empotrados al menos 2 m en el sustrato de calizas fracturadas en el caso del estribo 1 y en el de calizas arenosas en el estribo 2.

El **Paso Superior 2**, cuenta con un tablero con las mismas características que el Paso Superior 1. La luz es igual a 13.797 m, viga simplemente apoyada, el ancho del tablero varía entre 14.46 m en el estribo 1 y 20.444 m en el estribo 2.

Al igual que el Paso Superior 1, la sustentación de la estructura se realizó mediante dos dinteles cimentados con pilotes, con muros de tierra armada. Los pilotes son empotrados al menos 2 m en el sustrato de calizas fracturadas en el caso del estribo 1 y en el de calizas arenosas en el estribo 2.

El **Viaducto sobre la Ría de Boo, Estructura E-1**, comunica los términos municipales de Maliaño y Astillero, consta de cuatro vanos de 37 + 50 + 50 + 37 m y 13 m de ancho de tablero distribuidos de la siguiente forma:

- Acera derecha de 2.5 m de ancho
- Arcén de 1 m de ancho
- 2 carriles de 3.5 m de ancho
- Arcén de 1 m ancho
- Acera izquierda de 1.5 m de ancho

El trazado se incluye dentro del ramal 1 de Maliaño, de forma que el estribo 1 se encuentra situado poco después de la glorieta de Maliaño, en el PK 1+044.77; y pasa por encima del ramal 4, entre el estribo y la pila 1; está apoyada en las Pilas 2 y 3 situadas en la ría y termina en el estribo 2, al otro lado de la ría, en el PK 1+218.77. Longitudinalmente el trazado comienza con un 2% de pendiente, para pasar a un 3 % poco después de la Pila 1. En planta el trazado comienza en recta, continua con una transición, y el resto es en curva, de 325 m de radio, de forma que el peralte de la estructura varía entre el 2% del estribo 1 y el 7% en el estribo 2, siempre con el lateral derecho del tablero más elevado que el izquierdo.

La estructura se resuelve mediante una estructura mixta de sección cajón y canto variable entre 1.4 m en centro luz y 2.4 m en apoyo de pilas. Los vanos extremos, de 37 m de luz, tienen los 12 primeros metros de canto constante y el resto varía hasta alcanzar los 2.4 m en el apoyo de pila.



La sección metálica es de forma trapezoidal, con fondo y almas variables. La inclinación de las almas permanece constante de modo que el ancho de la tabla inferior varía entre unos 5 m en la sección de 1.4 m de canto y los 3.75 m en la sección de 2.4 m de canto. Sólo se dispone chapa superior en las zonas próximas a los apoyos en pilas, de modo que en el resto del tablero se cierra el circuito de torsión mediante una celosía en K compuesta por dos UPN-120 enfrentados. Se trata de una doble sección mixta, con una losa inferior de 30 cm de espesor en las zonas de apoyo en pila. La chapa inferior presenta dos rigidizadores cerrados de 200 mm de altura, y las almas laterales, en las zonas próximas a los apoyos en pila, incluyen un rigidizador cerrado de 250 mm de altura.

La sección se completa mediante una losa de hormigón armado de canto variable entre los 20 cm en los extremos de los voladizos, de 3.25 m de largo, y los 35 cm sobre las almas del cajón. En los 2.5 m centrales de la sección, dicha losa tiene un espesor constante de 30 cm. Para el hormigonado de la losa se dispone una prelosa prefabricada de 8 cm de espesor que cubre los 13 m de ancho del tablero apoyándose en las platabandas dispuestas sobre las almas.

La estructura descansa en dos apoyos dispuestos sobre pilas y estribos, separados 4.25 m en estos últimos y 2.75 m en pilas.

Ambos estribos son del tipo cerrado de 7.83 y 8.42 m de altura total respectivamente, apoyados en un encepado sustentado por 6 pilotes de 150 cm de diámetro. A continuación del estribo se dispone una aleta para contener las tierras en forma de U, eliminando de esta forma las acciones horizontales a que somete el terreno a los pilotes. Cuatro pilotes de diámetro 150 cm sustentan la aleta en U.

El alzado de las 3 pilas es de forma hexagonal, inscrito en un rectángulo de 2.2x2.4 m, con cabezas que se abren al acercarse al tablero. La altura de los fustes varía entre 5 m en la Pila 1 y los 8.4 m de la Pila 2

2.1.9 Reposición de Servicios Afectados

En el Anejo 10 se expone la identificación de las servidumbres y servicios existentes susceptibles de ser afectados a lo largo del trazado proyectado, con el objetivo de definir y realizar una valoración de la reposición de estos.



A lo largo del trazado del tramo Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo, existen diversos puntos en los que se afectó a las diferentes instalaciones existentes en la zona.

La traza proyectada transcurre en algunas partes por zonas urbanas, en las cuales se encuentran servicios como alumbrado, ONO, telefonía, etc.

En la zona cercana a Ferroatlántica la traza afectó a diversas líneas de media tensión propiedad de VIESGO y de Empresa de Residuos de Cantabria, y parte de instalaciones pertenecientes a la propia Ferroatlántica.

Los servicios identificados y afectados son telefónicos, eléctricos, de telecomunicación, gasoductos, abastecimiento y saneamiento.

2.1.10 Expropiaciones

En la etapa del proyecto surge la necesidad y obligación del estudio de afectaciones dentro de los Términos Municipales de Astillero y Camargo, cuya afección viene regulada por lo preceptuado en la vigente Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 (LEF) y por su Reglamento de Desarrollo aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957. El objetivo del Anejo 11 tiene como función la definición y valoración de todos los bienes y derechos afectados por la ejecución de las obras.

Para la realización del Anejo 11: “Expropiaciones” se emplearon los planos y listados catastrales de la zona afectada por el Proyecto, obtenidos a través de los Ayuntamientos de Astillero y de Camargo y del Centro de Gestión Catastral y Tributaria de Santander, dependiente del Ministerio de Economía y Hacienda. Estos datos se confrontaron a través de un riguroso trabajo de campo, con la situación actual de las fincas en cuanto a límites, cambio de propietarios y posibles subdivisiones, con el fin de actualizar el parcelario existente.

A partir de los datos obtenidos, se han realizado los planos parcelarios correspondientes en los que se delimita la franja de Expropiación Forzosa, y una ficha detallada de cada parcela, en la que se incluyeron los siguientes datos:

- Término municipal
- Número de finca
- Datos referentes a la titularidad de la parcela:
 - ✓ Propietario
 - ✓ Domicilio



- Datos Catastrales de la finca:
 - ✓ Propietario catastral
 - ✓ Polígono
 - ✓ Parcela
- Datos de la zona a ocupar:
 - ✓ Uso real de la zona afectada
 - ✓ Superficie expropiada
 - ✓ Ocupación Temporal
 - ✓ Descripción de los bienes, derechos y servicios afectados

Dentro de los bienes afectados se han considerado las mejoras efectuadas por los propietarios de las fincas, cerramientos y arbolado existentes, así como cualquier otra característica que pueda resultar de interés para un conocimiento pleno de los bienes sujetos a la expropiación.

Son afectadas con el proyecto una serie de edificaciones de diferentes usos y tipologías. Son construcciones de considerable antigüedad y de regular estado de conservación. En su mayoría están desocupadas, pero algunas de ellas están habitadas o con actividad comercial como la farmacia existente en uno de los bajos afectados.

Las valoraciones de los bienes y servicios afectados incluyen la parte proporcional de los gastos de carácter general que se producen a lo largo del desarrollo del expediente de expropiación, tales como: anuncios en prensa, tasaciones, etc.

Como criterios de expropiación se fijó en base a lo indicado en el Artículo N° 18 de la Ley 5/1996, de 17 de diciembre, de Carreteras de Cantabria:

"La zona de dominio público está formada por los terrenos ocupados por las carreteras y sus elementos funcionales, y una franja de terreno complementaria a cada lado de tres metros de anchura, medidos horizontal y perpendicularmente al eje de esta, desde la arista exterior de la explanación", a excepción de las zonas ya urbanizadas, donde la franja de terreno complementaria se ha reducido a 1 metro de anchura.

La arista exterior de la explanación es la intersección de talud de desmonte, de terraplén o, en su caso, de los parámetros exteriores de las obras de fábrica y sus cimentaciones, con el terreno natural. En los casos especiales de puentes, viaductos, túneles, estructuras u obras similares se podrá fijar como arista exterior



de la explanación la línea de proyección vertical del borde de las obras sobre el terreno. Será en todo caso de dominio público el terreno ocupado por los soportes de las estructuras y sus cimentaciones.

Por tanto, para el tronco de la carretera se consideró de Dominio Público los tres metros exteriores al borde de explanación.

En los viaductos se consideró como límite de expropiación los tres metros exteriores del borde de la estructura proyectada.

Del mismo modo se ha llevado a cabo la ocupación temporal de los terrenos seleccionados como vertedero para el material extraído de la obra, que se encuentran situados en las proximidades de Revilla de Camargo dentro del Término Municipal de Camargo.

Finalmente, son elaborados todos los Planos Parcelarios, para respectivas expropiaciones resultantes del presente proyecto, y que afectan a los municipios de Astillero y Camargo, en la provincia de Cantabria.

2.1.11 Señalización, Balizamiento y Defensas

En el Anejo 12, se consideró la señalización horizontal y vertical. Para la señalización horizontal se tomó en cuenta la Norma de Carreteras 8.2-I.C Marcas Viales. Marzo de 1987, publicada por la Dirección General de Carreteras, mientras para la señalización vertical se utilizó la Instrucción 8.1- IC/99 "Señalización Vertical" y los catálogos de señales de circulación publicados por la Dirección General de Carreteras en marzo y junio de 1992.

Todas las marcas viales proyectadas son reflectantes en color blanco, definidos sus formas y características en los planos de detalle.

Las marcas viales empleadas para la señalización horizontal son las siguientes:

- Discontinuas
- Continuas
- Continuas adosadas a discontinuas
- Transversales
- Flechas
- Inscripciones
- Otras Marcas



En los planos de planta se han representado las distintas señales proyectadas con su clave de identificación.

Entre las señales verticales considerados en el proyecto son:

- Señales de Advertencia de Peligro
- Señales de Reglamentación
- Señales de Indicaciones Generales
- Carteles de Indicación de Orientación

Asimismo, se proyectó balizas de diferentes tipos del balizamiento y contención especialmente desarrollados para ayudar a los conductores a identificar los bordes de la vía por la que circulan. En cumplimiento de este apartado se han proyectado los siguientes elementos.

- Balizas cilíndricas abatibles (altura 750 mm y Ø200 mm) intercaladas en los cebreados de carriles de deceleración de la Autovía.
- Hitos de vértice lastrable monoblock, ubicados en la nariz del Ramal 1 de la salida a Ferroatlántica.
- Captafaros tipo "Ojo de Gato" en el Tronco. Ramal 1, en ambos márgenes de la calzada, cada 20 metros, salvo en las llegadas a las glorietas que se disponen cada 10 m. En las glorietas de Maliaño y Astillero van cada 4 metros. En los ramales de salida a Ferroatlántica cada 4 metros y en la A-8 cada 20 metros.

Finalmente, las barreras de seguridad son proyectados teniendo en cuenta lo indicado en la O.C 321/95 T y P, modificada por las O.C.6-2001 y O.C.18-2004.

Tras el análisis de los distintos condicionantes, se ha optado por el empleo de las siguientes barreras de seguridad:

- Barrera + Barandilla.
- BHSEJ0/0a
- BMSNA4/120
- Pretilos
- De acuerdo con la orden circular 6/01, se colocarán exclusivamente postes con sección tubular.



2.1.12 Iluminación

En el Anejo 13, se establecen las directrices técnicas que han de servir de base para la ejecución de las obras para dotar de alumbrado público al nuevo enlace entre La Cerrada y Boo de Guarnizo.

La iluminación en estudio comprende los 900 metros proyectados, así como los enlaces afectados.

Se proyectó el alumbrado de 900 metros del nuevo enlace de La Cerrada – Boo de Guarnizo. Se iluminará por luminarias de 250 W y báculos de 12 metros.

Con el fin de dar suministro eléctrico a todos los elementos de iluminación, se proyecta un cuadro de mando, de medida y protección, de donde partirán los diferentes circuitos de alimentación de los receptores.

La Normativa considerada para el estudio y realización de las instalaciones de alumbrado de este proyecto, y a fin de conseguir la máxima seguridad y regularidad, se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- Recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CEI).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).

En la realización del estudio se han tenido en consideración todas las recomendaciones que conciernen al tipo de instalación que en este caso como la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) y la de iluminación de carreteras y túneles del Ministerio de Fomento Dirección General de Carreteras.

El Tipo de Vía es carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías) y carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas), entonces para la instalación eléctrica se clasifica como Situación de Proyecto A1 y Tipo de Usuario M, éste fue el punto de partida para la selección de la clase de alumbrado. Asimismo, para el cálculo y diseño de la iluminación del proyecto.

Con el fin de dar suministro eléctrico a todos los elementos de iluminación, se proyectó un cuadro de mando, medida y protección, de donde parten los diferentes circuitos de alimentación de los receptores.



2.1.13 Ordenación Ecológica, Estética y Paisajística

El Anejo 14 de ordenación ecológica, estética y paisajística describe los trabajos medioambientales integrados en los estudios correspondientes al "Proyecto de Construcción. Nuevo Tramo CA-144, Tramo: Enlace de la Cerrada-Boo de Guarnizo".

En este documento se tiene en cuenta las medidas correctoras incluidas en el estudio de impacto ambiental del estudio informativo "Conexión de la N-635 con la ronda de la comarca de la bahía de Santander" y las condiciones establecidas en la declaración de impacto ambiental (D.I.A.) sobre dicho estudio informativo (publicada en el B.O.E. núm. 94, del 19 de abril de 2001).

El contenido de este documento está integrado por una descripción general del proyecto y, en un apartado en el que se expone el cumplimiento en el proyecto de las condiciones establecidas en la declaración de impacto ambiental del estudio informativo; a este apartado le sigue otro en el que se aborda la definición de cada una de las medidas contempladas en el estudio de impacto ambiental y/o en la declaración de impacto ambiental para el proyecto de construcción.

2.1.14 Plan de Obra

El Anejo 15 engloba el programa de trabajos que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de las principales actividades de la obra. Son incluidas las unidades básicas, días útiles de trabajo, algunos rendimientos de las unidades básicas y tiempos requeridos para su ejecución.

El plan de obra está esquematizado en un diagrama Gantt o de barras, donde el plazo de ejecución de las obras se fija en 20 meses.

2.1.15 Clasificación del contratista

En Anejo 16 contiene la propuesta para la Clasificación del Contratista correspondiente a las características de las obras proyectadas, siguiendo la legislación vigente. Se recomienda como Grupo B, Puentes, viaductos y grandes estructuras, como Subgrupo 4, Metálicos y Categoría f.



2.1.16 Justificación de Precios

El Anejo 17 muestra la justificación de precios para todas las unidades de trabajo, y para la obtención de los precios de las distintas unidades de obra, se empleó el Convenio de la Construcción de la Provincia de Cantabria.

2.1.17 Presupuesto para Conocimiento de la Administración

En el Anejo 18 se tiene presupuesto total ejecución material, total base de licitación, expropiaciones, servicios afectados y el presupuesto para conocimiento de la administración.



3 MEMORIA CONSTRUCTIVA

3.1 CONCEPCIÓN GLOBAL DE LA OBRA

El nuevo tramo de carretera CA-144, Boo de Guarnizo - Cianca, PK 0+700 al PK 0+000 que conecta el enlace de la Cerrada y la localidad de Boo de Guarnizo mejorando de forma sustancial la comunicación entre los términos municipales de Maliaño y Astillero, facilitando los accesos a los polígonos industriales de la zona y la seguridad de los itinerarios existentes actualmente. Asimismo, dinamizará las comunicaciones entre Santander y los pueblos que lo rodean.

El proyecto también incluye la remodelación de la salida de la autovía, reformando los accesos a la gasolinera y a las naves industriales colindantes con la autovía. De esta manera se mejora el trazado de dichos ramales, y con ello la seguridad del tráfico de la zona, redistribuyéndolo todo a través de la glorieta de Maliaño.

El comienzo del trazado coincide con el final de la estructura sobre la autovía, que se enlaza con la glorieta de Maliaño. Esta nueva glorieta se sitúa sobre las vías de FEVE; para lo cual son proyectados dos pasos superiores con tablero de vigas prefabricadas de sección doble T, de un solo vano y con anchuras variables.

Esta glorieta sustituye a un paso existente sobre el ferrocarril y una pequeña glorieta frente a la entrada de Ferroatlántica, conectando entre si seis ramales bidireccionales:

- El Ramal 1 constituye el nuevo tramo de la CA-144 y comunica la glorieta de Maliaño con la de Astillero. Ésta última también se conoce como crucero de Boo.
- El Ramal 2, es el que conecta directamente con el paso superior sobre la autovía. A través de él se puede acceder a Maliaño y a Santander por la S-10.
- El Ramal 3 da acceso a las instalaciones de Roper desde la propia glorieta.
- El Ramal 4 es el acceso a las instalaciones de Ferroatlántica.
- El Ramal 5 conecta con el actual acceso a Maliaño.
- Por último, el Ramal 6 permite el acceso a la glorieta de Maliaño desde la S-10 partiendo desde Santander y, en sentido contrario, el acceso desde la glorieta a la S-10, dirección Bilbao.

A continuación de la glorieta de Maliaño, el Ramal 1 cruza la Ría de Boo mediante una estructura mixta de 174 m de longitud total, repartida en 4 vanos de luces 37+50+50+37 m. La plataforma de la estructura tiene una anchura de 13 m, que permiten alojar dos aceras, una de 1.50 m de anchura y otra 2.50 m, arcenes de 1.00 m y dos carriles de 3.50 m.

Como se ha indicado, el Ramal 1 desemboca en la glorieta de Astillero, desde la que parten 4 ramales más, uno a Astillero a través de la N-635, otro a Boo de Guarnizo continuando con el trazado de la CA-144 y, por último, el que da acceso al Barrio de San Camilo. La glorieta está preparada para enlazar en un futuro con la Ronda de la Bahía una vez que ésta haya sido ejecutada, cerrando el cinturón de comunicaciones con Santander.

3.1.1 Procedencia y destino de materiales.

a. Vertedero

En la etapa del proyecto ha sido seleccionado un terreno como vertedero de ocupación temporal para el material extraído de la obra, que se encuentra situado en las proximidades de Revilla de Camargo dentro del Término Municipal de Camargo.



Figura 3.1: Vertedero de La Canteruca

Fuente: Google Maps



Sin embargo, se ha ubicado otro sitio a menor distancia del proyecto, aproximadamente a 4 km, que se encuentra en La Canteruca próximo a Guarnizo que es una finca particular hondonada, en la Figura 3.1 se muestra dicho vertedero. Se cree que por ahora esta es la solución más económica por la distancia.

Alcanzado acuerdo con el propietario de modo que autoriza el empleo de su finca particular para su uso como acopio de materiales procedentes de la excavación de tierras sin ninguna contraprestación económica, solo se exige que la finca presente un aspecto notablemente mejor al actual.

Asimismo, ha sido detectado en la calicata C-4 un suelo agresivo al hormigón que tiene contenido de ion sulfato que es la Acidez Baumann-Gully, afortunadamente en este sector no existe estructuras de hormigón, este suelo está ubicado cerca de la glorieta de Astillero, para trasladar este suelo se ha seleccionado el Vertedero de Residuos No Peligrosos de Meruelo, situado a casi 26 km de la obra, como puede verse en la Figura 3.2.

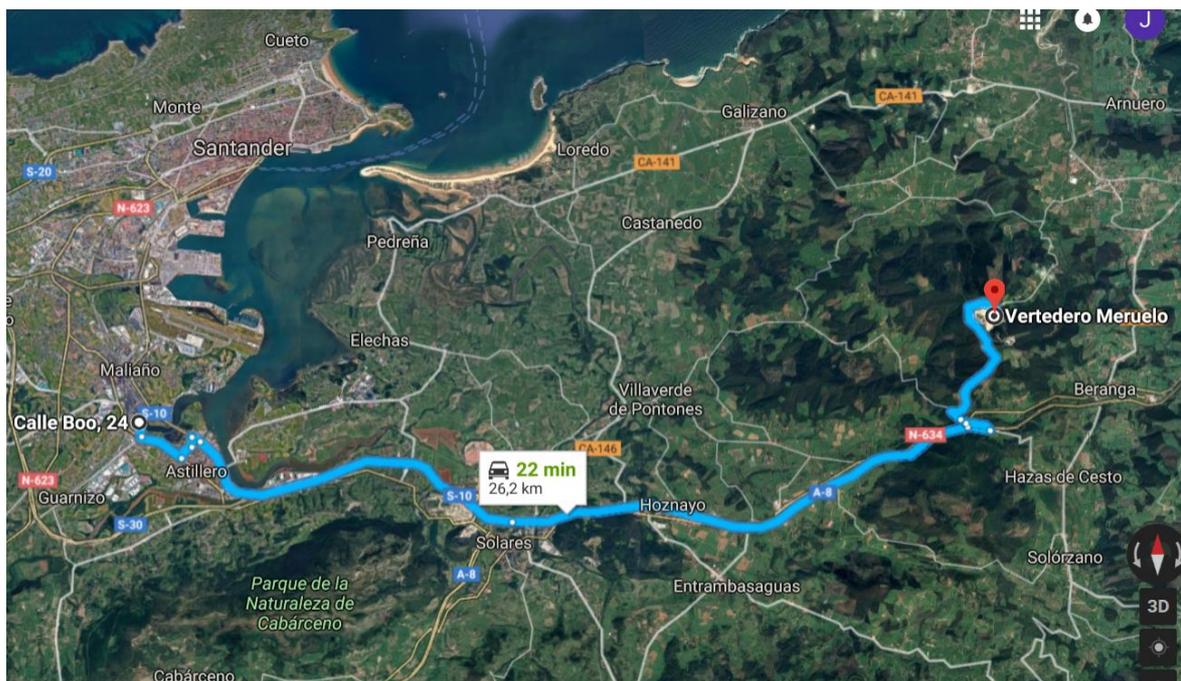


Figura 3.2: Ruta entre el proyecto y vertedero Meruelo

Fuente: Google Maps

Según el informe geotécnico y geológico el tipo de suelo es Cuaternario que son depósitos de marisma. Por lo tanto, el material de excavación de la traza no es apto para su reutilización en rellenos por el alto contenido en material vegetal y por encontrarse saturados dificultándose e incluso imposibilitando su puesta en



obra. El coeficiente de esponjamiento para su retirada a vertedero se puede establecer en 1.20 para una compactación moderada.

Asimismo, los rellenos antrópicos que tienen la presencia de bloques de caliza, escorias, restos vegetales, escombros, etc. en una matriz arcillo-arenosa. Se han observado en el área del proyecto varias zonas de rellenos antrópicos, fundamentalmente junto a la trinchera del ferrocarril y en la entrada de Ferroatlántica. Estos materiales son de pésimas características geotécnicas tanto en cimentaciones como en excavaciones, son suelos inadecuados para su utilización y que serán también retirados al vertedero. El coeficiente de esponjamiento aplicar a esta unidad es de 1.20 para una compactación leve.

b. Préstamo

El material de excavación de la traza no es apto para la construcción de pedraplenes y terraplenes. Todo el material será procedente de las canteras CANDESA y LA VERDE que están situadas en Herrera de Camargo.

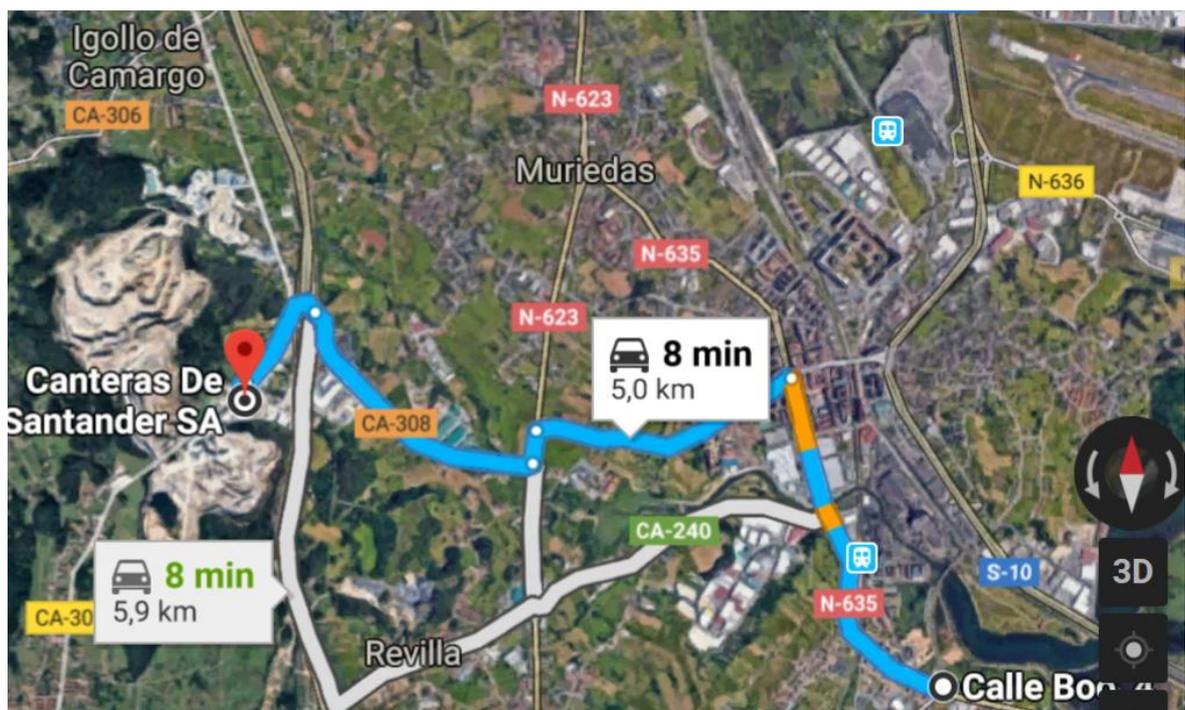


Figura 3.3: Ruta entre el proyecto y Canteras de Santander S.A.

Fuente: Google Maps

En la Figura 3.3 puede observarse las canteras se encuentran aproximadamente a 5 km de la obra. Al estudiar el documento del proyecto se encontró en el Anejo 3 Geología y Procedencia de Materiales, se trata de una formación de árido de calizo (Caliza aptiense), esta cantera dispone para ejecución de saneos y



cimiento inundable de terraplén. Asimismo, tienen una planta de hormigones con áridos de machaqueo.

3.2 CONTROL Y SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO

Desde el inicio de actividad de excavaciones, se realizará un seguimiento y control con el fin de recabar cualquier pieza o estelas cántabras.

3.3 PLAN DE OBRA

En esta sección se presenta un programa de trabajos que se pretende llevar delante de manera ordenada las principales actividades de la obra y se plantea la ejecución proyecto en cuatro fases:

FASE 1. Desde inicio de la obra. Trabajos Preliminares y Replanteo. Movimiento de Tierras. Pilotes del Estribo 1, Pilas 1, 2 y 3 de Estructura Mixta. Recuperación ambiental. y Reposición de servicios afectados.

Fase 2. Conclusión de Movimiento de Tierras. Construcción de alzados de Estribos 1, Pilas 1,2 y 3. Tierra armada, Pilotes Estribo 1 y 2, Tablero de Paso Superior 1. Drenaje transversal. y Desvíos provisionales.

FASE 3. Reposición de servicios afectados. Recuperación ambiental. Firmes. Estructuras (Estructura mixta E-1, Paso superior 2 y Muros) y Desvíos provisionales.

FASE 4. Conclusión de ejecución de Firmes. Señalización. Iluminación. Reposición de servicios afectados, Recuperación ambiental y Limpieza y terminación.

3.3.1 Unidades básicas

Se consideran como unidades básicas las que a continuación se indican:

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Desbroce | 25 284.412 m ² |
| Excavaciones | 50 098.613 m ³ |
| Terraplén | 56 240.586 m ³ |
| Pedraplén | 12 365.714 m ³ |
| Mezcla bituminosa en capa de base | 2 839.071 t |
| Mezcla bituminosa en capa intermedia | 5 224.838 t |
| Mezcla bituminosa en capa de rodadura | 72.362 t |
| Riegos de adherencia e imprimación | 43 437 t |
| Estructura mixta | |
| Pasas Superiores 1 y 2 | |
| Muros | |
| Señalización, balizamiento y defensas | |
| Recuperación ambiental | |
| Reposición de servicios afectados | |
| Iluminación | |



Desvíos provisionales
Seguridad y salud

Algunas unidades básicas del listado anterior no tienen cantidades ni unidades de medición, ya que éstas están compuestas por otras unidades.

3.3.2 Días útiles de trabajo

Generalmente para la determinación de los días útiles para la ejecución de los diferentes trabajos se utilizan los mapas de isóneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo editados por la Dirección General de Carreteras, junto con la reducción que se establece al tener en cuenta los días festivos. No obstante, para este proyecto se tomó un coeficiente de reducción igual a 0.9.

Para poder seguir el plan de obra sin dificultad, es importante tener claro una serie de conceptos:

- Semanas de 5 días, con jornadas de 10 horas laborables.
- Mes de trabajo de 21 días de donde reducimos un 9% como un valor promedio por inclemencias meteorológicas, festividades, incidencias maquinaria u otras posibles incidentes, resultando 19 días de trabajo por mes para todas las actividades.
- Al referirnos a días, siempre lo haremos en días laborables desde el comienzo de la obra. Salvo excepciones reflejadas en cada apartado.
- Un mes igual a 19 días, afectada por inclemencias meteorológicas o posibles incidentes.
- Al hablar de volúmenes, siempre hablaremos de volúmenes en banco o perfil, a los que aplicaremos coeficientes de esponjamiento (1.2 en el presente caso)

La jornada de trabajo en España aparece regulada en el Estatuto de los trabajadores (Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, Sección 5, Artículo 34) y establece que, la jornada legal de trabajo máxima no podrá ser superior a las 40 horas semanales de trabajo efectivo de promedio en cómputo anual, así como el límite diario no podrá ser superior a las 9 horas de trabajo efectivo. Sin embargo, por convenio colectivo se puede modificar este límite diario, siempre que se respete el tiempo de descanso entre jornadas.

3.3.3 Definición de equipos, rendimientos y tiempos de ejecución

En este apartado se definen la maquinaria y equipo necesario para la ejecución de las unidades básicas principales con sus respectivos rendimientos para calcular los tiempos de ejecución. Asimismo, se definirán los tiempos de ejecución



de las actividades de drenaje, de la estructura mixta E-1 y de los pasos superiores 1 y 2, señalización, recuperación ambiental y de reposición de servicios afectados.

1. Trabajos preliminares y replanteo

La obra comienza con el **Replanteo**, actividad que durará 19 días y que será llevada a cabo por una cuadrilla de topografía.

2. Desbroce del terreno

- Tractor Bulldozer D7R, 240 HP

El rendimiento del equipo es de $2\,000\text{ m}^2/\text{día}$ y la superficie del desbroce del terreno es igual a $25\,284.412\text{ m}^2$. La cubierta vegetal que es necesario eliminar a lo largo de la traza para la ejecución posterior de las excavaciones. El tiempo necesario para el desbroce es igual a:

$$t = \frac{25\,284.412\text{ m}^2}{2000\frac{\text{m}^2}{\text{día}}} = 12.64\text{ días} \rightarrow 13\text{ días}$$

La superficie de desbroce de $25\,284.412\text{ m}^2$ con un espesor medio de la capa de 30 cm se alcanzan un total de $7\,585.324\text{ m}^3$ que se transportarán al vertedero, para ello se selecciona el siguiente equipo:

- Vehículo 3 ejes 13 t (7 m^3)

La carga de la cubierta vegetal desbrozado se realizará empleando retroexcavadora de orugas CAT-336D L con un cazo de 1.0 m^3 .

Además, el rendimiento de la retroexcavadora es de $700\text{ m}^3/\text{día}$ por lo que desde que el camión se posiciona para ser cargado hasta que sale cargado por completo, la excavadora emplea 4 min. La velocidad del camión descargado es de 50 km/h mientras que cuando se encuentra cargado circula a una velocidad de 30 km/h . Para que la retroexcavadora no pare se dimensionará el número necesario de vehículos, aunque los pueden esperar. La distancia al vertedero es de 4 km aproximadamente y el tiempo empleado por el camión en llegar al vertedero, volver a la obra y volcar el contenido de carga, éste último se considera 1 minuto.

Con los datos anteriores se determina el rendimiento de un camión:

$$t = \frac{4\text{ min}}{60\frac{\text{min}}{\text{h}}} + \frac{4\text{ km}}{50\frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{4\text{ km}}{30\frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{1\text{ min}}{60\frac{\text{min}}{\text{h}}} = 0,297\frac{\text{hora}}{\text{ciclo}} \rightarrow 3,37\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} \rightarrow 33,7\frac{\text{ciclos}}{\text{día}}$$



$$\text{Rendimiento} = 7 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \cdot 33,7 \frac{\text{ciclos}}{\text{día}} = 235,9 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Para que la retroexcavadora sea limitante en el rendimiento, es decir, que una pérdida de tiempo por su parte afecte al rendimiento completo:

$$N_{\text{camiones}} = \frac{\text{Rendimiento de la retro}}{\text{Rendimiento del camión}} = \frac{700 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{235,9 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 2,97 \text{ camiones} \rightarrow 3 \text{ camiones}$$

3. Excavación no clasificada

- Retroexcavadora CAT-336D L

El rendimiento del equipo es de $700 \text{ m}^3/\text{día}$ y el volumen a excavar es de $50\,098.613 \text{ m}^3$, para poder terminar la excavación en cuatro meses se requiere una excavadora CAT-336D L. El tiempo necesario para la excavación será igual a:

$$t = \frac{50\,098.613 \text{ m}^3}{700 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \cdot 1 \text{ Retroexcavadora}} = 71,57 \text{ días} \rightarrow 76 \text{ días}$$

- Vehículo 3 ejes 13 t (7 m^3)

El rendimiento del vehículo para transportar material de excavación al vertedero es igual a $235,9 \text{ m}^3/\text{día}$.

$$N_{\text{camiones}} = \frac{\text{Rendimiento de la retro}}{\text{Rendimiento del camión}} = \frac{700 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \cdot 1}{235,90 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 2,97 \text{ camiones} \rightarrow 3 \text{ camiones}$$

Por lo tanto, se requieren tres vehículos de 7 m^3 de capacidad para transportar el material excavado al vertedero.

4. Terraplén

Se considera un equipo integrado por,

- Un tractor Bulldozer D7R, 240 HP
- Un compactador vibratorios rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El rendimiento del Tractor Bulldozer D7R, 240 HP es de $725 \text{ m}^3/\text{día}$. El compactador vibratorio rodillo liso tiene un rendimiento de $800 \text{ m}^3/\text{día}$. El



rendimiento del tractor Bulldozer es la que gobierna para esta actividad. Entonces, el tiempo necesario para esta unidad es:

$$t = \frac{56\,240.586\,m^3}{725\frac{m^3}{día} \cdot 1\,Tractor} = 77.57\,días \rightarrow 78\,días$$

5. Pedraplén

Se considera un equipo integrado por,

- Un Tractor Bulldozer D7R, 240 HP
- Un compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El rendimiento del Tractor Bulldozer es de $725\,m^3/día$ y del compactador vibratorio rodillo liso $800\,m^3/día$. Por lo tanto, el tiempo que se requiere para el pedraplén será igual a:

$$t = \frac{12\,365.714\,m^3}{725\frac{m^3}{día}} = 17.06\,días \rightarrow 18\,días$$

6. Drenaje

- **Drenaje transversal**

Las obras de drenaje transversal se han de ejecutar con anterioridad a los rellenos de las explanaciones, salvo en la zona en donde se prevén asientos, en este caso la obra de drenaje 3, OD3, esta obra se encuentra en el PK 1+330 y las mechas drenantes están ubicadas del Estribo 2 (PK 1+214.77) hasta PK 1+420.

Distinguiremos a su vez dos tipos de obras de drenaje transversal, las secciones rectangulares mediante la disposición de marcos, y las secciones con tubos de hormigón armado.

Para esta unidad el equipo básico es la siguiente:

Grúa autopropulsada (sin accesorios). Grúas todoterreno (desplazamiento lento). Para carga máxima de 30 t.

Convertidores y grupos electrógenos de alta frecuencia para vibradores de hormigón (4,9 kW de potencia). Vibradores de hormigones, de 36 mm de diámetro.

Los rendimientos estimados para la ejecución de las obras de drenaje son los que a continuación se indican: $16\,m/día$, para la colocación de las obras de drenaje transversal.



OD1: Marco prefabricado de dimensiones interiores 3x2 m, longitud igual a 19.35 m y está ubicado en el PK 1+508.315 del Ramal 1.

OD2: Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1 800 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento, longitud igual a 56.85 m y se encuentra en la glorieta Astillero.

OD3: Marco prefabricado de dimensiones interiores 4x2 m, longitud igual a 18.05 m y está ubicado en el PK 1+330 de Ramal 1.

$$t = \frac{(19.35 + 56.85 + 18.05)m}{16 \frac{m}{día}} = 5.89 \text{ días} \rightarrow 6 \text{ días}$$

El tiempo de 6 días corresponde al colocado de las tres obras de drenaje. Sin embargo, los remates, colocación de la escollera y otras actividades complementarias llevará mayor tiempo. Por lo tanto, a cada obra de drenaje se le asigna 19 días.

- **Drenaje longitudinal**

Tras la ejecución de la explanada podrá llevarse a cabo la construcción del firme. Sin embargo, la construcción del firme está condicionada por la estructura mixta E-1.

Se asigna a esta actividad un periodo de 5 meses, a fin de que se puedan ir compaginando sus trabajos con el resto.

7. Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados

Para esta unidad se requiere el siguiente equipo:

- Una Motoniveladora CAT-12M, 158 HP
- Camión cisterna 8000 litros
- Compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El rendimiento de la Motoniveladora es de $400 \text{ m}^3/\text{día}$ y del compactador vibratorio rodillo liso $800 \text{ m}^3/\text{día}$, por lo tanto, el rendimiento del equipo será de $400 \text{ m}^3/\text{día}$.

La zahorra es utilizada como primera capa de nivelación encima del pedraplén, y la segunda capa encima de la capa de nivelación (firmes), en las aceras encima del relleno y también está colocado debajo de las losas de transición de los estribos de la Estructura mixta E-1, Pasos superiores 1 y 2, y en la plataforma de mechas drenantes encima del



geotextil. Sin embargo, el tiempo es calculada para los volúmenes de 2 562.5 y 5 847.473 m³, que corresponden a movimiento de tierras y firmes.

$$t = \frac{(2\,562.5 + 5\,847.473) \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 21.02 \text{ días} \rightarrow 24 \text{ días}$$

La colocación de la zahorra está condicionada por las obras de drenaje 1, 2 y 3.

8. Mezcla bituminosa en capa de base

El equipo estará integrado planta asfáltica de 300 t/h, una extendedora de aglomerado autopropulsada con un rendimiento de 300t/día, un compactador de neumáticos de llantas lisas y un compactador rodillo liso. El tiempo necesario para colocar la mezcla bituminosa en capa base es:

$$t = \frac{2\,839.071 \text{ t}}{300 \frac{\text{t}}{\text{día}}} = 9.46 \text{ días} \rightarrow 10 \text{ días}$$

9. Mezcla bituminosa en capa intermedia

Al igual que la unidad anterior el rendimiento es igual a 300t/día:

$$t = \frac{5\,224.838 \text{ t}}{300 \frac{\text{t}}{\text{día}}} = 17.41 \text{ días} \rightarrow 18 \text{ días}$$

10. Mezcla bituminosa en capa de rodadura

La capa de rodadura es la terminación, por esta razón se seleccionó dos extendedoras de aglomerado para conseguir la eliminación de juntas entre fajas y dos compactadores de neumáticos de llantas lisas y compactador rodillo liso estático.

El rendimiento para esta unidad es igual a 300t/día. Asimismo, se hace notar que se ha considerado como si fuera una sola extendedora, siempre existen demoras en la sincronización de las dos extendedoras, además el tajo no es limpia en ambos extremos se tiene glorietas y al lado Maliaño los Ramales 2 al 6.

$$t = \frac{72.362 \text{ t}}{300 \frac{\text{t}}{\text{día}}} = 0.24 \text{ días} \rightarrow 1 \text{ día}$$



11. Riegos de adherencia e imprimación

El equipo estará integrado por un termotanque portátil y un distribuidor camión cisterna preparado para riegos de betún con un rendimiento de 20 000 $m^2/día$. La superficie 57 874.00 m^2 , que se requieren 43.437 t de emulsión bituminosa.

La realización del riego de adherencia e imprimación no es continua, su uso es en diferentes etapas del firme, es decir que la unidad no es ejecutada en una sola vez.

12. Estructuras

Esta actividad es una de las más principales, ya que algunas actividades están condicionadas de esta actividad. Esta actividad se ha desglosado de la siguiente forma:

- Construcción de los pilotes de estribos y pilas
- Alzados de estribos y pilas
- Tablero

Para la ejecución de la estructura mixta E-1, el Estribo 2 está ubicada sobre fango, desde el Estribo 2 a PK 1+250 se debe colocar mechas drenantes de 6 m de longitud, dispuestas en una malla triangular de 1 m de lado para acelerar la consolidación y así se evitará el rozamiento negativo y empujes excesivos en los pilotes, este tramo ocupa aproximadamente los 20 m adyacentes al Estribo. Por lo tanto, la construcción de los pilotes del Estribo 2 está condicionada a la consolidación del suelo. Para este sector el tiempo de la precarga es de 180 días para una consolidación del 100% y 80 días para una consolidación del 91%.

1. Pilotes

Equipo completo de pilotes, rendimiento de 1 pilote por día. La perforación se realizará con camisa recuperable.

Estructura mixta E-1:

- Estribo 1: 10 Pilotes, D= 1500 mm
- Estribo 2: 10 pilotes, D= 1500 mm
- Pila 1: 4 pilotes, D= 1000 mm
- Pila 2: 4 pilotes, D= 1000 mm
- Pila 3: 4 pilotes, D= 1000 mm



Paso Superior 1:

- Estribo 1: 5 pilotes, D= 1000 mm
- Estribo 2: 4 Pilotes, D= 1000 mm

Paso Superior 2:

- Estribo 1: 4 pilotes, D= 1000 mm
- Estribo 2: 5 Pilotes, D= 1000 mm

En total son 50 pilotes, pero algunos pilotes son empotrados en roca, entonces se asume un tiempo de 57 días (3 meses). Sin embargo, la ejecución de los pilotes se realizará en dos campañas, en la primera se ejecutarán los pilotes del Estribo 1, Pila 1, 2 y 3, y en la segunda los pilotes del Estribo 2 y de los Pasos superiores.

2. Encepados, alzados de estribos y pilas

Una vez completado la construcción de los pilotes y realizados la auscultación de los mismos se procederá con el armado y hormigonado del encepado y alzado del Estribo 1, siguiendo el mismo procedimiento para las Pilas 1, 2 y 3 con un desfase de 19 días con respecto a los pilotes del Estribo 1. Cuando se haya concluido la consolidación del sector del emplazamiento del Estribo 2, se realizará el pilotaje, auscultación, construcción del encepado y alzado del Estribo 2. Para esta actividad se estima un plazo de ejecución de 133 días (7 meses) hasta completar, ya que el tiempo de consolidación del suelo de cimentación del Estribo 2 es de 180 días naturales.

3. Tablero

La ejecución del tablero está condicionada a la ejecución completa de todos los alzados de pilas y estribos. La sección cajón será colocado por medio de dos grúas de 100 t, por su posterior unido mediante la soldadura y colocado de la armadura sobre la chapa inferior para el hormigonado, este detalle se encuentra en el sector de las pilas. Posteriormente será colocado las prelasas, la armadura para hormigonar. Para la ejecución completa del tablero con todos los detalles de impostas, aceras, barandillas, defensas y otros, se asume un plazo de 95 días (5 meses).



13. Señalización, balizamiento y defensas

La ejecución de estas unidades de obras se encuentra directamente relacionada con la terminación de las actividades de afirmado y de estructuras.

Las partidas más significativas son:

- Pintado de marcas viales
- Colocación de señales
- Colocación de barreras de seguridad

Se estima un plazo de ejecución de aproximadamente 19 días (1 mes) para señalización horizontal, para colocación de señales verticales otros 19 días (1 mes) y la colocación de barreras de seguridad antes del pintado de marcas viales y terminar junto con la señalización vertical se estima 38 días (2 meses), este último irá paralelamente con las dos actividades anteriores.

14. Recuperación ambiental

Para la ejecución de esta actividad se estima un determinado plazo de tiempo, ya que no es necesario el despliegue de un cierto volumen personal.

La recuperación ambiental comprende la adopción de las medidas preventivas y correctivas previstas durante la fase de ejecución de las obras y que están señaladas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Las medidas preventivas proyectadas en fase de obras han sido agrupadas de la siguiente forma:

- Delimitación del perímetro de obra.
- Protección del sistema hidrológico.

Asimismo, las medidas correctoras son agrupados como:

- Integración paisajística de la obra.

Estas actividades se desarrollarán una vez que comiencen las obras hasta la finalización de la obra.

Por lo tanto, los trabajos medioambientales se desarrollarán a lo largo de desarrollo de las obras, durante los 20 meses, aunque será en ocasiones interrumpido.

15. Iluminación

Esta actividad será realizada los últimos 2 meses, cuando se termine la actividad de firme.



16. Desvíos provisionales

Los desvíos provisionales se realizarán en las glorietas de Maliaño y Astillero. En la glorieta Maliaño estará abierto al tráfico los Ramales 2 y 3, mientras están en construcción los Ramales 4, 5, 6 y parte de la glorieta. Una vez terminado los Ramales 4, 5, 6 serán abiertos al tráfico y los Ramales 2 y 3 son construidos.

En la glorieta Astillero los Ramales 3, 4 y 5 son abiertos al tráfico, mientras la mitad de la glorieta hacia el lado Maliaño estará en construcción. Los Ramales 3 y 5 siguen siendo abiertos al tráfico, y el Ramal 4 se encuentra en construcción.

17. Reposición de servicios afectados

La actuación de las obras afecta a varios servicios en la zona del proyecto. Las obras referentes a las reposiciones de líneas, canalizaciones e instalaciones afectadas por el trazado de la carretera serán ejecutadas por la propias Compañías o por empresa subcontratada por ellas directamente.

- Líneas eléctricas
- Líneas de telefonía y telecomunicaciones
- Conducciones de gas
- Tubería de abastecimiento de agua
- Canalizaciones de saneamiento
- Otras afecciones

La reposición de los servicios afectados será realizada durante las cuatro fases que se plantean, éstos sólo serán ejecutados de acuerdo a la necesidad para seguir con el desarrollo de las unidades que corresponden a cada fase. Asimismo, en la cada fase serán indicados con mayor detalle cada uno de los servicios afectados.

Las empresas afectadas por las obras en el Nuevo Tramo de la CA-144: Enlace de La Cerrada-Boo de Guarnizo son las siguientes:

- Las compañías que posee instalaciones eléctricas con posibilidad de ser afectadas a lo largo de la traza del nuevo enlace son:
 - ✓ Viesgo Grupo Enel que tiene líneas de baja tensión, media tensión de 12 kV y alta tensión de 55 y 220 kV (Fase 1).
 - ✓ Conducciones propias de la empresa Ferroatlántica.
 - ✓ Conducción propia de la empresa de Residuos Cantabria que tiene una línea de 12 kV



- Las líneas de telefonía y telecomunicaciones existentes en la zona pertenecen a las compañías Telefónica España, ONO, a la Jefatura Provincial de Tráfico de Cantabria y a la empresa Ferroatlántica.
- Las redes de gas susceptibles de ser afectadas en la zona son propiedad de la compañía Gas Natural Cantabria. Según la información disponible sólo se afecta una conducción de gas.
- El mantenimiento de las redes de abastecimiento es realizado por Aguas del Norte en los dos ayuntamientos afectados por el nuevo enlace y de la empresa Global Steel Wire (GSW).
- Las canalizaciones existentes en la zona son propiedad del Ayuntamiento de Astillero y de la Empresa de residuos Cantabria.
- Las conducciones pertenecientes a la Empresa de residuos Cantabria integran el saneamiento de la bahía de Santander.
- Servicios afectados propiedad de Ferroatlántica, todos los que no se han clasificado en los apartados anteriores. A continuación, se detallan dichas afecciones:
 - ✓ Cerramiento de fábrica en la zona del vial de la Vidriera, entre el nuevo edificio de laboratorio y la rotonda de entrada a la fábrica. La longitud de reposición es de 180 m y consistirá en reponer el mismo tipo de cerramiento entre el nuevo vial y el recinto de Ferroatlántica.
 - ✓ Cerramiento de fábrica en ambos lados del vial de acceso a la fábrica, junto a la caseta del control de accesos y al otro lado del vial. Se repondrá el cerramiento con uno nuevo de características similares al actual. La longitud de reposición es 120 m.
 - ✓ Cartel Ferroatlántica sobre puerta corredera de acceso. Se reubicará en la nueva situación de la puerta corredera.
 - ✓ Puerta corredera. Se reubicará la actual en el nuevo vial de acceso a Ferroatlántica.
 - ✓ Barreras junto a puerta corredera. En la actualidad no están instaladas, pero si compradas por Ferroatlántica. Si han sido instaladas antes de ejecutar la obra se reubicarán en el lugar apropiado.
 - ✓ Torno para control de acceso peatonal.
 - ✓ Caseta de control de entrada de Ferroatlántica. Se cambiará de ubicación, estando su nuevo establecimiento a la altura del PK 4+180 del ramal 4.



El presupuesto total para la licitación para la reposición de servicios afectados de telefonía y telecomunicaciones y suministro eléctrico es igual a 142 572.27 € (Ciento cuarenta y dos mil quinientos setenta y dos 27/100 EUROS).

Esta actividad será ejecutada en subcontrato por las mismas empresas afectadas. La reposición será casi a lo largo de la duración de la obra, es decir tendrá una duración de 18 meses.

18. Seguridad y salud

Se dará fiel cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre relativa a la Seguridad y Salud, ya que es obligación de la empresa constructora tomar todas las previsiones necesarias respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las derivadas de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento para la señalización para el tráfico interior de obra y externo a la misma afectado por ella. También se incluyen las preceptivas instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.

El coste de las medidas necesarias incluidas en el Estudio de Seguridad y Salud resulta ser de 40 189.47 €, a nivel de ejecución material.

Esta actividad es de carácter obligatorio, que el seguimiento y vigilancia en materia de seguridad y salud se desarrollará a lo largo de la duración de las obras, es decir los 20 meses.

19. Limpieza y terminación

Se ha estimado que la limpieza final y algunos remates de las obras se realizará en el último mes.

20. Tramitación de expropiaciones

La tramitación de expropiaciones estará a cargo del Gobierno Regional de Cantabria, es decir la empresa contratista no participará en las gestiones. Para esta tramitación aplicarán la Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 (LEF).

El presupuesto para las expropiaciones se tiene para los dos términos municipales de Astillero y Camargo:

Término municipal de El Astillero: 260 002.18 €

Término municipal de Camargo: 42 717.21 €

Lo que resulta una cifra global de: 302 719.39 €, TRESCIENTOS DOS MIL SETECIENTOS DIECINUEVE 39/100 EUROS.



3.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES POR FASES

Se distribuye la ejecución de la obra en las siguientes fases.

FASE 1. Replanteo, Reposición de servicios afectados, Movimiento de Tierras, Estructura Mixta, Recuperación ambiental y Recuperación ambiental

- Replanteo
- Preparación de zonas de trabajo.
- Desmontaje de línea aérea baja tensión.
- Desmontaje de línea de telefonía.
- Desvío y reposición de la tubería de abastecimiento de agua.
- Desvío y reposición de conducción de gas afectada por las excavaciones de la Glorieta del Astillero
- Despeje y desbroce.
- Demoliciones.
- Excavación no clasificada.
- Construcción de pilotes del Estribo 1 y Pilas 1, 2 y 3 (Primera campaña).
- Mechas drenantes.
- Recuperación ambiental.

FASE 2. Reposición de servicios afectados, Parte de Movimiento de Tierras, Drenaje Construcción de la infraestructura de la Estructura mixta, Pilotes de Pasos superiores 1, 2 y del Estribo 2 de la E-1, Tablero del Paso Superior 1 y Recuperación ambiental

- Desvío de la tubería de saneamiento
- Desvío provisional de la tubería de abastecimiento de agua de propiedad de Ferroatlántica.
- Conclusión de la Excavación no clasificada
- Terraplén y Pedraplén
- Explanada y relleno de bermas.
- Obras de drenaje transversal.
- Drenaje longitudinal.
- Construcción de encepados y alzados de Estribo 1 y Pilas 1, 2 y 3 de la Estructura mixta.
- Desvíos provisionales en la Glorieta Maliaño.
- Construcción de pilotes de los Pasos superiores 1, 2 y del Estribo 2 de la Estructura mixta (Segunda campaña).
- Muros de tierra armada de los estribos de pasos superiores
- Estribos y tablero del Paso superior 1
- Recuperación ambiental

FASE 3. Reposición de servicios afectados, Construcción de tablero de la estructura mixta, Firmes y aceras y desvío provisionales

- Desvío de línea eléctrica soterrada de media tensión.
- Desvío de la tubería de abastecimiento de agua en el Ramal 3.
- Drenaje longitudinal
- Tablero de la Estructura mixta E-1
- Paso superior 2



- Muros.
- Demolición de firme mediante fresado en frío.
- Firmes y aceras.
- Desvíos provisionales en la Glorieta Astillero.
- Recuperación ambiental.

FASE 4. Ejecución de firmes, señalización, iluminación, Limpieza y terminaciones

- Parte de Firmes y aceras
- Desvío de línea eléctrica soterrada de media tensión.
- Drenaje longitudinal
- Señalización horizontal
- Balizamiento y defensas
- Señalización vertical.
- Iluminación.
- Recuperación ambiental
- Limpieza y terminaciones.

A continuación, se desarrollan con mayor detalle las actividades de cada fase.

3.4.1 FASE 1

Día 0

IMPLANTACIÓN DE OBRA

ACTIVIDADES DE GESTIÓN

Se han obtenido los permisos necesarios para desarrollar los correspondientes a tramitación de vertederos, expropiaciones, servicios afectados e instalación de campamentos y medios de obra de acondicionamiento inicial.

1. Replanteo

La obra se inicia con la firma del acta de replanteo, con la asistencia de representantes de la Administración, del contratista y de la dirección y se reflejará la conformidad o disconformidad del replanteo con los documentos contractuales.

El replanteo de la vía y de las estructuras a emplazar, se han establecido las coordenadas y cotas de los puntos característicos, singulares y fijos de modo que cada 20 m en el eje de la carretera y cada 10 m en los ramales de enlaces e intersecciones y en los caminos. El replanteo abarca los 700 m correspondientes al tramo La Encerrada-Boo de Guarnizo.

Para el replanteo de la traza, se ha basado en los tres bases de replanteo, materializadas en el terreno mediante hitos feno de color rojo y clavos tipo Geo Punt.



A continuación, se presenta en la Tabla 3.1, el listado de coordenadas UTM (Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator) de la red de replanteo.

Tabla 3.1: Coordenadas UTM de los puntos de base de replanteo, BR

| Base | X | Y | Z |
|------|------------|-------------|-------|
| BR-2 | 432350,652 | 4806684,464 | 4,611 |
| BR-3 | 432325,312 | 4806490,929 | 6,260 |
| BR-3 | 432225,982 | 4806417,932 | 6,891 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Asimismo, en la Tabla 2.2, se tiene los puntos de la poligonal básica con sus respectivas coordenadas y cotas.

A partir de estas coordenadas y cotas dadas en las Tabla 3.1 y 2.2, ya podemos replantear toda la traza, las ubicaciones de los pilotes, y de todos los elementos del puente, de los Pasos superiores 1 y 2 y de sus accesos.

Instrumento topográfico

- 1 Estación total
- 1 Nivel
- 2 Trípodes
- 2 Jalones de prisma
- 4 Jalones rígidos
- 3 Walkies
- 1 Mira milimétrica 4 m

La duración de **Replanteo** será de 19 días y que será llevada a cabo por una cuadrilla de topografía.

Antes del inicio de los trabajos, se entregará el programa de trabajo, ordenando las partes que integran la obra con referencia a las unidades de proyecto y volúmenes, determinando los medios necesarios, estimando los plazos parciales y totales y valorando la obra programada mensualmente y a origen y elaborando los gráficos necesarios para la actualización de estos datos.

Al mismo tiempo el Jefe de Obra, y en su caso, con el delegado del Contratista presentará el primer chequeo y estudio del proyecto. Es el único procedimiento para poder ejecutar la obra correctamente y por lo tanto debe ser concienzudo y sistemático, abarcando todos los documentos del proyecto. (Memoria, Planos del Proyecto Básico y de Ejecución, Pliego de Condiciones Administrativas, y el Pliego de Condiciones Técnicas, Mediciones y Presupuesto). Se confeccionará un



listado con todo aquello que no esté suficientemente claro, para su posterior consulta y aclaración.

Asimismo, se presentarán las sugerencias o alternativas que se estimen para **mejorar** la obra, simplificar los trabajos o acortar los tiempos, que sean más seguros.

2. Preparación de zonas de trabajo

Junto con el replanteo general de las obras, se llevarán a cabo la preparación de zonas de trabajo que corresponden a las siguientes actividades:

- Colocación de carteles de obra y cerramiento perimetral de la parcela o de instalaciones, parque de maquinaria, almacenes y otros. Se ejecutará donde no existe actualmente con malla de cierre opaco y malla verde con postes galvanizados tipo autopista, hormigonados al terreno. Este tipo de cerramiento queda garantizado frente a vientos fuertes y gamberradas.
- Para poder llevar adelante y llegar a buen fin con la construcción de la carretera, del viaducto (Estructura mixta), Pasos superiores 1 y 2 y sus accesos, se proporcionará al personal técnico tales como instalación de oficinas a pie de obra con sus respectivos baños, sala de reuniones.
- Además, laboratorios de control de calidad.
- Instalaciones provisionales de obra. Casetas auxiliares para obra y Propiedad, punto limpio, taller de ferralla, zona de acopios, parque de maquinaria, instalaciones de vestuarios, comedores, aseos, zonas de aparcamiento y otros.
- Colocación de carteles oficiales, de la propia empresa y señalización de accesos, zonas de peligro y otros.

Igualmente se realizarán una serie de actividades de seguimiento durante toda la obra, con el objeto de cumplir con las máximas exigencias de calidad, medioambiente y seguridad y salud dentro de la obra.

Asimismo, se realizarán las instalaciones provisionales y su respectiva habilitación:

- Acometida eléctrica, con caseta y armario de protección
- Acometida de agua potable
- Acometida a la red de alcantarillado. Se conectarán todas las instalaciones provisionales de evacuación de aguas residuales que son necesarias durante el desarrollo de los trabajos de construcción.

Las oficinas consistirán en módulos prefabricadas que se colocarán sobre una losa de hormigón, preferentemente apoyado sobre unos bloques para dar un espacio libre suficiente entre el piso de los módulos y la losa de hormigón. En la Figura 3.4 se muestra el módulo de oficinas del área técnica y administrativa a manera de ejemplo.



Figura 3.4: Vista de la oficina técnica y administrativa en obra.

En primera instancia se realizará la contratación a la empresa que va a realizar la construcción de los pilotes. Puesto que se tienen la importancia los suministros de acero, hormigones, estructura metálica del tablero, tubos de hormigón, marcos prefabricados, muros escama y entre otros, será de prioridad iniciar el proceso de contratación con la suficiente antelación.

3. Seguridad y salud

Se tomará todas las previsiones necesarias desde el primer día hasta el último día de la construcción de obra, es decir durante los 20 meses. El plan de Seguridad y Salud será informado por el Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de obra y deberá ser aprobado por el Órgano de Contratación.

Día 20 (Inicio mes 2 natural)

1. Servicios afectados

En esta fase sólo se ejecutan las reposiciones de los servicios afectados que se mencionan a continuación, ya que éstos condicionan el avance y desarrollo normal de la obra. La numeración de los servicios afectados no es correlativa, los



otros son repuestos a lo largo de obra y en algunos casos no son necesarios sus reposiciones.

a. Líneas eléctricas

La compañía afectada a lo largo de la traza del nuevo enlace es Viesgo Grupo Enel, además de conducciones propias de la empresa Ferroatlántica y la empresa Residuos Sólidos Cantabria.

La línea eléctrica LE-03 de propiedad de la compañía Viesgo Grupo Enel, no requiere su reposición.

Afección LE-01. Línea eléctrica aérea de baja tensión, la cual cruza la rotonda proyectada en la zona de Ferroatlántica en el PK 1+000 (Glorieta de Maliaño). La longitud de esta afección es de aproximadamente 135 m.

Afección LE-02. Línea aérea eléctrica de alta tensión de 55 kV es la línea de alimentación Astillero-Maliaño II que cruza la traza proyectada en el PK 1+030 y pertenece a la compañía Viesgo Grupo Enel.

La traza afecta al apoyo 18 de la línea mencionada. La reposición consistirá en sustituir el apoyo afectado por otro nuevo, que se sitúe a 25 m de la traza de la carretera.

Afección LE-06. Línea eléctrica soterrada de media tensión 12 kV perteneciente a Viesgo Grupo Enel situada en la acera sur de la CA-140 (N-635) y calle dirección al polígono de Guarnizo. La afección se produce debido a que la nueva rotonda de Maliaño se sitúa encima de la línea.

La reposición consistirá en una nueva canalización desde el empalme de la afección LE-04 hasta el PK 4+030 del ramal 4, en donde se vuelve a unir con la línea existente. La longitud de afección es de 65 m.

Afección LT-07. Línea de telecomunicaciones soterrada propiedad de la compañía ONO, situada en la acera norte de la carretera CA-140 (N-635). Esta línea cruza a la acera sur al paso del cruce existente. La longitud de la afección es de 115 m.

La reposición consiste en una nueva canalización junto a la de Telefónica, la cual cruza el ramal 3 en el PK 3+055, bordea la rotonda de Astillero por la zona sur hasta el PK 4+025 del ramal 4, en donde la canalización cruza al mismo. Después de este último cruce se sigue bordeando la rotonda por la misma zanja que la



reposición de Telefónica hasta el PK 5+040 del ramal 5, en donde se conectará la línea con la arqueta existente. La longitud de la reposición es de 190 m.

Afección LT-08. Línea de telecomunicaciones perteneciente a ONO situada en la calle Trevilla dirección al polígono industrial de Guarnizo. La longitud de la afección es igual a 60 m.

La reposición consistirá en la conexión de la red repuesta en la afección *LT-07* con la canalización actual afectada. La longitud de la reposición es de 30 m.

Afección LT-09. Línea de telecomunicación, propiedad de ONO, emplazada en la acera sur de la carretera CA-140 (N-635). La longitud de afección es de 20 m.

La reposición consistirá en unir la reposición de la afección *LT-07* en la zona de carretera dirección a Astillero con la canalización actual, para dar suministro a las acometidas de las viviendas. La longitud de reposición es de 20 m.

Afección LT-10. Línea de fibra óptica propiedad de Ferroatlántica, la cual une el edificio principal de la empresa, con el control de pesaje y con el control de accesos. Además, esta canalización va hasta la acometida a las nuevas oficinas situadas en el PK 4+080 del ramal 4. La longitud de afección es de 95 m.

La reposición consistirá en una línea de fibra óptica situada en la misma zanja que la afección *LE-11*. Esta canalización cruzará el ramal 4 en dos ocasiones, la última para dar suministro a la caseta de control. También seguirá la línea por la zanja de la afección *LE-11* hasta llegar a la acometida de las nuevas oficinas.

Afección LT-11. Canalización de 4 tubos de diámetro 160 mm vacíos propiedad de Ferroatlántica. La reposición consistirá en reponer los cuatro tubos de 160 mm de PVC. Esta nueva canalización cruzará el ramal 4 en las mismas zanjas que la afección *LT-10* y después se unirá con los tubos existentes en el PK 6+070 del ramal 6. La longitud de reposición es de 200 m.

b. Líneas de telefonía y telecomunicación

Las líneas de telefonía y telecomunicaciones existentes en la zona pertenecen a las compañías Telefónica España, ONO, a la Jefatura Provincial de Tráfico de Cantabria y a la empresa Ferroatlántica.

Las líneas telefónicas *LT-01*, *LT-02* y *LT-03*, perteneciente a la Jefatura Provincial de Tráfico, Telefónica España S.A. y Telecomunicación de Correos y Telégrafos, respectivamente, no se requieren reposiciones.



Afección LT-04. Canalización de distribución, propiedad de Telefónica España. Esta línea soterrada de fibra óptica transcurre por la acera norte de la CA-140 (N-635). La longitud de afección es 140 m. Para la reposición consistirá en una nueva canalización que empieza en el PK 3+060 del ramal 3. En el PK 3+050 del mencionado ramal, la canalización cruza la carretera. Una vez cruzado el vial, se bordeará la rotonda por la zona sur, cruzando el ramal 4. Una vez atravesado dicho ramal, la canalización va en sentido a Astillero por la CA-140 (N-635). En el PK 5+040 del ramal 5 la canalización cruzará de nuevo la carretera. Una vez cruzada la carretera se conectará con la línea de distribución existente. La longitud de reposición es igual a 215 m. Esta afección se encuentra en la glorieta Astillero.

Afección LT-05. Canalización de distribución de Telefónica, la cual se ve afectada por la glorieta Astillero. Esta canalización tiene como dirección el polígono industrial de Guarnizo. La longitud de la afección es 100 m.

La reposición consistirá en una nueva canalización desde la reposición de la afección LT-04. Esta nueva canalización partirá del PK 4+025 del ramal 4 hasta el 4+080 del mismo ramal. La longitud de reposición es de 60 m.

Afección LT-06. Línea telefónica aérea perteneciente a Telefónica España, la cual cruza desde la sucursal de Caja Cantabria (Liberbank) la CA-140 (N-635), y al cruzar ésta, cruza la calle Trevilla. Después de este último cruce, la línea va a diversos edificios, entre ellos el Banco Santander. La longitud de la afección es 165 m.

La reposición consistirá en realizar las acometidas a las viviendas existentes desde la canalización de la afección LT-04 hasta el PK 4+080 del ramal 4. Desde este último punto, se realizará una nueva línea que se conectará con la línea aérea existente. La longitud de reposición es 50 m aproximadamente.

Afección LT-07. Línea de telecomunicaciones soterrada propiedad de la compañía ONO, situada en la acera norte de la carretera CA-140 (N-635). Esta línea cruza a la acera sur al paso del cruce existente. La longitud de la afección es de 115 m.

La reposición consiste en una nueva canalización junto a la de Telefónica, la cual cruza el ramal 3 en el PK 3+055, bordea la rotonda de Astillero por la zona sur hasta el PK 4+025 del ramal 4, en donde la canalización cruza al mismo. Después de este último cruce se sigue bordeando la rotonda por la misma zanja que la



reposición de Telefónica hasta el PK 5+040 del ramal 5, en donde se conectará la línea con la arqueta existente. La longitud de la reposición es de 190 m.

Afección LT-08. Línea de telecomunicaciones perteneciente a ONO situada en la calle Trevilla dirección al polígono industrial de Guarnizo. La longitud de la afección es igual a 60 m.

La reposición consistirá en la conexión de la red repuesta en la afección *LT-07* con la canalización actual afectada. La longitud de la reposición es de 30 m.

Afección LT-09. Línea de telecomunicación, propiedad de ONO, emplazada en la acera sur de la carretera CA-140 (N-635). La longitud de afección es de 20 m.

La reposición consistirá en unir la reposición de la afección *LT-07* en la zona de carretera dirección a El Astillero con la canalización actual, para dar suministro a las acometidas de las viviendas. La longitud de reposición es de 20 m.

Afección LT-10. Línea de fibra óptica propiedad de Ferroatlántica, la cual une el edificio principal de la empresa, con el control de pesaje y con el control de accesos. Además, esta canalización va hasta la acometida a las nuevas oficinas situadas en el PK 4+080 del ramal 4. La longitud de afección es de 95 m.

La reposición consistirá en una línea de fibra óptica situada en la misma zanja que la afección *LE-11*. Esta canalización cruzará el ramal 4 en dos ocasiones, la última para dar suministro a la caseta de control. También seguirá la línea por la zanja de la afección *LE-11* hasta llegar a la acometida de las nuevas oficinas.

Afección LT-11. Canalización de 4 tubos de diámetro 160 mm vacíos propiedad de Ferroatlántica. La reposición consistirá en reponer los cuatro tubos de 160 mm de PVC. Esta nueva canalización cruzará el ramal 4 en las mismas zanjas que la afección *LT-10* y después se unirá con los tubos existentes en el PK 6+070 del ramal 6. La longitud de reposición es de 200 m.

c. Abastecimientos

El mantenimiento de las redes de abastecimiento es realizado por Aguas del Norte en los dos ayuntamientos afectados por el nuevo enlace y de la empresa Global Steel Wire (GSW).

La tubería de abastecimiento de agua *AB-02*, perteneciente a la compañía Global Steel Wire, no está afectada por el trazado, la tubería transcurre por un túnel de dimensiones 1.7 m de alto por 2.2 m de ancho aproximadamente.



Afección AB-03. Tubería de abastecimiento situada en la acera norte de la carretera CA-140 (N-635). En la actualidad la conducción es de fibrocemento de 125 mm de diámetro. Esta conducción avanza hasta el cruce de Guarnizo, en el cual se realiza un cruce de tuberías de abastecimiento, estando cada ramal separado por válvulas. La longitud de afección es de 75 m.

La reposición consistirá en reponer las tuberías con el mismo diámetro que la actual, pero de material fundición dúctil. La tubería irá por la misma zanja que la reposición telefónica tal y como se muestra en los planos hasta el PK 4+025 del ramal 4. En el citado punto se producirá una conexión con otras tuberías de abastecimiento, las cuales se describirán en las siguientes afecciones. Antes del citado cruce, se instalará una válvula para sectorizar la conducción. La longitud de reposición es de 95 m.

Afección AB-04. Tubería de abastecimiento de agua de diámetro 200 mm y material hierro fundido, se encuentra sobre la glorieta Astillero. La tubería transcurre por la calle Trevilla y llega hasta la conexión de las tuberías de 125 mm fibrocemento y 150 mm hierro fundido. La longitud de afección es de 80 m. La reposición consistirá en una nueva canalización de fundición dúctil y diámetro 200 mm. Esta tubería irá por la misma zanja que la canalización de telecomunicaciones. La tubería transcurrirá desde el cruce Guarnizo en la anterior afección, hasta el PK 5+040 del ramal 5, en el cual, se conectará con la tubería existente de hierro fundido y 150 mm de diámetro situada en la acera norte de la CA-140 (N-635). En la conexión con la tubería de la afección AB-03 se colocarán válvulas para sectorizar las conducciones. La longitud de reposición es de 150 m.

Afección AB-05. Tubería de polietileno y diámetro 110 mm que tiene como acometida la tubería situada en la acera sur del cruce de Guarnizo de la CA-140 (N-635) de hierro fundido de 200 mm de diámetro (Glorieta Astillero). En la actualidad tiene una válvula de corte al comienzo de la tubería.

La reposición consistirá en unir la tubería de la afección AB-04 con la tubería afectada. La reposición será mediante tubería de fundición dúctil y diámetro 110 mm. La longitud de reposición es de 10 m. Se ubicarán dos válvulas para sectorizar las conducciones tal y como se muestra en los planos.

d. Conducciones de gas

Afección GS-01. Conducción de gas de polietileno y diámetro 110 mm. La conducción se sitúa sobre la acera sur de la carretera CA-140 (N-635) hasta llegar al cruce donde se ubicará la nueva rotonda (Glorieta El Astillero). Al llegar al



mencionado cruce, la canalización realiza un giro y toma dirección al polígono de Guarnizo por la calle Trevilla. La longitud de la afección es de 130 m aproximadamente. La reposición de gas se realizará en gran parte por la misma zanja que la canalización de agua. Esta zanja irá situada en la acera sur de la CA-140 (N-635) hasta la rotonda, en la cual girará hacia la calle Trevilla hasta volver a conectar con la conducción existente. La longitud de reposición es 135 m.

e. Canalizaciones de saneamiento

Las canalizaciones existentes en la zona son propiedad del Ayuntamiento de Astillero y de la Empresa de residuos Cantabria.

Las conducciones pertenecientes a la Empresa de residuos Cantabria integran el saneamiento de la bahía de Santander.

Las líneas telefónicas SA-01, SA-02 y SA-03, perteneciente a la Empresa de Residuos de Cantabria, no requieren reposición.

Afección SA-04. Conducción de saneamiento que cruza la traza en el PK 1+510 del ramal 1 (Traza). La conducción es de fibrocemento con diámetro de 600 mm. Esta canalización, recoge las aguas procedentes del alcantarillado situado en el cruce donde se va a situar la nueva rotonda Astillero. La longitud de afección es de 20 m.

La reposición consistirá en una nueva conducción de saneamiento, de diámetro 1000 mm y hormigón armado. La nueva conducción será entre el extremo del colector con la carretera CA-140(N-635) y la ría de Boo. La longitud de reposición es 190 m. Esta conducción se unirá con la tubería de diámetro 1000 mm.

Afección SA-05. Conducciones de saneamiento ubicadas en la zona sur del cruce de Guarnizo. Las conducciones son de hormigón armado y diámetro 300 mm y son afectadas por la rotonda de Astillero.

La reposición consistirá en bordear la rotonda por el sur, recogiendo todas las aguas residuales de los diferentes colectores que intercepte. La conducción de reposición será de las mismas características que las conducciones existentes. La longitud de reposición es de 80 m.

2. Recuperación ambiental

Para la recuperación ambiental se ha designado personal especialista y de apoyo para el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental, DIA.



Asimismo, será el encargado de elaborar los informes técnicos periódicos sobre el cumplimiento de la DIA.

El personal técnico será el encargado de vigilar durante la ejecución de las obras, como ser los cursos de aguas, con el fin de verificar la no alteración de los mismo, realizar análisis de aguas, realizar las siembras y plantaciones previstas, integración estética de la obra, cuidar la contaminación se suelos con aceites de la maquinaria.

Estas actividades se desarrollarán una vez que comiencen las obras hasta la finalización de la obra, 20 meses, aunque en ocasiones interrumpido.

3. Desbroce y despeje del terreno

Finalizada la tarea de Replanteo, comenzamos con el Desbroce de la traza y accesos al puente. El desbroce es ejecutado por el Bulldozer, y la duración de esta actividad es 13 días, este tiempo ha sido calculado en el apartado 3.3.3.

Los accesos existentes permiten llevar maquinaria por medios terrestres a través de la glorieta Maliaño situada en el PK 1+000 para realizar las excavaciones y cimentaciones para los Pasos Superior 1 y 2, Estribo 1 y Pila 1 de la estructura mixta. Asimismo, la movilización del equipo necesario se realizará por el lado de la glorieta Astillero que está situada en el PK 1+661. Sin embargo, para acceder a zonas de trabajo debe ser acondicionado los accesos para que los camiones y otra maquinaria puedan transitar sin problemas, puede decirse que la obra no es un tajo limpio. Por lo tanto, la duración para esta actividad se asume 19 días.

4. Demolición por fragmentación mecánica

La actividad de demolición por fragmentación mecánica, consiste en el derribo de las construcciones que obstruyan la obra.

5. Construcción de plataformas de trabajo y pilotes para la Estructura mixta E-1

En el apartado 2.1.8, se realizó la descripción general de las características geométricas de la Estructura mixta E-1.

Se comienza con la construcción de plataformas de trabajo para las Pilas 2 y 3. Se estima una duración de 10 días (2 semanas)

Comienzo de las excavaciones de cimentaciones por partes, primero la excavación para el Estribo 1 e instalación del equipo de pilotes. Para la construcción de los pilotes se plantea dos campañas, en la primera campaña se



ejecutarán los pilotes del Estribo 1, Pila 1, 2 y 3 de la Estructura mixta, en la segunda campaña se ejecutarán los pilotes de los pasos superiores 1 y 2 y al final los pilotes del Estribo 2 de la Estructura E-1, ya que su construcción está condicionada por la consolidación por medio de mechas drenantes.

Antes de realizar, la perforación para los pilotes se elaborará un plano con sus respectivas coordenadas para el replanteo.

Todos los pilotes son perforados con entubación recuperable y son de hormigón armado moldeados *in situ*. El Estribo 1 tiene 10 pilotes de 1500 mm de diámetro y longitud de 33.0 m de acuerdo mediciones (los planos indican longitud de pilotes 16.50 m). Se estima un rendimiento de 1 pilotes por día. La construcción de los pilotes del Estribo 1 será de 10 días laborables.

Se realizará la auscultación por método ultrasónico o "Cross-Hole", se basa en registrar el tiempo que tarda una onda ultrasónica en propagarse desde un emisor a un receptor que se desplazan simultáneamente por dos tubos paralelos sujetos a la armadura del pilote. El tiempo medio es función de la distancia entre el emisor y el receptor y de las características del medio atravesado. Para ello se introducirá 3 tubos de 50 mm de diámetro a lo largo de toda la longitud del pilote colocados a 120°. Una vez que los ensayos hayan resultado favorables, se procederá al relleno de los tubos de acero con mortero de cemento. Los ensayos se realizarán en todos los pilotes.

Una vez concluido el pilotaje del Estribo 1, el equipo es trasladado a la Pila 1, pero antes debe ser nivelado el terreno para el posicionamiento del equipo. Se ha visto, para esta pila no es necesario construir plataforma de trabajo, ya que el nivel de agua de la ría se encuentra por debajo de la superficie de donde se encuentra la Pila 1. La longitud de pilotes para esta pila es de 38.00 m (según Planos), 4 pilotes de 1000 mm de diámetro, según mediciones están mayorados por 2.

Para la construcción de los pilotes de las Pilas 2 y 3 el equipo de pilotaje es trasladado para acceder del lado de la glorieta Maliaño. Asimismo, al terminar la ejecución de los pilotes de las Pilas 2 y 3, no se ejecutarán sobre la marcha los pilotes de los Pasos Superiores 1 y 2, éstos son ejecutados en la segunda campaña, es decir se esperará hasta que la consolidación del suelo se complete en el sector del emplazamiento de Estribo 2.

La longitud de los pilotes de las Pilas 2 y 3 es de 8.00 y 9.00 m, según los planos. Sin embargo, en las mediciones están mayorados por 2.



Finalmente, se realiza la construcción de los pilotes del Estribo 2 de la estructura mixta E-1, 6 pilotes de 13.00 m de longitud para el cargadero y 4 pilotes para los aleros, todos tienen un diámetro de 1500 mm. Se hace notar, la longitud de los pilotes según los planos es 16.50 m, mientras en las mediciones es de 13 m, es menor que los planos.

En la Estructura mixta E-1, las Pilas 1, 2 y 3 tienen 4 pilotes, los Estribos 1 y 2 cuentan con 10 pilotes cada una, mientras los estribos de los Pasos superiores no contienen el mismo número de pilotes. Los Estribos 1 y 2 del Paso superior 1 tienen 5 y 4 pilotes, respectivamente y los Estribos 1 y 2 del Paso superior 2 tiene 4 y 5 pilotes, respectivamente.

Para la construcción de todos los pilotes se requieren 57 días (3 meses naturales).

Antes de realizar las perforaciones de pilotes se ejecutará una balsa de decantación donde diariamente se vaciarán y limpiarán los tubos, las manqueras de la inyección en los tubos de auscultación, consiguiendo de esta manera evitar la contaminación de la ría. En la Figura 3.5 se presenta un esquema de una balsa.



Figura 3.5: Esquema de una balsa de decantación.

Una vez hecho la auscultación e inyección, paralelamente a la construcción de los pilotes se procede con el armado de la ferralla del encepado de los pilotes, para seguir con la construcción de los alzados de los estribos y pilas.



Día 39 (Inicio mes 3 natural)

1. Excavación no clasificada

En este apartado se procede a la realización del movimiento de tierras de la traza, ramales de las glorietas de Maliaño y El Astillero. El tronco comienza en el PK 1+000, lado glorieta Maliaño y termina en el PK 1+661, lado glorieta El Astillero. La Estructura E1 referente al viaducto se encuentra emplazado entre PK 1+040.77 y PK 1+214.77, longitud total 174 m. La excavación principal de la traza se encuentra entre los PK 1+214.77 y PK 1+661. Asimismo, esta actividad engloba las siguientes actividades, Tabla 3.2:

Tabla 3.2: Volúmenes de excavación no clasificada

| Actividad | Volumen (m ³) |
|-------------------|---------------------------|
| Desmonte | 15 446.052 |
| Saneo | 14 383.537 |
| vegetal | 3 644.024 |
| Precarga | 12 500.000 |
| Vegetal vertedero | 4 125.000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

El volumen total de la Excavación no Clasificada es igual a 50 098.613 m³. En esta actividad incluye la terminación de los taludes y la eliminación de los materiales desprendidos o movidos.

Para la excavación no clasificada se asignó una retroexcavadora y 3 vehículos de 7 m³. Con la excavación comenzaremos de la zona del emplazamiento del Estribo 2 de la Estructura mixta E-1, para colocar inmediatamente las mechas drenantes, esta actividad dura 18 días (aproximadamente un mes natural).

No se trasladará el total del material de excavación al vertedero, sino se dejará y se acopiará algo mayor a 12 500.00 m³ para usar en la precarga.

2. Mecha drenante

Esta actividad es condicionante para el colocado del pedraplén y del terraplén. La colocación de mecha drenante es empleada para acelerar la consolidación y así se evitará la formación de asientos en los cimientos de rellenos o terraplenes. Según estudios en la etapa de proyecto se establecen las siguientes recomendaciones para la ejecución de los drenes mecha:

- Es necesario acelerar los asientos producidos en los fangos.
- La estabilidad general del relleno es admisible en el caso de ejecución con drenes y con ritmo lento de construcción del relleno, para que se



produzca la mejora de las propiedades de los fangos por consolidación de los mismos.

- En la zona inmediata al estribo se densificará la malla de distribución con un lado de 1 m para que los asientos se aceleren lo más rápido posible y evitar el rozamiento negativo y empujes excesivos en los pilotes, este tramo ocuparía aproximadamente los 20 m adyacentes al estribo. El tiempo para conseguir una consolidación del 100% es de 180 días naturales y 80 días para 91% de consolidación.
- En la zona central donde se superan los 4 m de fangos, el lado de la malla de distribución triangular es igual a 1.6 m. El tiempo para un 100% de consolidación es igual a 580 días y para 91% 260 días naturales.
- Al final de la carretera la altura de relleno es del orden de 3 m y los fangos presentan 3 m de espesor se puede acometer una malla de menor densidad del de lado 1.8 m. El tiempo para un 100% de consolidación es igual a 780 días y para un 91% es de 340 días naturales.

En la Tabla 3.3 se muestra el resumen de la longitud de los drenes en función del espesor de fangos y el lado de la malla triangular.

Tabla 3.3: Ubicación de las mechas drenantes

| Ubicación | Longitud (m) | Lado (malla triangular) (m) |
|----------------------|--------------|-----------------------------|
| Estribo 2 – PK 1+250 | 6 | 1.0 |
| PK 1+250 a PK 1+350 | 6 | 1.6 |
| PK 1+350 a PK 1+410 | 4 | 1.6 |
| PK 1+410 a PK 1+420 | 3 | 1.8 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Con la colocación de las mechas drenantes, se asegurará una perfecta consolidación y que nos permita iniciar la construcción del Estribo 2 del viaducto, la cantidad total a ser colocado es de 15 991 metros de mecha drenante. En la Tabla 3.4 se resume el área para cada tramo.

Tabla 3.4: Ubicación y superficie de geotextil filtro. Grupo 0

| Ubicación | Área (m ²) |
|----------------------|------------------------|
| Estribo 2 – PK 1+250 | 805.00 |
| PK 1+250 a PK 1+350 | 3 000.00 |
| PK 1+350 a PK 1+410 | 1 200.00 |
| PK 1+410 a PK 1+420 | 120.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



Una vez terminado la instalación de las mechas drenantes se extenderá un Geotextil filtro. Grupo 0 en toda la plataforma de mechas drenantes.

Sobre el geotextil que cubre las mechas drenantes se colocará zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados, ésta es colocada a partir del Estribo 2 hasta el PK 1+420, la Tabla 3.5 muestra los volúmenes para cada tramo.

Tabla 3.5: Ubicación y volumen de zahorra artificial de central

| Ubicación | Volumen (m ³) |
|----------------------|---------------------------|
| Estribo 2 – PK 1+250 | 402.50 |
| PK 1+250 a PK 1+350 | 1 500.00 |
| PK 1+350 a PK 1+410 | 600.00 |
| PK 1+410 a PK 1+420 | 60.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Día 58 (Inicio mes 4 natural)

1. Pedraplén y Terraplén

Se hace el encargo de los 12 365.724 m³ de roca para pedraplén, y con este volumen puedo ejecutar el pedraplén desde PK 1+008.028 – 1+040, PK 1+220.00 - 1+640.00, glorieta Astillero. La cantera de la que provenga el pedraplén es la Cantera CANDESA situada en Herrera de Camargo. Los materiales vendrán en vehículos de tres ejes de capacidad de 7 m³. La distancia es aproximadamente 5 km desde la obra a la CANDESA.

Cálculo del rendimiento del camión:

$$t = \frac{4 \text{ min}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} + \frac{5 \text{ km}}{50 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{5 \text{ km}}{30 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{1 \text{ min}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} = 0.35 \frac{\text{hora}}{\text{ciclo}} \rightarrow 2.86 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} \rightarrow 28,6 \frac{\text{ciclos}}{\text{día}}$$

$$\text{Rendimiento} = 7 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \cdot 28.60 \frac{\text{ciclos}}{\text{día}} = 200.2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

El número de vehículos de tres ejes de 7 m³ a la hora que necesitamos para que el equipo limitante, en este caso el bulldozer, no pare será:

$$N_{\text{camiones}} = \frac{\text{Rendimiento de Bulldozer}}{\text{Rendimiento del camión}} = \frac{725 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{200.2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 3.62 \text{ camiones} \rightarrow 4 \text{ camiones}$$

Para la formación del pedraplén se seguirán los siguientes pasos:



1. Preparación de la superficie de asiento
2. Extensión del material en tongadas 80-90 cm, que será vertido por el camión y será extendido por el tractor Bulldozer D7R.
3. La compactación de las tongadas se realizará mediante rodillo liso vibratorio CAT-CB54XW, 137 HP

En el proyecto se ha estimado el volumen de terraplén, que incluye proyectado los siguientes volúmenes de terraplén, saneo y precarga:

- Terraplén 29 357.049 m³
- Saneo 14 383.537 m³
- Precarga 12 500.000 m³

Los terraplenes requieren saneos importante ya que se desarrollan sobre suelos de tipo relleno antrópico no aptos para apoyar sobre ellos y sobre fangos de marisma.

En los planos de las secciones tipo indica que el material de relleno como terraplén y pedraplén tienen espesores de 30 y 50-70 cm, respectivamente.

El material de excavación está formado principalmente por rellenos antrópicos y fangos de marisma, que contienen elevadas proporciones de materia orgánica y restos de maderas y plástico. El estudio geológico afirma que se trata de suelos INADECUADOS para su reutilización en la ejecución de rellenos. Por lo que todo el terraplén y pedraplén será de material de préstamo en su totalidad. Se considera el siguiente equipo para la construcción del terraplén:

- 1 tractor Bulldozer D7R, 240 HP
- 1 compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

La cantidad total medida para esta actividad es de 56 240.586 m³.

3.4.2 FASE 2

Día 96 (Inicio mes 6 natural)

1. Reposición de servicios afectados

En esta fase sólo se realizan la reposición de los servicios afectados que condicionan el avance de las obras durante este periodo.

Afección SA-06. Conducciones de evacuación de las aguas residuales de las casas situadas al norte del ramal 3 de la vía proyectada. La reposición consistirá en una nueva canalización desde las acometidas de las casas hasta el primer pozo de registro existente de la afección SA-01.



Afección AB-06

Tubería de abastecimiento propiedad de Ferroatlántica de polietileno de 4 pulgadas de diámetro. Esta conducción va situada en la misma canalización que las líneas eléctricas y telefónicas comentadas anteriormente propiedad de Ferroatlántica. La longitud de afección es de 140 m.

La reposición consistirá en una nueva tubería de las mismas características que la existente, 4" y polietileno, e irá en la misma zanja que la reposición realizada en las afecciones *LT-10* y *LE-11*. La longitud de reposición será de 190 m.

2. Excavación no clasificada

El primer mes de esta fase se concluye con la actividad de excavación no clasificada.

3. Pedraplén y Terraplén

En esta fase continua con el pedraplén y terraplén hacia la glorieta Astillero, en la fase 1 se explicó con detalle sobre el aprovisionamiento del material y el equipo necesario para la ejecución de esta actividad. La duración de esta actividad en esta fase sólo es de 3 meses.

4. Escollera en base de asiento de obras de fábrica

A medida que va avanzado el terraplén y pedraplén se ejecuta la escollera en base de asiento de obras de fábrica.

La construcción de este relleno viene reflejada en la sección de Muros y Obras de Fábrica. Consta de las siguientes partes, Tabla 3.6:

Tabla 3.6: Ubicación y volumen de Escollera en base de asiento

| Ubicación | Volumen (m ³) |
|---------------------------|---------------------------|
| Ramal 5 | 150 |
| Ramal 3 | 25 |
| Ramal 4 | 100 |
| PK 1+225-1+420 | 410 |
| PK 1+500-1+540 | 60 |
| Tronco/glorieta Astillero | 120 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

La escollera en base de asiento de obras de fábrica de acuerdo con el proyecto se colocará en los Ramales 5, 3 y 4 de la glorieta Maliaño, PK 1+225-1+420, PK



1+500-1+540 y en Tronco/glorieta Astillero, en la Tabla 3.4 se presenta los diferentes volúmenes para cada sector. Para ello se preparará todas las superficies que presenten forma regular, dejando libre de restos vegetales y otros materiales indeseados.

Sobre la superficie preparada para el asiento de la obra de fábrica, se colocará una capa de material drenante, cuidando de que no se produzca la segregación del material. La cantidad total medida es 865 m³.

5. Estructura mixta E-1

En esta fase se prosigue con la construcción de los encepados de los pilotes y alzados de las pilas y estribos, la construcción del Estribo 2 será al final, ya que se encuentra en un suelo crítico.

Una vez terminado los alzados de los estribos se impermeabilizará mediante brea-epoxi el trasdós de los estribos y aleros, luego se instalará el tubo ranurado sobre una cama de hormigón y el material de filtro debe ser envuelto con geotextil para evitar la migración de finos. Asimismo, se procederá con el relleno del trasdós de los estribos hasta alcanzar a la cota de la losa de transición, pero formado una cuña de transición.

El Estribo 1 (Lado Maliaño) es del tipo cerrado de 7.83 m de altura total, apoyado en un encepado sustentado por 6 pilotes de 1.50 m de diámetro. El estribo consta de dos aletas que tienen la función de contener las tierras en forma de U que está apoyado sobre 4 pilotes. En el momento de construir pilotes debe empezarse con el Estribo 1, porque se puede acceder fácilmente por el acceso a Ferroatlántica que no es necesario preparar plataformas de accesos para la maquinaria.

La construcción del alzado va a tener las siguientes etapas.

- Alzado
 - ✓ Colocación del encofrado
 - ✓ Colocación de la ferralla
 - ✓ Hormigonado
 - ✓ Retirada del encofrado
- Relleno del trasdós del estribo

En esta fase se construyen los encepados y alzados de las Pilas 1, 2 y 3. Para la realización de la excavación necesaria y ejecución de los encepados se dispondrá de tablaestacas de longitud suficiente para impedir el sifonamiento. La plataforma de trabajo se mantendrá hasta la conclusión de colocado del cajón metálico, una vez terminado se procederá a la retirada del relleno y a la protección de los encepados mediante escolleras. En la Tabla 3.7 se resume las actividades correspondientes al Estribo 1.



Tabla 3.7: Resumen de actividades Estribo 1, Estructura E1

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|----------------|------------|
| Excavación en zanjas y pozos | m ³ | 408.000 |
| Relleno localizado | m ³ | 310.500 |
| Hormigón HM-15 vertido | m ³ | 27.740 |
| Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa | m ³ | 436.776 |
| Pilote HA in situ 1500mm, entubación/recuperable | m | 330.000 |
| Tubo de acero de Ø110X6mm | m | 11.200 |
| Tubo de PVC Ø 110 X 4 MM colocado como pasamuros | m | 3.200 |
| Tubo de hormigón poroso Ø100 | m | 26.000 |
| Geotextil filtro. Grupo 0 | m ² | 85.80 |
| Relleno de material drenante | m ³ | 659.100 |
| Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante | m ² | 190.700 |
| Zahorra artificial de central | m ³ | 5.600 |
| Junta de dilatación en obras de hormigón | m | 19.000 |
| Encofrado con madera machihembrada | m ² | 403.760 |
| Encofrado recto | m ² | 109.800 |
| Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | m ² | 476.960 |
| Acero B 500 S en barras corrugadas | kg | 46 655.646 |
| Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | ud | 10.000 |
| Hormigón HA-30/P/25/IIIa bombeado | m ³ | 124.778 |
| Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | ud | 10.000 |
| Suelo seleccionado 2 | m ³ | 1 706.250 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

En la Tabla 3.8 se resume las actividades correspondientes a las pilas de la Estructura E1.

Tabla 3.8: Resumen de actividades de las Pilas, Estructura E1

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|----------------|------------|
| Pilote HA in situ 1000 mm, entubación/recuperable | m | 440.000 |
| Acero B 500 S en barras corrugadas | kg | 23 389.703 |
| Hormigón HM-15 vertido | m ³ | 6.627 |
| Tablestacado perdido de 6 mm de espesor. | m ² | 2 491.200 |
| Excavación en zanjas y pozos | m ³ | 1 867.362 |
| Escollera en base de asiento de obras de fábrica | m ³ | 1 387.029 |
| Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa | m ³ | 234.717 |
| Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | m ² | 127.020 |
| Encofrado curvo | m ² | 117.429 |
| Encofrado recto | m ² | 170.243 |
| Acero S 355 J2 G3 en estructura de acero | kg | 2 011.171 |
| Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | ud | 12.000 |
| Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | ud | 12.000 |
| Ejecución de plataforma provisional ría | m ² | 2 280.000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Día 134 (Inicio mes 8 natural)

1. Obras de Drenaje 1

Se comienza con la construcción de Obras de Drenaje 1 (OD1), esta obra es condicionante para la construcción de explanada, la OD1 se encuentra sobre la traza.



Figura 3.6: Alcantarilla cajón ensamblada con marcos prefabricados.

La Obra de Drenaje 1 es un marco prefabricado de dimensiones interiores 3x2 m, esta obra será ejecuta en el PK 1+508.315, las coordenadas y cotas de salida y entrada se cuidará para buen funcionamiento de esta obra de drenaje, consiguiendo una pendiente de 0.98%. En la Figura 3.6, se presenta una alcantarilla cajón ensamblada. La longitud de la OD1 es igual a 19.35 m.

Será nivelada la capa de apoyo y luego se colocarán sobre ella los diferentes elementos prefabricados. Asimismo, se procederá a la comprobación geométrica, para luego, realizar el sellado de las juntas, siguiendo las indicaciones del fabricante, y la posterior impermeabilización de la obra de fábrica.

Bajo la solera de la obra de fábrica en caso de que la tensión admisible del terreno sea inferior a 0.2 MPa, se procederá a mejorar del mismo, reponiendo una capa de terreno en anchura y profundidad suficiente.



El relleno de tierras sobre la estructura se ejecutará simétricamente a ambos lados de esta, compactándose en tongadas alternativas a cada lado de la estructura, no alcanzándose, en ningún caso, un desequilibrio superior a 40 cm de un lado respecto del otro. Las tongadas tendrán un espesor tal que se pueda obtener una compactación superior al 95% del Proctor Normal.

Se utilizarán compactadores ligeros a menos de 0.50 m de la estructura. En los paramentos laterales se usarán compactadores sin vibración por encima de la clave al menos mientras que la altura de tierras sea inferior a 0.5 m.

Y no se permitirá la circulación de vehículos por encima de la estructura sin que haya como mínimo 0.5 m de relleno sobre la clave.

Para la colocación de la estructura, así como sus alrededores, serán accesibles en toda su longitud para camiones tráiler y grúas autopropulsadas con capacidad mínima de 30 t.

La excavación en zanjas y pozos se considera como excavación no clasificada según Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. El material procedente de la excavación a ser reutilizada se depositará a una distancia superior a los $\frac{3}{4}$ de la profundidad de la zanja y nunca inferior a 1 m, a un solo lado sin formar cordón continuo, dejando los pasos para el tránsito peatonal. Asimismo, se colocará pasarelas rígidas sobre las zanjas como parte de seguridad y salud.

El equipo necesario para la excavación de la zanja será:

- Retroexcavadora Hidráulica CAT-315D L
- Camión de tres ejes de 7 m³

La escollera en base de asiento de obras de fábrica será de 400 kg de peso mínimo. Este material será extraído de cantera ya que en la obra no existe excavación en roca. Y serán colocadas en la entrada y salida de Marco prefabricado de dimensiones interiores 3x2 m.

La ejecución de esta unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento
- Colocación de capa de material drenante, caso de que así lo defina el Proyecto
- Vertido de las piedras de escollera
- Extensión de las piedras y colocación, si procede
- Planchado de la capa extendida
- Hormigonado de los huecos de la escollera, si procede



Para impermeabilizar se aplicarán dos capas de brea-epoxi, una capa de imprimación, y una capa de acabado que se ejecutará una vez curada la anterior. Sobre ésta se espolvoreará árido de cuarzo para mejorar la adherencia.

El Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido, este hormigón será utilizado como hormigón de limpieza para el apoyo del marco y de las aletas.

2. Explanada

El material para esta actividad será zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados se colocará de acuerdo a las *Secciones Tipo*, en el proyecto contempla una zahorra de 20 y 30 cm de espesor, además de la capa de regularización de 5 cm sobre el pedraplén ejecutado.

En la Tabla 3.9 se presenta el resumen la ubicación y volumen de zahorra artificial de central.

Tabla 3.9: Resumen de ubicación de zahorra artificial de central

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|----------------|-----------|
| Camino 1-Ramal 1 | m ³ | 117.438 |
| Camino 2-Ramal 1 | m ³ | 180.301 |
| Glorieta Astillero | m ³ | 473.054 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | m ³ | 230.938 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | m ³ | 313.267 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | m ³ | 281.038 |
| Glorieta Maliaño | m ³ | 339.285 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | m ³ | 145.149 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 3 | m ³ | 152.080 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | m ³ | 850.449 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | m ³ | 448.403 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | m ³ | 261.333 |
| Tronco-Ramal 1 | m ³ | 1 954.738 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

El volumen total de zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados es de 5 847.473 m³ para todas las partes indicada en la Tabla 3.10. Para colocar este volumen se requiere 15 días, pero tomaremos 19 días (un mes natural) al tratarse que no es un tajo limpio.



El espesor subbase de zahorra artificial para el tronco, glorietas y ramales es de 30 cm y 5 cm de capa de regularización.

En los ramales 3, 4, 5 de la glorieta de Astillero, el espesor es de 25 cm de capa de subbase de zahorra artificial.

En los ramales 2, 4, 5, 6 de la glorieta de Maliaño, el espesor definido es de 30 cm de capa de subbase y 5 cm de capa de regularización de zahorra artificial.

Para el Ramal 3 (acceso a Puertas ROPER) 25 cm de capa de subbase de zahorra artificial.

Para la formación de zahorra artificial de central, se requiere la siguiente maquinaria:

- Camión de tres ejes de 10 m³
- Motoniveladora CAT-12M, 158 HP
- Camión cisterna 8000 litros
- Compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El extendido de la zahorra artificial se hará en los días previos al aglomerado del firme y de manera simultánea al relleno de bermas.

La colocación de la zahorra se realiza mediante el uso de la maquinaria mencionada, el material será depositado por los camiones de 7 m³, luego será extendido por una motoniveladora y seguidamente el riego mediante camión cisterna y antes de la compactación debe ser mezclado por la motoniveladora y una vez esparcido el material se realiza la compactación mediante un compactador vibratorio liso, en caso de no conseguir la humedad óptima debe ser escarificado y será repetido el procedimiento, la capa de zahorra puede ser que tenga mucha humedad en este caso debe ser oreado y si faltara repetir el riego hasta conseguir el grado de compactación indicada.

3. Relleno de bermas

Una vez preparado el apoyo del relleno tipo pedraplén y una capa de 0.05 m de zahorra artificial para regularizar, se procederá el relleno de bermas empleando libre de yesos y material orgánico, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final. El espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. El relleno de bermas se hará simultáneamente a la extensión de zahorra artificial y por tanto tendrá su misma duración. Dicho espesor, en general será de 0.30 m. En la Tabla 3.10 se presenta el resumen de la ubicación y volumen de relleno de bermas.



Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. No se extenderá sobre ella ninguna otra en tanto no se haya realizado la nivelación y conformación de ésta y comprobado su grado de compactación.

Tabla 3.10: Resumen de ubicación de relleno de bermas

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|----------------|----------|
| Camino 1-Ramal 1 | m ³ | 147.337 |
| Glorieta Astillero | m ³ | 34.701 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | m ³ | 65.508 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | m ³ | 56.047 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | m ³ | 60.010 |
| Glorieta Maliaño | m ³ | 8.878 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | m ³ | 31.819 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 3 | m ³ | 70.770 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | m ³ | 281.940 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | m ³ | 254.505 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | m ³ | 4.690 |
| Tronco-Ramal 1 | m ³ | 661.140 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

En la capa de coronación se exigirá una densidad seca, después de la compactación, igual a la máxima (100%) de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado. La determinación de la máxima densidad seca obtenida en los rellenos tipo terraplén se hará según la norma de ensayo UNE 103 503 (Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena).

Una vez terminado el relleno de la berma se conservará continuamente con sus características hasta la recepción de la obra cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Asimismo, las cunetas estarán en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento. El volumen total del relleno de bermas es 1 677.345 m³.

4. Paso superior 1

La construcción de pilotes de los Pasos Superiores 1, 2 y del Estribo 2 de la Estructura mixta son construidos en esta etapa, que se considera como segunda campaña.



Se ejecutará una solera de hormigón sobre la que se dispondrá la primera fila de escamas. Esta solera tendrá unas dimensiones de 35 cm de anchura y 15 cm de altura. Durante el levantamiento del muro de tierra armada, se tendrá en cuenta el replanteo de los pilotes a ejecutar en la fase posterior, para evitar su interferencia con los flejes de sujeción de las escamas.

Los pilotes del Estribo 1 son empotrados dos veces el diámetro en un sustrato competente, el Estribo 1 está ubicado en el lado Sur, los pilotes tienen 1.0 m de diámetro y longitud 15 m.

Las escamas superiores del muro de tierra armada se anclarán en la viga de apoyo del estribo.

Siguiendo el mismo procedimiento del Estribo 1, será construido el Estribo 2, con la única diferencia que la longitud de los pilotes es igual a 45 m y 1.0 m de diámetro.

Una vez ejecutados los estribos se colocarán los aparatos de apoyo de neopreno gofrado. Sobre ellos, y con la ayuda de una grúa de gran tonelaje se colocarán las vigas prefabricadas del tablero.

Después de disponer las prelosas que servirán como encofrado perdido para la colocación de la armadura de la losa y luego se procederá a hormigonar la misma mediante bombeo.

Una vez fraguado el hormigón de la losa se colocarán las aceras, la imposta, las barreras laterales es, en esta etapa estará listo para colocar el aglomerado bituminoso.

5. Desvíos provisionales

Se ejecutará los desvíos provisionales necesarios tanto para peatones y vehículos cumpliendo con las normas de seguridad. Toda la señalización provisional será de color amarillo. En esta fase los desvíos provisionales serán ejecutados en la glorieta Maliaño, el objetivo de este desvío es para la construcción del Paso Superior 1 y parte de los Ramales 4, 5 y 6, mientras los ramales 2 y 3 estarán abiertos al tráfico.

Los elementos que integran los desvíos provisionales (señales, paneles, carteles, cascada luminosa, conos, etc). Esta actividad en esta fase tendrá una duración de 3 meses naturales.

Día 153 (Inicio mes 9 natural)

1. Obras de Drenaje 2

La Obra de Drenaje 2 (OD2), tiene una longitud de 56.85 m y se encuentra en la Glorieta El Astillero, es un tubo de hormigón armado de 1800 mm de diámetro. La entrada es un pozo de 2.4 por 1.20 m y en la salida es con aletas de hormigón armado que serán ejecutados *in situ*.

Tubo de hormigón armado de la Clase II ASTM de diámetro nominal 1800 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento, para su ejecución se seguirá los siguientes procedimientos:

- Se nivelará la superficie donde va a apoyar el tubo
- Talud de la zanja (pronunciado <1:5 o tendido >1:5)
- Se compactará el relleno
- El material del relleno (zahorras, tierra arcillosa o tierras).
- Soportará un tráfico pesado de 60 t
- La altura del relleno sobre clave de la tubería de 0.30 a 5.0 m

En la Figura 3.7 se presenta los tubos prefabricados.



Figura 3.7: Tubos prefabricados de hormigón armado.

La excavación en zanjas y pozos se siguen los procedimientos dados en OD1.



Para esta Obra de Drenaje 2, debe realizarse la terminación de taludes y la eliminación de materiales desprendidos o movidos.

2. Estribo 2 de la Estructura mixta

El Estribo 2 tiene una altura de 8.42 m, está situado al lado Astillero, el terreno sobre el que se apoya el Estribo 2 son fangos de marisma, lo que obliga a adoptar medidas especiales en la construcción de este que minimicen los posibles asentamientos del terraplén. Por ello se disponen drenes mecha de acuerdo con las recomendaciones del estudio geotécnico (Anejo Geotecnia), y luego se procederá con el relleno del terraplén hasta la cota de la rasante y desde la junta de la estructura. Se realizará un seguimiento del asiento del terraplén para comprobar que se producen la mayor parte de los asentamientos, y una vez transcurrido el tiempo de espera se procederá a excavación del terraplén en la zona ocupada por el estribo y el muro aleta y los 3 m siguientes para crear una zona de transición. El fondo de la excavación lo marca la cota inferior del encepado, de 1.5 m de canto y con su cara superior situada 1 m por debajo del terreno natural. En este punto se procederá a la ejecución de los pilotes, el encepado y el estribo, evitando de esta forma que los asentamientos sobrecarguen los pilotes.

Una vez que ha transcurrido 180 días naturales, tiempo suficiente para una consolidación de 100%, se construirá los pilotes para el Estribo 2. El Estribo 2 tiene 10 pilotes de hormigón Armado hormigonado *in situ* de 1500mm de diámetro y una longitud de 13 m, la perforación de los pilotes se realiza con camisa recuperable.

Una vez ejecutado el estribo se procederá al relleno del trasdós con material todo uno y la consiguiente ejecución del paquete de firmes.

Día 172 (Inicio mes 10 natural)

1. Obra de Drenaje 3

La Obra de Drenaje 3 (OD3) es un marco prefabricado de dimensiones interiores 4.00 x 2.00 m, este marco de hormigón armado está diseñado para una altura de tierras inferior a 4 m, que estará ubicado sobre la traza en el PK 1+330. Tiene una longitud de 18.05 m.

En la sección de Obras de Drenaje 1 ya se describió los procesos constructivos y los cuidados necesarios que deben seguir durante la ejecución.



2. Paso superior 2

El Estribo 1 está ubicado en el lado Sur con 4 pilotes, los pilotes tienen 1.0 m de diámetro y longitud 21 m, mientras el Estribo 2 tiene 5 pilotes y la longitud de los pilotes es igual a 46 m y 1.0 m de diámetro.

El Paso superior 1 y 2 son similares, entonces se seguirá el mismo procedimiento de construcción del tablero.

3.4.3 FASE 3

Día 191 (Inicio mes 11 natural)

1. Reposición de Servicios afectados

Se detalla sólo a los que corresponden realizar en esta fase la reposición de los servicios afectados para dar continuidad con el avance de las obras.

Afección LE-05. Línea eléctrica soterrada de 12 kV perteneciente a la compañía Empresa de Residuos de Cantabria, la cual abastece a un centro de transformación del saneamiento de la bahía de Santander. La longitud de afección es de 110 m.

En la actualidad esta línea comienza en un apoyo perteneciente a Viesgo Grupo Enel desde el cual se soterrará. Este apoyo se sitúa en la propiedad de Ferroatlántica. Al no seguir activo dicho apoyo debido a la afección LE-04, se realizará una nueva acometida para la línea de 12 kV perteneciente a Empresa de Residuos de Cantabria.

Esta nueva acometida comenzará en el PK 1+020 del Ramal 1, cruzando la traza proyectada, para posteriormente bordear el Ramal 4 hasta el PK 4+100 del mismo, donde la canalización cruza el ramal hasta llegar a la canalización de la línea existente. La longitud de la reposición es de 160 m.

Afección AB-01. Tubería de abastecimiento de fibrocemento y diámetro 60 mm situada entre la nave Puertas ROPER y la autovía S-10. La mencionada tubería es afectada por el Ramal 3 en una longitud de aproximadamente de 40 m. La reposición consistirá en una nueva canalización de polietileno y diámetro 60 mm, la canalización bordeará el Ramal 3 hasta el PK 3+085, en el cual, cruzará el vial y se conectionará con la tubería existente. La longitud de reposición es 50 metros.



2. Drenaje Longitudinal

En esta fase sólo se ejecutarán una parte del drenaje longitudinal y el resto serán ejecutados una vez colocado el firme especialmente los que van junto con la acera o en las glorietas.

a. Cuneta en tierra, VT-150 y TT-150

Para la ejecución de las cunetas en tierra definidas en el proyecto se parte del desbroce y de la explanación para empezar las operaciones necesarias de excavación, nivelación y refino de la sección transversal de la cuneta tal como indica en los planos, y el consiguiente transporte total de los productos removidos a vertedero.

La excavación se realizará de aguas abajo a aguas arriba, con cuidado para que no se produzcan retenciones de agua ni encharcamientos.

La sección transversal de la cuneta en tierra VT-150 es simétrica y triangular. Presenta unos taludes 2H/1V, tiene una anchura de 1.5 m y una altura de 0.38 m. Mientras la cuneta en tierra TT-150, es simétrica, de forma trapecial, con taludes 1.5H/1V. La anchura es de 1.5 m y la altura es de 0.3 m. En las Tablas 3.11 y 3.12, se presenta la ubicación de las cunetas.

Tabla 3.11: Resumen de ubicación de Cuneta en tierra TT-150

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+295 - 1+355. Lado derecho | m | 60.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Tabla 3.12: Resumen de ubicación de Cuneta en tierra VT-150

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+200 - 1+340. Lado derecho | m | 140.00 |
| Ramal 1. PK 1+520 - 1+640. Lado derecho | m | 120.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

b. Bajante prefabricada de hormigón Tipo BT-50

Es una zanja transversal a la plataforma abierta en el terreno, en el talud del terraplén, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, es revestida con piezas prefabricadas, las cuales se cimientan sobre un lecho de asiento constituido por una capa de hormigón en masa, sostenidas por un dado de hormigón.



La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Excavación y refino del fondo excavación
- Colocación de una capa de hormigón en masa para la formación de la solera
- Ejecución del dado de retenida de hormigón en masa, si procede
- Colocación de las piezas prefabricadas
- Terminaciones laterales de las bajantes

La forma, dimensiones, tipo de material y demás características, se ajustarán a lo definido en el Proyecto, y en su defecto a la Instrucción de Drenaje Superficial (5.1 y 5.2I.C.).

La resistencia característica a compresión del hormigón es igual a 25 MPa a los 28 días. Las piezas prefabricadas de las bajantes son de hormigón armado, HA-25, y la resistencia del acero de refuerzo es de 500 MPa. La anchura de las piezas de bajantes varía de 0.40 a 0.50 m, de la misma forma la altura varía de 0.12 a 0.16 m, el espesor de la solera es 0.05 m y las paredes tienen un espesor de 0.09 m. Asimismo, la capa de asiento de hormigón en masa, HM-15, tiene un espesor promedio de 0.10 m. En la Tabla 3.13 se presenta el resumen la ubicación y la cantidad de las bajantes.

Tabla 3.13: Resumen de ubicación de bajante prefabricada Tipo BT-50

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+225. Lado izquierdo | m | 10.00 |
| Ramal 1. PK 1+260. Lado izquierdo | m | 10.00 |
| Ramal 1. PK 1+310. Lado izquierdo | m | 8.00 |
| Ramal 1. PK 1+360. Lado izquierdo | m | 7.00 |
| Ramal 1. PK 1+620. Lado izquierdo | m | 6.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+410. Lado derecho | m | 10.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

c. Pozo de registro hormigón 180 cm de diámetro interior

Las juntas entre los distintos elementos de los pozos prefabricados estarán formadas por dos piezas: una junta deslizante estanca, que podrá ser autolubricada, y un elemento de apoyo para uniformizar el contacto entre elementos.

El acceso al interior del pozo se efectuará mediante pates normalizados con separación máxima entre ellos de 0.30 m, de modo que se garantice la seguridad.



En todos los pozos se formará en el fondo de la base una cuna o mediacaña hasta el eje del colector, de forma que encauce los vertidos en su paso a través del pozo y sirva de apoyo a los operarios de mantenimiento, debiendo coincidir la cota de la media caña con la clave del colector. Esta cuña o mediacaña se ejecutará en hormigón en masa HM-20, teniendo forma semicircular en la zona de paso de caudales, y una pendiente del 5% hacia dicho paso en la zona de apoyo.

En el Proyecto sólo hay un pozo de registro de hormigón de 180 cm de diámetro interior, para su ejecución está ubicado en la Glorieta Astillero, PK 0+000.

d. Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de DN 315 y DN 400

Tubos de saneamiento sin presión están normalizados por la UNE EN 1401. En la Tabla 3.14 se presenta el resumen la ubicación y la longitud del tubo PVC DN 315.

Tabla 3.14: Resumen de ubicación del tubo de saneamiento PVC DN 315

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+510 - 1+660. Lado derecho | m | 150.00 |
| Ramal 1. PK 1+620 - 1+660. Lado izquierdo | m | 40.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+020 - 4+160. Lado derecho | m | 140.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+030 - 5+158.57. Lado derecho | m | 128.57 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. P.K. 5+000 - 5+158.57. Lado derecho | m | 158.57 |
| Glorieta Astillero. PK 0+000 - 0+020. Lado derecho | m | 20.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+060 - 0+090. Lado izquierdo | m | 30.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+090 - 0+119.379. Lado izquierdo | m | 29.379 |
| Ramal 3. Glorieta Astillero. PK 3+000 - 3+060.80. Lado derecho | m | 60.80 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+010 - 4+083.606. Lado derecho | m | 73.606 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+025 - 4+083.606. Lado izquierdo | m | 58.606 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+000 - 5+088.374. Lado izquierdo | m | 88.374 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+010 - 5+040. Eje | m | 30.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+000 - 5+088374. Lado derecho | m | 88.374 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

La ejecución de estas dos unidades de obra comprende las siguientes operaciones:

- Excavación de la zanja
- Ejecución del lecho de apoyo con material granular u hormigón según se define en el Proyecto



- Colocación de los tubos, incluyendo juntas, piezas especiales y accesorios
- Realización de pruebas sobre la tubería instalada
- Conexión a pozos o arquetas
- Relleno de la zanja según se define en el Proyecto

En la Tabla 3.15 se tiene el resumen de la ubicación y la longitud del tubo PVC DN 400.

Tabla 3.15: Resumen de ubicación del tubo de saneamiento PVC DN 400

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|--|--------|----------|
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+160 - 4+190. Lado derecho | m | 30.00 |
| Ramal 1. PK 1+640 - 1+660 | m | 20.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+040 - 0+060 | m | 20.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+119.379 Izquierda - 0+119.379 Derecha | m | 10.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+190 Izquierda - 4+190 Derecha | m | 10.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

e. Sumidero acero inoxidable, tablero de puente, tubo 90 mm

Este sumidero está ubicado en el tablero de la Estructura 1 (E1) en el lado izquierdo o en el intradós del puente, con cazoleta incorporada y tubo de desagüe de 90 mm de diámetro. En la Tabla 3.16 se presenta la ubicación y la cantidad de sumideros de acero inoxidable.

Tabla 3.16: Resumen de ubicación de sumideros de acero inoxidable

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+065. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+090. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+115. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+140. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+165. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+190. Lado izquierdo | ud | 1.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

f. Sumidero HM-20 con rejilla de 40x40 cm

Los sumideros serán colocados en los lugares de acuerdo con el indicado en la Tabla 3.20. Para su construcción se preparará el asiento para evitar el asentamiento y mal funcionamiento del sumidero. En la Tabla 3.17 se indica las ubicaciones para su ejecución.



Tabla 3.17: Resumen de ubicación de sumideros HM-20 con rejilla 40x40 cm

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+060. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+085. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+110. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+135. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+060. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+110. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+158.57. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+040. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+090. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+140. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+510. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+540. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+565. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+590. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+615. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+640. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 1. PK 1+650. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 3. Glorieta Astillero. PK 3+025. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 3. Glorieta Astillero. PK 3+050. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+010. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+030. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+050. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+070. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+030. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+050. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+070. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+010. Eje | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+010. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+030. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+055. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+080. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+010. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+030. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+055. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+080. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+000. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+060. Lado izquierdo | ud | 1.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



g. Pozo HA-25 con rejilla, 120x240 cm²

El pozo HA-25 con rejilla será construida siguiendo el procedimiento del pozo de registro de hormigón 180 cm de diámetro interior, para su ejecución está ubicado en la glorieta Astillero, PK 0+095, Lado derecho.

h. Arqueta HA-25 desagüe cuneta, 100x100 cm²

Las arquetas son de hormigón armado con resistencia característica de 25 MPa a los 28 días, son destinados para el desagüe de cuneta, de dimensiones 100x100 cm y la altura es variable que son menores o iguales a 1.50 m, dependiendo del colector de desagüe. Para su ejecución se colocarán una capa de HM-15 de limpieza de 0.05 m de espesor. En la Tabla 3.18 se indica la ubicación exacta para su construcción.

Tabla 3.18: Resumen de ubicación de sumideros de acero inoxidable

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+190. Lado derecho | ud | 1.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+190. Lado izquierdo | ud | 1.00 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+000. Lado derecho | ud | 1.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

3. Superestructura de la Estructura mixta

El tablero se encuentra definido para poder ser construido sin necesidad de cimbra o apeo provisional.

El cajón puede ser izados cada uno de los vanos (con un peso de unas 100 toneladas por tramo) realizando las soldaduras pertinentes de continuidad una vez situados sobre las pilas.

Posteriormente se procederá al armado y hormigonado de la losa inferior en zona de pilas en una longitud de 22.20 m, es decir del eje de la pila a cada lado 11.10 m con un espesor de 0.30 m. Se continuará con la colocación de la prelosa prefabricadas sobre el cajón, que además de funcionar como encofrado para el hormigonado del resto de la losa, cumplen con su función resistente. El hormigonado de la losa superior se realizará en dos fases, una primera consistente en el hormigonado del tramo central entre las almas del cajón y una segunda en la que se hormigonarán los voladizos, una vez el hormigón de la zona central haya fraguado (comenzando, de nuevo, por las secciones de centro luz).



Finalmente se colocarán las aceras, impostas, barreras de seguridad y el pavimento.

Día 210 (Inicio mes 12 natural)

1. Firmes y aceras

En esta sección se detallará el proceso constructivo de las unidades de obra de firmes de la obra y la especificación de su sección estructural para cada caso: tronco, glorietas, viaducto y los Pasos superiores.

Inicialmente, las capas referidas al paquete de firmes se dispondrán seguidamente al refino de la explanada, sin dar tiempo a que cualquier fenómeno o proceso provoquen una mal puesta del paquete.

A continuación, se presenta en la Tabla 3.19 el conjunto de unidades de obra consideradas en firmes.

Tabla 3.19: Resumen de obras de firme

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|--|----------------|------------|
| Zahorra artificial de central | m ³ | 5 847.473 |
| Relleno de bermas | m ³ | 1 677.345 |
| Hormigón HM-20/B/20/I vertido | m ³ | 194.899 |
| MBC, en capa intermedia | t | 5 224.838 |
| MBC, en capa de base | t | 2 839.071 |
| Betún de cualquier penetración | t | 372.387 |
| Betún modificado BM-3b | t | 49.435 |
| Mezcla tipo F de 3 cm de espesor | m ² | 15 693.231 |
| MBC, en capa de rodadura | t | 72.362 |
| Emulsión ECI riego imprimación | t | 15.067 |
| Emulsión ECR-1 riego adherencia | t | 15.816 |
| Emulsión ECR-1-m riego adherencia modificado | t | 12.554 |
| Acera de baldosa de terrazo de 5 cm | m ² | 1 834.000 |
| Bordillo de hormigón de doble capa C9-R5 | m | 917 000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

El equipo para las mezclas bituminosas estará integrado por una planta asfáltica de 300 t/h, una extendidora autopropulsada con un rendimiento de 300 t/día, un compactador de neumáticos lisos y un compactador estático de rodillo liso.

El equipo para los riegos de adherencia e imprimación estará por un termotanque portátil y un camión cisterna preparados para riegos de betún.



Para la colocación de firmes se calculó se asigna un tiempo de 96 días laborables equivalentes aproximadamente a 5 meses naturales, en esta fase 4 meses naturales y en la fase 4 un mes natural.

Mezclas bituminosas

La fabricación de áridos y ejecución de las mezclas será prácticamente simultánea. Se considera el tiempo total de ejecución de la actividad de firmes.

Medición 8 798 t

Rendimiento de un equipo completo 300 t/día

Número de equipos es igual a 1

Días de trabajo mensuales 19 (un mes natural)

Tiempo total en meses será de 5 meses

Para la sección estructural del firme del tronco, glorietas y ramales, se tiene la sección los siguientes espesores.

- 3 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua de Tipo F-10
- 7 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente densa D-20
- 7 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente gruesa S-20
- 8 cm de capa base de mezcla bituminosa en caliente de tipo G-20
- 30 cm de capa de subbase de zahorra artificial
- 5 cm de capa de regularización de zahorra artificial
- 70 cm de capa de pedraplén

La sección en los arceles estará compuesta por las mismas capas que en la calzada.

En los ramales 3, 4, 5 de la glorieta de Astillero, la sección es la siguiente:

- 5 cm capa de rodadura de mezcla bituminosa semidensa S-12
- 5 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente semidensa S-20
- 25 cm de capa de subbase de zahorra artificial
- 50 cm de capa de pedraplén

En los ramales 2, 4, 5, 6 de la glorieta de Maliaño está definida con los siguientes espesores:

- 3 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua F-10
- 7 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente densa D-20
- 7cm de capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente gruesa S-20
- 8 cm de capa base de mezcla bituminosa en caliente de tipo G-20
- 30 cm de capa de subbase de zahorra artificial
- 5 cm de capa de regularización de zahorra artificial
- 70 cm de capa de pedraplén

Para el Ramal 3 (acceso a Puertas Roper) de la citada glorieta está definida con siguientes espesores:

- 5 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa semidensa S-12.



- 5 cm de capa intermedio de mezcla bituminosa en caliente semidensa S-20.
- 25 cm de capa de subbase de zahorra artificial.
- 50 cm de capa de pedraplén.

La sección para las estructuras es definida de la siguiente forma:

- Capa de rodadura de 3cm de MBC discontinua tipo F-10.
- Capa de base de 5 cm de MBC semidensa tipo D-20.
- Capa de impermeabilización y adherencia de 3 mm de espesor.

El Hormigón HM-20/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido se dispondrá de un Control de Producción y estará en posesión de un Sello. Este hormigón está destinado para la construcción de las aceras. En la Tabla 3.20 se presenta el resumen de cantidades y ubicación.

Tabla 3.20: Resumen de ubicación de Hormigón HM-20/B/20/I vertido

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|------------------|----------------|----------|
| Camino 1-Ramal 1 | m ³ | 80.726 |
| Camino 2-Ramal 1 | m ³ | 114.173 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

MBC en capa base

La temperatura de la mezcla en la tolva de la extendidora en el momento previo a su extendido será la indicada en la fórmula de trabajo, no siendo inferior a 145°C. En la Tabla 3.21 se muestra el resumen de cantidades de MBC en capa base.

Tabla 3.21: Resumen de ubicación de MBC en capa base

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|--------|-----------|
| Glorieta Astillero | † | 259.467 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 122.943 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 167.769 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 204.739 |
| Glorieta Maliaño | † | 183.417 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 78.613 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 444.638 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 227.019 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 139.579 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 1 010.887 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



La dosificación de ligante hidrocarbonado será la establecida en la fórmula de trabajo. Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción previstas y un mínimo de precompactación del 80 %.

La anchura mínima de extensión será 2.75 m, y la máxima será la anchura de la plataforma. Con el material extendido, se procederá a la compactación en el momento que la mezcla pueda soportar la carga sin desplazamientos o asientos. Se hará en bandas de 100 m de longitud con unos 20 cm de solape con las contiguas. Para esta labor de compactación se usan dos tipos de maquinaria: de rodillos lisos y de neumáticos. Primeramente, se hará pasar el de neumáticos y luego el de rodillos, que dejará un mejor acabado. Para recalcar el que no se pueden dejar juntas longitudinales frías, se tratarán de minimizar a toda costa y en el caso de que fuera imposible evitarlas, tener el otro equipo dispuesto a solaparlas con su trabajo en otra banda. Sin embargo, para evitar las juntas longitudinales se usará una extendidora autopropulsada.

Betún de cualquier penetración

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear es el definido en el Proyecto, y será en todo caso betún de penetración del tipo B 60/70 o B 80/100 que cumplan con la norma europea UNE-EN 12.591. La Tabla 3.22 indica la ubicación del betún para ser colocado.

Tabla 3.22: Resumen de ubicación de betún de cualquier penetración

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|--------|----------|
| Glorieta Astillero | † | 32.529 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 15.403 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 20.970 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 25.599 |
| Glorieta Maliaño | † | 22.923 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 9.867 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 3 | † | 6.923 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 55.716 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 28.522 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 17.331 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 126.219 |
| Paso Superior 1 | † | 1.434 |
| Paso Superior 2 | † | 1.614 |
| Estructura E-1 | † | 3.868 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



MBC en capa intermedia

La mezcla bituminosa en caliente capa intermedia es de 7 cm de espesor tanto D-20 y S-20, es la definida en el Proyecto. La dotación de ligante hidrocarbonado de la mezcla será el establecido en la fórmula de trabajo. En la Tabla 3.23 se presenta el resumen de cantidades de ambas mezclas.

Tabla 3.23: Resumen de ubicación de MBC en capa intermedia

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|--------|----------|
| MEZCLA D-20 | | |
| Glorieta Astillero | † | 225.928 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 106.893 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 145.182 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 177.253 |
| Glorieta Maliaño | † | 158.840 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 68.572 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 387.088 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 198.687 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 119.291 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 673.639 |
| Paso Superior 1 | † | 29.880 |
| Paso Superior 2 | † | 33.615 |
| Estructuras E-1 | † | 152.861 |
| MEZCLA S-20 | | |
| Glorieta Astillero | † | 226.734 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 107.368 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 146.189 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 178.480 |
| Glorieta Maliaño | † | 159.639 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 68.819 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 3 | † | 73.379 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 388.052 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 198.650 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 120.682 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 879.117 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Betún modificado BM-3b

El betún modificado BM-3b será empleado en las glorietas de Maliaño y Astillero, en el tronco, en los Pasos superiores y en la estructura mixta. En la Tabla 3.24 se presenta la ubicación y resumen de cantidades de betún modificado BM-3b.



Tabla 3.24: Resumen de ubicación de betún modificado BM-3b

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|--------|----------|
| Glorieta Astillero | † | 4.043 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 1.909 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 2.584 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 3.160 |
| Glorieta Maliaño | † | 2.839 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 1.226 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 6.926 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 3.567 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 2.120 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 15.586 |
| Paso Superior 1 | † | 0.756 |
| Paso Superior 2 | † | 0.851 |
| Estructura E-1 | † | 3.868 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

MBC, en capa de rodadura

La mezcla bituminosa en caliente en capa de rodadura F-10 con un espesor de 3 cm, se colocará en la glorieta Maliaño - Ramal 2. La dotación de ligante hidrocarbonado de la mezcla será la que está establecido en la fórmula de trabajo, cumpliendo las dotaciones mínimas indicadas en el Proyecto. Asimismo, la producción horaria mínima de la central será de 100 t/h y será colocada por medio de dos extendedoras autopropulsadas, la temperatura en la tolva de extendedora no será inferior a 145°C. La extendedora dará una precompactación del 80% y la colocación se hará en una anchura mínima de 2.75 m. Los áridos será acopiados en la planta según el tipo y el tamaño con bastante antelación, diez días antes del inicio de la ejecución de esta unidad, el volumen sea aproximadamente para una semana de trabajo.

Se llevará un control de calidad estricto de los agregados y de la mezcla bituminosa, si en caso de que el D.O. lo estime conveniente, se podrá aplicar la norma UNE EN 12697-34:2013 (Ensayo Marshall) para el control de calidad de las mezclas bituminosas tipo BBTM, antigua denominación tipo F, cumpliéndose los siguientes valores: El valor del número de golpes por cara 50, la estabilidad (Kn) mayor a 7.5 y el porcentaje de los huecos en mezcla mayor a 4. En la Tabla 3.25 se presenta el resumen.

Tabla 3.25: Resumen de ubicación de MBC, en capa de rodadura

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|--------------------------|--------|----------|
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 72.362 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Mezcla Tipo F de 3 cm de espesor

La mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo F para capa de rodadura de 3 cm de espesor, ésta es la última capa que se colocará por medio de dos extendedoras autopropulsadas, con una temperatura mínima de 145°C de la mezcla en la tolva de la extendidora en el momento previo a su extendido. En la Tabla 3.26, se presenta el resumen de dicha mezcla.

Tabla 3.26: Resumen de ubicación de mezcla tipo F de 3 cm de espesor

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|----------------|-----------|
| Glorieta Astillero | m ² | 1 283.333 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | m ² | 606.066 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | m ² | 820.233 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | m ² | 1 003.233 |
| Glorieta Maliaño | m ² | 901.266 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | m ² | 389.233 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | m ² | 2 198.667 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | m ² | 1 132.367 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | m ² | 673.100 |
| Tronco-Ramal 1 | m ² | 4 947.933 |
| Paso Superior 1 | m ² | 240.000 |
| Paso Superior 2 | m ² | 270.000 |
| Estructura E-1 | m ² | 1 227.800 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Emulsión ECI en riego de imprimación

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear será emulsión bituminosa ECI, emulsión catiónica de imprimación, la imprimación se realizará sobre la superficie de la capa base.

La dotación del ligante no será inferior en ningún caso a seiscientos gramos por metro cuadrado (600 g/m²) de ligante residual.



Antes de efectuar el riego se comprobará que la superficie reúna las condiciones específicas requeridas y no se encuentre reblandecida por exceso de humedad. En caso contrario se corregirá antes del riego.

Antes de aplicar el ligante, la superficie a imprimir se limpia de toda suciedad, polvo, barro y materiales sueltos y luego se realiza un riego ligero con agua sobre la capa a tratar para humedecerla sin encharcar. Para limpiar la superficie a imprimir, se utilizarán barredoras mecánicas, máquinas de aire a presión o cualquier otro medio adecuado para la correcta limpieza de la superficie.

Asimismo, se efectuará el riego de imprimación cuando la temperatura ambiente a la sombra, y la de la superficie a tratar sea superior a 10°C, no obstante, si la temperatura tiene tendencia a aumentar, puede fijarse como límite inferior igual a 5°C.

Se impedirá la circulación de tráfico sobre la capa tratada hasta el momento en que se haya absorbido todo el ligante y como mínimo durante las 24 horas posteriores al riego. En la Tabla 3.27 se tiene el resumen de esta actividad de trabajo.

Tabla 3.27: Resumen de ubicación de emulsión ECI en riego de imprimación

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|--------|----------|
| Glorieta Astillero | † | 1.324 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 0.627 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 0.856 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 1.045 |
| Glorieta Maliaño | † | 0.936 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 0.401 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 3 | † | 0.581 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 2.269 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 1.158 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 0.712 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 5.158 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Si por alguna razón es preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o se observa que en alguna zona no ha absorbido el ligante pasada las 24 horas, se procederá a la extensión de árido de cobertura.



Emulsión ECR-1-m en riego de adherencia modificado

Una ECR-1m, es una emulsión catiónica de rotura rápida (1) modificada, aunque hoy en día es la C60B3/2 ADH riego de adherencia, que es la denominación de la UNE EN 13808. En la Tabla 3.28 se resume la cantidad a ser colocada en cada sector.

Tabla 3.28: Resumen de ubicación de emulsión ECR-1-m en riego de adherencia modificado

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|--------|----------|
| Glorieta Astillero | † | 1.027 |
| Glorieta Astillero-Ramal 3 | † | 0.485 |
| Glorieta Astillero-Ramal 4 | † | 0.656 |
| Glorieta Astillero-Ramal 5 | † | 0.803 |
| Glorieta Maliaño | † | 0.721 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 2 | † | 0.311 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 4 | † | 1.759 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 5 | † | 0.906 |
| Glorieta Maliaño-Ramal 6 | † | 0.538 |
| Tronco-Ramal 1 | † | 3.958 |
| Paso Superior 1 | † | 0.192 |
| Paso Superior 2 | † | 0.216 |
| Estructura E-1 | † | 0.982 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

La emulsión ECR-1-m, es un betún modificado con polímeros en una solución de agua y un agente emulsionante que garantiza una mejor adherencia entre las rodaduras y las capas intermedias o de base subyacentes.

La dotación del ligante no será inferior en ningún caso 200 g/m² de ligante residual.

Entre las distintas capas de mezclas bituminosas, se extenderá un riego de adherencia con emulsión catiónica ECR-1 y una dotación mínima de 0.5 kg/m². Bajo la capa de rodadura F-10 el riego de adherencia modificado se realizará con emulsión catiónica ECR-2 m y una dotación mínima de 0.8 kg/m².

Acera de baldosa de terrazo de 5 cm

La acera peatonal para exteriores que va paralela junto a la carretera ejecutado con baldosas de terrazo colocadas con mortero sobre solera de hormigón en masa asentada en una capa de zahorra artificial, incluso rejuntado y limpieza.



La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Extendido y compactación de la capa de zahorra artificial.
- Ejecución de la solera de hormigón en masa.
- Colocación de las piezas sobre mortero.
- Relleno de las juntas con lechada o mortero, según proceda.
- Limpieza del pavimento acabado.

La zahorra a emplearse para el lecho de asiento estará comprendida en el huso granulométrico ZA-20 (20 mm es el tamaño máximo nominal), hormigón para la ejecución de las soleras de las aceras será HM-20, el mortero será M-450 (450 kg de cemento por metro cúbico) y finalmente la lechada de cemento para el rejuntado de 600 kg/m³ de cemento y arena de un 15% en peso quede retenida por el tamiz 2.5 mm, ni más de un 15% en peso que pase por el tamiz 0.32 mm, UNE-EN 933-2.

La baldosa de terrazo es un elemento prefabricado de hormigón, apropiadamente compactado, de forma y espesor uniforme, que cumple las especificaciones de la norma UNE 127021, para su uso en exterior bicapa. En la Tabla 3.29 se resume la cantidad de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.

Tabla 3.29: Resumen de acera de baldosa en terrazo de 5 cm

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|----------------|-----------|
| Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor | m ² | 1 834.000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Bordillo de hormigón de doble capa C9-R5

La prefabricación de los bordillos de doble capa C9-R5 serán de acuerdo con la Norma UNE 127025. El bordillo de doble capa es macizo, constituido por un núcleo de un solo tipo de hormigón en masa y una capa de mortero de cemento de acabado en su cara vista. La resistencia será igual o superior a 5 MPa, R5.

Una vez realizada la excavación necesaria para conseguir las dimensiones definidas en el Proyecto, se procederá a la regularización y compactación del fondo de la excavación. Sobre dicho fondo se extenderá la capa de hormigón. Una vez ejecutada la capa de hormigón, se procederá al extendido del mortero de agarre. Sobre el mortero extendido se colocarán a mano las piezas de bordillo golpeándolas con un mazo de goma para realizar un principio de hinca y conseguir la alineación deseada. La separación entre bordillos será de 1 cm, rellenándose posteriormente con mortero. Una vez rellenadas las juntas, se



procederá al cepillado y llagueado de estas. En la Tabla 3.30 se presenta el resumen del bordillo prefabricado.

Tabla 3.30: Resumen de bordillo de hormigón de doble capa C9-R5

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|--|--------|----------|
| Bordillo de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5 | m | 917.000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Día 229 (Inicio mes 13 natural)

Muros

En primer lugar, se realizará la excavación o nivelación que sea necesario para alcanzar la cota de apoyo, para posteriormente ejecutar una solera de hormigón sobre la que se dispondrá la primera fila de escamas. Esta solera tendrá unas dimensiones de 35 cm de anchura y 15 cm de altura.

Se replanteará, marcando sobre la solera, antes de colocar la primera fila de escamas, el trazado del paramento exterior de la obra, y el punto de replanteo de la primera escama a disponer.

La primera fila de escamas del muro, que va colocada sobre la solera de hormigón, está constituida por escamas partidas y escamas completas dispuestas alternativamente.

Antes de realizar el relleno, se comprobará que las piezas están correctamente niveladas, y se calzarán de forma que no se produzcan movimientos entre ellas o con relación al paramento exterior.

Las escamas de una fila intermedia se colocan en los huecos formados entre las escamas de la fila anterior. Siempre que se monte una escama, se comprobará el intereje entre dos escamas mediante la plantilla de montaje.

Las escamas se mantendrán, mientras se efectúa el relleno, mediante pinzas o gatos, y cuñas de madera colocadas en el paramento exterior. Estas cuñas se irán retirando a medida que la obra va avanzando en altura. Sin embargo, deberán permanecer colocadas siempre sobre las tres últimas filas y quitarse al finalizar la construcción.

Las armaduras se dispondrán perpendicularmente al paramento en capas horizontales. Cada armadura se unirá al arranque correspondiente mediante un tornillo de diámetro 12 mm.



Se cuidará que la armadura apoye completamente sobre el relleno, especialmente en la zona de unión con el arranque.

El relleno se efectuará en tongadas de 37,5 cm de espesor, no se emplearán en ningún caso máquinas de orugas en contacto directo con las armaduras.

Para evitar que se produzcan movimientos en las escamas durante la compactación del relleno, se limitará el uso de compactadores pesados a una distancia de 1.5 m del paramento. La compactación de esta zona se realizará con maquinaria ligera vibrante, accionada manualmente.

En la Tabla 3.31 se resume las actividades correspondientes a los muros.

Tabla 3.31: Resumen de actividades de los Muros

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|----------------|-----------|
| Muro de escamas prefabricadas, altura 0 - 6 m | m ² | 365.953 |
| Muro de escamas prefabricadas, altura 6 - 9 m | m ² | 446.745 |
| Excavación en zanjas y pozos | m ³ | 198.199 |
| Hormigón HM-20/B/25/IIIa vertido | m ³ | 11.036 |
| Suelo seleccionado 2 | m ³ | 2 193.586 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Los muros de escamas prefabricadas, altura 0-6 m están ubicados en el Ramal 1-5, 3 y 5, mientras de altura de 6-9 m está ubicado en el Ramal 1-5.

El muro de Ramal 1-5, inicia en el Estribo 1 de la Estructura mixta (Ramal 1) que va continuando por el Ramal 5.

El muro del Ramal 3, consta de muro 1 y 2, el muro 1 está ubicado en el extradós de la curva y el muro 2 en el intradós de la curva del Ramal 3.

El muro del Ramal 5, va protegiendo la línea del ferrocarril FEVE.

Día 276 (Mediados mes 15 natural)

1. Demolición de Firme mediante fresado en frío

Esta actividad se encuentra en la Glorieta El Astillero. El fresado se realizará previa a la ejecución del firme, ya ejecutadas todas las obras, para que no se dañe el nuevo firme.

La demolición de firme mediante fresado en frío se realiza con la siguiente maquinaria:



- Máquina fresadora de pavimento autopropulsada
- Camión de tres ejes de 7 m³

El fresado en frío empleando una máquina fresadora que vierte el material fresado directamente a la caja del camión 3 ejes.

3.4.4 FASE 4

Día 286 (Inicio mes 16 natural)

1. Reposición de servicios afectados

En esta última fase se completa todos los servicios afectados existentes en el proyecto.

Afección LE-04. Líneas aéreas eléctricas de media tensión 12 kV que son afectadas en diversos puntos de la traza proyectada son propiedad de la compañía Viesgo Grupo Enel.

Se repondrán todas las líneas por una misma canalización, llegando estas canalizaciones hasta todos los puntos extremos de las líneas afectadas. La reposición comenzará en el PK 2+036 del ramal 2, donde se sitúa una torre de 12 kV. Desde esa torre se soterrará la línea bordeando la rotonda de Maliaño. Una vez bordeada dicha rotonda la canalización irá por la acera del puente proyectado. En los planos de detalles se muestra la sección de la canalización en el puente y en zanja. Al finalizar el puente, la canalización bajará el terraplén e irá por el exterior de este. Al llegar la canalización hasta la rotonda de Astillero, cruzará el vial y bordeará la mencionada rotonda. Al bordear la rotonda, cruzará nuevamente la CA-140 (N-635), tras cuyo cruce se conectará con la línea existente situada en la acera sur de la CA-140 (N-635). La canalización consistirá en cuatro tubos de 160 mm de diámetro.

De esta nueva canalización salen nuevos ramales para abastecer los centros de transformación existentes en la zona, los cuales se detallan en posteriores afecciones. La longitud de reposición es de 925 m.

Afección LE-05

Línea eléctrica soterrada de 12 kV perteneciente a la compañía Empresa de Residuos de Cantabria, la cual abastece a un centro de transformación del saneamiento de la bahía de Santander. La longitud de afección es de 110 m.



En la actualidad esta línea comienza en un apoyo perteneciente a Viesgo Grupo Enel desde el cual se soterrará. Este apoyo se sitúa en la propiedad de Ferroatlántica. Al no seguir activo dicho apoyo debido a la afección LE-04, se realizará una nueva acometida para la línea de 12 kV perteneciente a Empresa de Residuos de Cantabria.

Esta nueva acometida comenzará en el PK 1+020 del ramal 1, cruzando la traza proyectada, para posteriormente bordear el ramal 4 hasta el PK 4+100 del mismo, donde la canalización cruza el ramal hasta llegar a la canalización de la línea existente. La longitud de la reposición es de 160 m.

Afección LE-07

Línea eléctrica de media tensión 12kV perteneciente a Viesgo Grupo Enel situada a la altura del PK 1+230 del ramal 1. Esta línea se queda inutilizada debido a la reposición de la afección LE-04 y se tiene que conectar la reposición de la afección LE-04 con el apoyo existente situado en la esquina del terreno propiedad de Ferroatlántica. La reposición se realizará de modo soterrado desde la canalización del vial hasta el apoyo descrito anteriormente. La longitud de afección es de 55 m.

Afección LE-08

Línea aérea de media tensión 12kV propiedad Viesgo Grupo Enel, situada en el PK 1+500 del ramal 1. Esta línea abastece a un centro de transformación prefabricado exterior, situado el cruce de CA-140 (N-635) hacia el hotel Los Ángeles.

Para mantener el abastecimiento al centro de transformación, en la nueva canalización de la afección LE-04, se realiza un desvío a la altura del PK 1+500. Este desvío se realizará de modo que el soterrado hasta la torre existente de 12 kV que no se ve afectada, en la cual comienza una canalización soterrada hasta el centro de transformación. Por lo tanto, la torre será retirada. La longitud de la reposición es 30 m.

Afección LE-09

Línea eléctrica aérea de media tensión 12 kV perteneciente a la compañía Viesgo Grupo Enel, que cruza perpendicularmente la traza proyectada a la altura del PK 1+600 del ramal 1. La línea afectada proporciona corriente un centro de transformación exterior en caseta, situado al lado de una nave industrial. La reposición consistirá en una desviación de la canalización de la



afección LE-04 descrita anteriormente, hasta el centro de transformación. Este desvío se realiza de modo soterrado y comienza en el PK 1+600 del ramal 1. La longitud de reposición es de 60 m.

Afección LE-11

Líneas eléctricas propiedad de Ferroatlántica emplazadas en la propiedad de la misma empresa y llegando hasta el PK 4+080 del ramal 4. En la actualidad sólo se da suministro al control de accesos y puerta corredera de acceso, estando vacíos los tubos para las acometidas a las nuevas oficinas, situadas dichas acometidas en el PK 4+080 del mencionado ramal 4.

La reposición consistirá en una nueva canalización de 6 tuberías de PVC desde el centro de pesaje hasta la canalización existente situada al oeste de la finca. Desde ese punto, la canalización irá hasta las acometidas mencionadas anteriormente.

A la altura del PK 4+140 del ramal 4, se realizará una acometida al control de accesos. La longitud de reposición será de 185 m.

2. Recuperación ambiental

En la Tabla 3.32 se resume las actividades correspondientes a la recuperación ambiental, que será ejecutado todo que falta hacerlo en esta fase.

Tabla 3.32: Resumen de actividades de recuperación ambiental

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|----------------|-----------------|
| Jalonamiento temporal de protección | m | 4 691.000 |
| Barrera de retención de sedimentos | m | 110.000 |
| Tierra vegetal procedente de la obra | m ³ | 3 644.024 |
| Siembra manual a base de gramíneas y herbáceas | m ² | 16 289.000 |
| Hidrosiembra arbustiva | m ² | 13 391.676 |
| Hidrosiembra herbácea áreas litorales | m ² | 526,839 |
| Estiércol | m ² | 13.918,415 |
| Quercus ilex P>=15 cm | ud | 10,000 |
| Laurus Nobilis P>=15 cm | ud | 13.000 |
| Ligustrum vulgare de 1,20 m de altura | ud | 10.000 |
| Análisis mensual de la calidad de las aguas superficiales | ud | 40.000 |
| Seguimiento arqueológico | mes | 7.000 |
| Seguimiento Ambiental | mes | 20.000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



Día 305 (Inicio mes 17 natural)

1. Drenaje longitudinal

En esta fase se realiza las cunetas que van junto con el firme, los bordillos y otros remates faltantes.

Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C7-R3.5

El bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C7-R3.5, con dimensione 22 x 20 cm, 1.0 m de longitud, pendiente de 32° y un ancho en la coronación de 0.04 m, al lado de la cuneta y acera tiene una altura de 0.12 m y 0.22 m, respectivamente. La doble capa se encuentra en la cara superior del bordillo.

En la Tabla 3.32 se tiene el resumen de la ubicación y longitud del bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C7-R3.5.

Tabla 3.33: Resumen de ubicación del bordillo de doble capa C7-R3.5

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+100 - 1+410. Lado izquierdo | m | 410.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+000 - 4+020. Lado derecho | m | 20.00 |
| Glorieta Maliaño. PK 0+040 - 0+072. Lado izquierdo | m | 72.00 |
| Glorieta Maliaño. PK 0+115 - 0+125.663. Lado izquierdo | m | 10.663 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Cuneta VA-125

Su ejecución se sitúa en varios sectores de la carretera, son cunetas ejecutadas *in situ* y trasdosadas, la sección es triangular y asimétrica, con taludes 4H/1V y 1H/1V, esta cuneta tiene una anchura de 1.25 m y 0.25 de altura, y el ancho del trasdosado 0.50 m. En la Tabla 3.12 se resume la ubicación de la Cuneta VA-125.

Tabla 3.34: Resumen de ubicación de Cuneta VA-125

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+340 -1+480. Lado derecho | m | 140.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+010 - 4+050. Lado izquierdo | m | 40.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+085 - 0+095. Lado derecho | m | 10.00 |
| Glorieta Astillero. PK 0+095 - 0+115. Lado derecho | m | 20.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+105 - 4+190. Lado izquierdo | m | 185.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+160 - 4+190. Lado derecho | m | 30.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



Se construyen sobre un asiento de zahorra de 20 cm de espesor y con un hormigón en masa de 20 MPa de resistencia característica a los 28 días y su espesor es de 12 cm en toda su sección.

La ejecución de la cuneta VA-125 incluye las siguientes operaciones:

- Excavación y refino del fondo de la excavación
- Preparación y comprobación de la superficie de asiento
- Colocación de la capa de zahorra
- Encofrado
- Hormigonado

Asimismo, se cuidará su alineación tanto en planta como en alzado al objeto de no producir discordancia con la calzada adyacente y de forma que no se reduzcan las características hidráulicas previstas.

Caz prefabricado de 40 cm

En una cuneta prefabricada con forma de una porción circular, es un canal longitudinal abierto que va acompañado junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, las cuales se cimientan sobre un lecho de asiento constituido por zahorra artificial ZA-20 y una capa de hormigón en masa de 0.20 m con una resistencia característica de 20 MPa a los 28 días. La sección de la cuneta tiene un ancho total de 0.40 m y una profundidad de 0.03 m para el flujo del agua, la cuneta es prefabricada en longitudes de 1.0 m.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Excavación y refino del fondo excavación
- Preparación y comprobación de la superficie de asiento
- Colocación de la capa de zahorra
- Colocación de la capa de hormigón en masa para la formación de la solera
- Colocación de las piezas prefabricadas

La cuneta prefabricada tipo caz de 40 cm, está ubicada para su ejecución en el Ramal 5, Glorieta Astillero, PK 5+000 - 5+088,374, Lado Derecho.

Cuneta R-40

Su ejecución se sitúa en varios sectores de la carretera, son cunetas ejecutadas in situ, la sección es triangular que contiene un bordillo y una acera, la inclinación de la cuneta es de 10%, esta cuneta tiene una anchura de 0.40 m y 0.12 m de espesor. Se construyen sobre un asiento de zahorra de 20 cm de espesor y con un hormigón en masa de 20 MPa de resistencia característica a los 28 días. El bordillo tiene una base de 0.22 m y una altura 0.30 m, la anchura en su coronamiento termina en 0.19 m. En la Tabla 3.15 se resume la ubicación de la Cuneta R-40.

La ejecución de la cuneta R-40 incluye las siguientes operaciones:



- Excavación y refino del fondo de la excavación
- Preparación y comprobación de la superficie de asiento
- Colocación de la base del bordillo
- Colocación de los bordillos con un mortero de agarre
- Colocación de la capa de zahorra y se compactará
- Encofrado
- Hormigonado

Tabla 3.35: Resumen de ubicación de cuneta de hormigón en obra Tipo R-40

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|--------|----------|
| Ramal 1. PK 1+510 -1+660. Lado derecho | m | 150.00 |
| Ramal 1. PK 1+620 -1+660. Lado izquierdo | m | 40.00 |
| Ramal 4. Glorieta Maliaño. PK 4+020 - 4+160. Lado derecho | m | 140.00 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+030 - 5+158.57. Lado derecho | m | 128.57 |
| Ramal 5. Glorieta Maliaño. PK 5+000 - 5+158.57. Lado derecho | m | 158.57 |
| Glorieta Astillero. PK 0+000 - 0+020. Lado derecho | m | 20.00 |
| Glorieta Astillero. P.K. 0+060 - 0+090. Lado izquierdo | m | 30.00 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 0+090 - 0+119.379. Lado izqdo. | m | 29.379 |
| Ramal 3. Glorieta Astillero. PK 3+000 - 3+060.80. Lado derecho | m | 60.80 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+010 - 4+083.606. Lado derecho | m | 73.606 |
| Ramal 4. Glorieta Astillero. PK 4+025 - 4+083.606. Lado izqdo. | m | 58.606 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+000 - 5+088.374. Lado izqdo. | m | 88.374 |
| Ramal 5. Glorieta Astillero. PK 5+010 - 3+040. Eje | m | 30.00 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Asimismo, al igual como en las cunetas anteriores se cuidará su alineación tanto en planta como en alzado al objeto de no producir discordancia con la calzada adyacente y de forma que no se reduzcan las características hidráulicas previstas.

2. Señalización horizontal

Una vez terminado el afirmado, terminado el drenaje longitudinal, se procede a la ejecución de marcas viales. En la Tabla 3.36 se resume las actividades correspondientes a la señalización horizontal.

Tabla 3.36: Resumen de actividades de la señalización horizontal

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|--|----------------|-----------|
| Marca vial tipo 2 de pintura de 10 cm de anchura | m | 1 455.621 |
| Marca vial tipo 2 de pintura de 15 cm de anchura | m | 4 678.222 |
| Marca vial tipo 2 de pintura de 30 cm de anchura | m | 158.506 |
| Marca vial tipo 2 de pintura de 40 cm de anchura | m | 299.434 |
| Marca vial tipo 2 de pintura en símbolos | m ² | 588.347 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo



3. Balizamiento y defensas

El balizamiento y la colocación de defensas se ejecutan paralelamente con la señalización horizontal y vertical. En la Tabla 3.37 se resume las actividades correspondientes a balizamiento y defensas.

Tabla 3.37: Resumen de actividades de balizamiento y defensas

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|--|--------|----------|
| Barrera perfil simple doble onda hormigonada, pintada, 4 m | m | 222.893 |
| Barrera perfil simple doble onda anclada, pintada, 4 m | m | 222.000 |
| Barrera simple h= 80 cm, tipo New Jersey in situ | m | 218.834 |
| Barandilla tipo 8 | m | 154.900 |
| Barrera de hormigón de altura 86 cm | m | 181.7000 |
| Hito de vértice | ud | 1.000 |
| Hito cilíndrico | ud | 2.000 |
| Captafaro dos caras retrorreflectante 101x89x16 | ud | 327.000 |

Fuente: Proyecto Tramo: Enlace de la Cerrada – Boo de Guarnizo

Día 324 (Inicio mes 18 natural)

1. Señalización vertical

Una vez terminado la señalización horizontal se inicia con la instalación de la señalización vertical. En la Tabla 3.38 se resume las actividades correspondientes a la señalización vertical.

Tabla 3.38: Resumen de actividades de la señalización vertical

| Descripción | Unidad | Cantidad |
|---|----------------|----------|
| Señal vertical circular tipo R acero D=90 cm, nivel 2 | ud | 41.000 |
| Señal vertical circular tipo TR acero D=90 cm, nivel 1 | ud | 20.000 |
| Señal vertical circular tipo R acero D=120 cm, nivel 2 | ud | 8.000 |
| Señal vertical circular tipo TR acero D=120 cm, nivel 1 | ud | 4.000 |
| Señal vertical triangular tipos P y R acero L=90 cm, nivel 2 | ud | 3.000 |
| Señal vertical triangular tipos P y R acero L=135 cm, nivel 2 | ud | 15.000 |
| Señal vertical cuadrada tipos R y S acero L=60 cm, nivel 2 | ud | 2.000 |
| Señal vertical cuadrada tipos R y S acero L=90 cm, nivel 2 | ud | 7.000 |
| Señal vertical cuadrada tipos R y S acero L=120 cm, nivel 2 | ud | 3.000 |
| Señal vertical rectangular tipo S acero 60x90 cm, nivel 2 | ud | 3.000 |
| Señal vertical rectangular tipo S acero 90x135 cm, nivel 2 | ud | 8.000 |
| Cartel de acero galvanizado, nivel 1; S<=1,5 m2 | m ² | 6.723 |
| Cartel de acero galvanizado, nivel 1; S>1,5 m2 | m ² | 128.802 |
| Pórtico de señalización, incluso cimentación | ud | 1.000 |
| Cartel lamas acero galvanizado nivel 3; S>1,5 m2 | m ² | 26.250 |



2. Iluminación

La iluminación se ejecuta de forma paralela con la señalización vertical. Estas dos actividades son entre las últimas en implantarse en el proyecto de construcción.

Día 362 (Inicio mes 20 natural)

1. Limpieza y terminación

La limpieza general es realizada una vez terminado casi todas las actividades.

Se procederá a la realización de la prueba de carga estática antes de la apertura del tráfico tomando en cuenta las diferentes hipótesis de carga definidas para el viaducto y Pasos superiores.



4 ESTUDIO ECONÓMICO DE LA OBRA

4.1 JUSTIFICACIÓN DE COSTES UNITARIOS

En este apartado sólo se ha calculado los costes unitarios de algunas actividades, mientras las otras actividades tienen precios definidos en el mercado de la construcción. Asimismo, en los costes horarios de los equipos incluyen operador, combustible y otros.

1. Desbroce del terreno

Para el desbroce del terreno se consideró un Tractor Bulldozer, su rendimiento de este equipo es de $2\,000\text{ m}^2/\text{día}$ y su coste horario 80€/h .

- Tractor Bulldozer D7R, 240 HP

$$\text{Coste unitario} = \frac{\text{Coste horario}}{\text{Rendimiento}} = \frac{80 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{2000 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} = 0,40 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$$

2. Excavación no clasificada

Para la excavación no clasificada se seleccionó una retroexcavadora CAT-336D L montado sobre orugas y para el transporte del material excavado se consideró 3 vehículos de 3 ejes 13 t ($6\text{-}7\text{ m}^3$), con un rendimiento de $202,2\text{ m}^3/\text{día}$, el material es depositado en un vertedero que está ubicado a 4 km de la obra.

- Retroexcavadora CAT-336D L
- Vehículo 3 ejes 13 t ($6\text{-}7\text{ m}^3$)

El rendimiento de la retroexcavadora es de $700\text{ m}^3/\text{día}$ y su coste horario 80€/h . El coste horario del vehículo es 60€/h . El coste unitario Excavación no Clasificada es:

$$\text{Coste unitario} = \frac{\text{Coste horario}}{\text{Rendimiento}} = \frac{(80 + 60 \cdot 3 \text{ veh.}) \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{700 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 3,71 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

3. Terraplén

Para ejecutar terraplén se seleccionó el siguiente equipo:



- Tractor Bulldozer D7R, 240 HP
- Un compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El rendimiento del Tractor Bulldozer D7R, 240 HP es de $725 \text{ m}^3/\text{día}$ y su coste horario es de 80 €/h , mientras el compactador vibratorio rodillo liso tiene un rendimiento de $800 \text{ m}^3/\text{día}$ y costo horario de 70 €/h . El rendimiento del Tractor Bulldozer es la que gobierna para esta actividad. Entonces, el coste unitario para terraplén es:

$$\text{Coste unitario} = \frac{(80 + 70) \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{725 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 2.07 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

4. Pedraplén

Para pedraplén se consideró un equipo integrado por,

- Tractor Bulldozer D7R, 240 HP
- Un compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El rendimiento del Tractor Bulldozer es de $725 \text{ m}^3/\text{día}$ y del compactador vibratorio rodillo liso $800 \text{ m}^3/\text{día}$ y, el costo horario del primero es 80 €/h y del segundo 70 €/h . Por lo tanto, el coste unitario de pedraplén será igual a terraplén.

$$\text{Coste unitario} = \frac{(80 + 70) \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{725 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 2.07 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

5. Escollera en base de asiento de obras de fábrica

Para la ejecución del muro de escollera se seleccionó el siguiente equipo:

- Retroexcavadora con pinzas CAT-334D L

El rendimiento del equipo es de $90 \text{ m}^3/\text{día}$ y su costo horario 80 €/h . El coste unitario de equipo para esta actividad es:

$$\text{Coste unitario} = \frac{80 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{90 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 8.89 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

El coste de la escollera es de 5 €/t y el transporte 3 €/t y la densidad es igual a 1.8 t/m^3 , entonces el coste unitario por metro cúbico será:

$$\text{Coste unitario} = (3 + 2) \text{ €/t} \cdot 1.8 \text{ t/m}^3 = 9.00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Coste unitario total} = (8.89 + 9.00) \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 17.89$$



6. Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados

El equipo necesario para la colocación de la zahorra artificial es la siguiente:

- Una Motoniveladora CAT-12M, 158 HP
- Camión cisterna 8000 litros
- Compactador vibratorio rodillo liso CAT-CB54XW, 137 HP

El rendimiento de la Motoniveladora es de $400 \text{ m}^3/\text{día}$ y del compactador vibratorio rodillo liso $800 \text{ m}^3/\text{día}$ y, el costo horario del primero es 90€/h y del segundo 70€/h . Asimismo, el camión cisterna tendrá un coste horario de 30€/h .

El coste de la zahorra en cantera es igual a 5€/t y el transporte 2€/t , la densidad de la zahorra es de 2.26 t/m^3 .

$$\text{Coste unitario} = \frac{(90 + 70 + 30) \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 4.75 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

Para el coste unitario del material y transporte es:

$$\text{Coste unitario} = (5 + 2)\text{€/t} \cdot 2.26\text{t/m}^3 = 15.82 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

El coste unitario total para zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados es:

$$\text{Coste unitario total} = (4.75 + 15.82) \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 20.57 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

7. Cuneta de hormigón ejecutada en obra Tipo VA-125

El análisis de coste unitario para la construcción de la cuneta de hormigón ejecutada en obra Tipo VA-125, se realiza de la siguiente forma:

| UD | DESCRIPCIÓN | MEDICIÓN | PRECIO | IMPORTE |
|----------------|---|----------|--------|--------------|
| h | Capataz. | 0.005 | 30 | 0.15 |
| h | Oficial Primera. | 0.0569 | 22 | 1.25 |
| h | Peón especialista. | 0.1138 | 20 | 2.50 |
| h | Peón señalista. | 0.040 | 20 | 0.80 |
| m ³ | Excavación mecánica en zanjas y pozos. | 0.600 | 4 | 2.4 |
| t | Zahorra artificial procedente de cantera. | 0.500 | 5 | 2.5 |
| t | Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta. | 0.500 | 2 | 1.00 |
| h | Motoniveladora de peso 12/15 t. | 0.005 | 90 | 0.45 |
| m ³ | Hormigón HNE-20/B/20. | 0.180 | 71.50 | 12.87 |
| h | Extendidora de hormigón autopropulsada. | 0.0169 | 150 | 2.535 |
| | €/m | | | 26.46 |



8. Cuneta de hormigón ejecutada en obra Tipo R-40.

Análisis de coste unitario para la cuneta de hormigón ejecutada en obra Tipo R-40:

| UD | DESCRIPCIÓN | MEDICIÓN | PRECIO | IMPORTE |
|----------------|---|----------|--------|--------------|
| h | Capataz. | 0,008 | 30 | 0.24 |
| h | Oficial 1º. | 0,040 | 22 | 0.88 |
| h | Peón especialista. | 0,080 | 20 | 1.60 |
| h | Peón señalista. | 0,080 | 20 | 1.60 |
| | P.P. Equipos de protección individual (EPs). | | | |
| m ³ | Excavación mecánica en zanjas y pozos. | 0,100 | 4 | 0.40 |
| m ² | Encofrado paramentos rectos. | 0,120 | 11.84 | 1.42 |
| t | Zahorra artificial procedente de cantera. | 0,180 | 5 | 0.90 |
| t | Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta. | 0,180 | 2 | 0.36 |
| h | Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura. | 0,020 | 10 | 0.20 |
| m ³ | Hormigón HNE-20/B/20. | 0,048 | 71.50 | 3.43 |
| m ³ | Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta. | | | |
| | €/m | | | 11.03 |

9. Hormigones

Para calcular los costes de los hormigones se tomó la tarifa de precios de Hongomar, S.A., de estos precios se ha reducido el 35% para calcular los costes unitarios directos, sobre estos costes se incrementó la mano de obra y la bomba.

| TIPO DE HORMIGÓN | COSTE PUESTA EN OBRA €/m ³ | M.D.O. €/m ³ | COSTE BOMBA €/m ³ | COSTE UNITARIO €/m ³ |
|--|--|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 63.75 | 7.00 | - | 70.75 |
| Hormigón HM-20/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido | 71.50 | 7.00 | - | 78.50 |
| Hormigón HA-30/P/25/IIIa procedente de central, puesto en obra mediante bombeo | 86.66 | 7.00 | 5.00 | 98.66 |
| Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 94.25 | 7.00 | 5.00 | 106.25 |

4.2 RESUMEN DE COSTE DIRECTO

En este apartado se muestra los costes directos de todo el proyecto de construcción.



| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|---|-----------|-----------------------|-------------------|
| | CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | |
| m ² | Desbroce del terreno. | 25284.412 | 0.400 | 10,113.76 |
| m ³ | Excavación no clasificada. | 50098.613 | 3.710 | 185,865.85 |
| m ³ | Terraplén | 56240.586 | 2.070 | 116,418.01 |
| m ³ | Pedraplén. | 12365.724 | 2.070 | 25,597.05 |
| m ³ | Demolición de firme mediante fresado en frío. | 35.000 | 35.000 | 1,225.00 |
| m ² | Demolición de sección completa de firme. | 7440.000 | 3.000 | 22,320.00 |
| m ³ | Demolición por fragmentación mecánica. | 8480.000 | 10.000 | 84,800.00 |
| m ³ | Escollera en base de asiento de obras de fábrica. | 865.000 | 17.890 | 15,474.85 |
| m ³ | Zahorra artificial de central | 2562.500 | 20.570 | 52,710.63 |
| m ² | Geotextil filtro. Grupo 0. | 5125.000 | 1.000 | 5,125.00 |
| m | Mecha drenante | 15991.000 | 6.000 | 95,946.00 |
| | TOTAL, CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | 615,596.16 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|--------|--|----------|-----------------------|------------------|
| | CAPÍTULO 2. DRENAJE | | | |
| | SUBCAPÍTULO 2.1. Drenaje Longitudinal | | | |
| m | Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-125. | 425.000 | 26.460 | 11,245.50 |
| m | Cuneta en tierra, VT-150. | 60.000 | 0.810 | 48.60 |
| m | Cuneta en tierra, TT-150 | 260.000 | 0.900 | 234.00 |
| m | Cuneta prefabricada tipo caz de 40 cm | 88.374 | 25.080 | 2,216.42 |
| m | Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-40 | 1007.905 | 11.030 | 11,117.19 |
| m | Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-50 | 51.000 | 32.860 | 1,675.86 |
| m | Pozo hormigón 180 cm de diámetro interior | 1.000 | 1,108.360 | 1,108.36 |
| ud | Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 | 1096.279 | 30.000 | 32,888.37 |
| m | Pozo HA-25 con rejilla, 120x240 cm ² | 1.000 | 1,970.820 | 1,970.82 |
| ud | Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 400 | 90.000 | 53.410 | 4,806.90 |
| m | Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C7-R3,5 | 512.663 | 18.000 | 9,227.93 |
| ud | Sumidero de acero inoxidable en tablero de puente, con cazoleta incorporada y tubo de desagüe de 90 mm de diámetro | 6.000 | 119.650 | 717.90 |
| ud | Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 40x40 cm. | 37.000 | 94.340 | 3,490.58 |
| ud | Arqueta HA-25 desagüe cuneta, 100x100 cm ² | 3.000 | 561.880 | 1,685.64 |
| | TOTAL, SUBCAPÍTULO 2.1. DRENAJE LONGITUDINAL | | | 82,434.08 |



| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|---|----------|-----------------------|------------------|
| | SUBCAPÍTULO 2.2 Drenaje Transversal | | | |
| | APARTADO 2.2.1. OD1 | | | |
| m ³ | Marco prefabricado de dimensiones interiores 3x2 m | 19.350 | 850.000 | 16,447.50 |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 353.375 | 4.000 | 1,413.50 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 2327.400 | 0.850 | 1,978.29 |
| m ³ | Escollera en base de asiento de obras de fábrica | 80.200 | 17.890 | 1,434.78 |
| m ² | Encofrado recto | 28.311 | 18.000 | 509.60 |
| m ² | Encofrado con madera machihembrada | 30.191 | 25.000 | 754.78 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 179.375 | 4.000 | 717.50 |
| m ³ | Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 29.093 | 106.250 | 3,091.13 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido. | 17.396 | 70.750 | 1,230.77 |
| | TOTAL, APARTADO 2.2.1. OD1 | | | 27,577.84 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM (€) |
|----------------|---|----------|-----------------------|------------------|
| | APARTADO 2.2.2. OD2 | | | |
| m | Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1800 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento | 56.850 | 350.000 | 19,897.50 |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 622.800 | 4.000 | 2,491.20 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 1069.248 | 0.850 | 908.86 |
| m ³ | Escollera en base de asiento de obras de fábrica | 19.300 | 17.890 | 345.28 |
| m ² | Encofrado recto | 16.639 | 18.000 | 299.50 |
| m ² | Encofrado con madera machihembrada | 15.760 | 25.000 | 394.00 |
| m ² | Refino de talud | 59.476 | 1.000 | 59.48 |
| m ³ | Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 13.366 | 106.250 | 1,420.14 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 3.012 | 70.750 | 213.10 |
| | TOTAL, APARTADO 2.2.2. OD2 | | | 26,029.05 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|----------|-----------------------|-------------------|
| | APARTADO 2.2.3. OD3 | | | |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 223.125 | 4.000 | 892.50 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 2489.920 | 0.850 | 2,116.43 |
| m ² | Encofrado recto | 74.280 | 18.000 | 1,337.04 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 182.305 | 4.000 | 729.22 |
| m | Marco prefabricado de dimensiones interiores 4x2 m | 18.050 | 1,500.000 | 27,075.00 |
| m ³ | Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 31.124 | 106.250 | 3,306.93 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 11.265 | 70.750 | 797.00 |
| | TOTAL, APARTADO 2.2.3. OD3 | | | 36,254.12 |
| | TOTAL, SUBCAPÍTULO 2.2 Drenaje Transversal | | | 89,861.01 |
| | TOTAL, CAPÍTULO 2. Drenaje | | | 172,295.08 |



| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|-----------|-----------------------|-------------------|
| | CAPÍTULO 3. FIRMES | | | |
| m ³ | Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados | 5847.473 | 20.570 | 120,282.52 |
| m ³ | Relleno de bermas | 1677.345 | 3.000 | 5,032.04 |
| m ³ | Hormigón HM-20/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido | 194.899 | 78.500 | 15,299.57 |
| m ³ | Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia | 5224.838 | 22.000 | 114,946.44 |
| t | Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base | 2839.071 | 22.000 | 62,459.56 |
| t | Betún de cualquier penetración | 372.387 | 500.000 | 186,193.50 |
| t | Betún asfáltico modificado con polímeros BM-3b | 49.435 | 600.000 | 29,661.00 |
| m ² | Mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo F para capa de rodadura, de 3 cm de espesor | 15693.231 | 1.940 | 30,444.87 |
| t | Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura | 72.362 | 27.000 | 1,953.77 |
| t | Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación | 15.067 | 400.000 | 6,026.80 |
| t | Emulsión bituminosa ECR-1 en riego de adherencia | 15.816 | 520.000 | 8,224.32 |
| t | Emulsión bituminosa ECR-1-m en riego de adherencia modificado | 12.554 | 580.000 | 7,281.32 |
| m ² | Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor | 1834.000 | 40.000 | 73,360.00 |
| m | Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5 | 917.000 | 15.000 | 13,755.00 |
| | TOTAL, CAPÍTULO 3. Firmes | | | 674,920.71 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|-----------------|--|-----------|-----------------------|---------------|
| | CAPÍTULO 4. Estructuras y Muros | | | |
| | SUBCAPÍTULO 4.1. Paso Superior 1 | | | |
| | APARTADO 4.1.1. Estribos | | | |
| m ² | Muro de escamas prefabricadas, altura 6 - 9 m | 371.365 | 90.000 | 33,422.85 |
| dm ³ | Apoyo de neopreno zunchado | 52.800 | 35.000 | 1,848.00 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 11077.386 | 0.850 | 9,415.78 |
| m | Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1000 mm de diámetro con entubación recuperable | 255.000 | 273.000 | 69,615.00 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 21.169 | 70.750 | 1,497.71 |
| m | Tubo de acero de Ø110X6mm | 6.200 | 15.000 | 93.00 |
| m | Tubo de PVC Ø 110 X 4 MM colocado como pasamuros | 7.750 | 6.000 | 46.50 |
| m | Tubo de hormigón poroso Ø100 | 32.830 | 20.000 | 656.60 |
| m ² | Geotextil como elemento filtro. Grupo 0 | 56.203 | 1.000 | 56.20 |
| m ³ | Relleno de material drenante | 81.780 | 18.000 | 1,472.04 |
| m ² | Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante | 56.134 | 15.000 | 842.01 |
| m ³ | Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados | 39.392 | 20.570 | 810.29 |
| m ³ | Hormigón HA-30/P/25/IIIa procedente de central, puesto en obra mediante bombeo | 124.778 | 98.660 | 12,310.60 |

Continuación. APARTADO 4.1.1. Estribos

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|--|--|----------|-----------------------|-------------------|
| m ² | Encofrado con madera machihembrada | 100.705 | 25.000 | 2,517.63 |
| m ² | Encofrado recto | 18.129 | 18.000 | 326.32 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 202.829 | 3.000 | 608.49 |
| ud | Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | 1.000 | 1,700.000 | 1,700.00 |
| ud | Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | 9.000 | 600.000 | 5,400.00 |
| ud | Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | 9.000 | 100.000 | 900.00 |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 187.180 | 4.000 | 748.72 |
| m ³ | Hormigón HM-20/B/25/IIIa procedente de central puesto en obra mediante vertido | 3.573 | 78.500 | 280.48 |
| m ³ | Suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación | 5796.000 | 13.000 | 75,348.00 |
| m | Junta de neopreno armado con 80 mm de movimiento máximo permitido | 31.580 | 300.000 | 9,474.00 |
| TOTAL, APARTADO 4.1.1. Estribos | | | | 229,390.21 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|--|--|----------|-----------------------|-------------------|
| APARTADO 4.1.2. Tablero | | | | |
| m ³ | Hormigón HA-30/P/25/IIIa procedente de central, puesto en obra mediante bombeo | 62.008 | 98.660 | 6,117.71 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 8172.401 | 0.850 | 6,946.54 |
| m ² | Losa prefabricada de 5cm de espesor, con armadura de conexión | 209.622 | 40.000 | 8,384.88 |
| m | Imposta prefabricada de 64.5 cm de radio con cemento y árido de color, incluyendo chorreado con aire a presión y arena de sílice, y todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra. | 31.480 | 70.000 | 2,203.60 |
| m | Barrera de hormigón de altura 86 cm, según dimensiones especificadas en planos del Proyecto, y todos los medios y operaciones necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra | 31.480 | 100.000 | 3,148.00 |
| m | Baranda metálica de altura 50 cm | 31.480 | 80.000 | 2,518.40 |
| ud | Prueba de carga en Paso superior | 1.000 | 1,200.000 | 1,200.00 |
| m | Viga doble T de 70cm de canto y 70 cm de alas | 124.906 | 280.000 | 34,973.68 |
| m ² | Impermeabilización de tablero de estructura | 240.000 | 12.000 | 2,880.00 |
| TOTAL, APARTADO 4.1.2. Tablero | | | | 68,372.81 |
| TOTAL, SUBCAPÍTULO 4.1. Paso Superior 1 | | | | 297,763.02 |



| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|-----------------|--|-----------|-----------------------|-------------------|
| | SUBCAPÍTULO 4.2. Paso Superior 2 | | | |
| | APARTADO 4.2.1. Estribos | | | |
| m | Tubo de acero de Ø110X6mm | 6.000 | 15.000 | 90.00 |
| m | Tubo de PVC Ø 110 X 4 MM colocado como pasamuros | 8.000 | 6.000 | 48.00 |
| m | Tubo de hormigón poroso Ø100 | 34.900 | 20.000 | 698.00 |
| m ² | Geotextil como elemento separador. Grupo 0 | 72.243 | 1.000 | 72.24 |
| m ³ | Relleno de material drenante | 126.741 | 18.000 | 2,281.34 |
| m ² | Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante | 65.543 | 15.000 | 983.15 |
| m ³ | Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados | 54.600 | 20.570 | 1,123.12 |
| m ² | Encofrado con madera machihembrada | 171.305 | 25.000 | 4,282.63 |
| m ² | Encofrado recto | 18.129 | 18.000 | 326.32 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 330.945 | 3.000 | 992.84 |
| m ² | Muro de escamas prefabricadas, altura 6 - 9 m | 631.934 | 90.000 | 56,874.06 |
| m | Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1000 mm de diámetro con entubación recuperable | 314.000 | 273.000 | 85,722.00 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 27.414 | 70.750 | 1,939.54 |
| m ³ | Hormigón HA-30/P/25/Illa procedente de central, puesto en obra mediante bombeo | 140.214 | 98.660 | 13,833.51 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 12324.183 | 0.850 | 10,475.56 |
| dm ³ | Apoyo de neopreno zunchado | 59.400 | 35.000 | 2,079.00 |
| ud | Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | 9.000 | 600.000 | 5,400.00 |
| ud | Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | 9.000 | 100.000 | 900.00 |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 210.090 | 4.000 | 840.36 |
| m ³ | Hormigón HM-20/B/25/Illa procedente de central puesto en obra mediante vertido | 4.864 | 78.500 | 381.82 |
| m ³ | Suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación | 6986.625 | 13.000 | 90,826.13 |
| m | Junta de neopreno armado con 80 mm de movimiento máximo permitido | 34.900 | 300.000 | 10,470.00 |
| | TOTAL, APARTADO 4.2.1. Estribos | | | 290,639.61 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|----------|-----------------------|---------------|
| | APARTADO 4.2.2. Tablero | | | |
| m | Viga doble T de 70cm de canto y 70 cm de alas | 137.018 | 280.000 | 38,365.04 |
| m ² | Losa prefabricada de 5cm de espesor, con armadura de conexión | 255.141 | 40.000 | 10,205.64 |
| m ³ | Hormigón HA-30/P/25/Illa procedente de central, puesto en obra mediante bombeo | 56.970 | 98.660 | 5,620.66 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 9069.411 | 0.850 | 7,709.00 |
| m | Imposta prefabricada de 64.5 cm de radio con cemento y árido de color | 39.627 | 70.000 | 2,773.89 |



Continuación. APARTADO 4.2.2. Tablero

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|----------|-----------------------|-------------------|
| m | Barrera de hormigón de altura 86 cm | 39.627 | 100.000 | 3,962.70 |
| m | Baranda metálica de altura 50 cm | 39.627 | 80.000 | 3,170.16 |
| ud | Prueba de carga en Paso superior | 1.000 | 1,200.000 | 1,200.00 |
| m ² | Impermeabilización de tablero de estructura | 270.000 | 12.000 | 3,240.00 |
| | TOTAL, APARTADO 4.2.2. Tablero | | | 76,247.09 |
| | TOTAL, SUBCAPÍTULO 4.2. Paso Superior 2 | | | 366,886.70 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD AD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|-------------|-----------------------|-------------------|
| | SUBCAPÍTULO 4.3. Estructura Mixta | | | |
| | APARTADO 4.3.1. Estribos | | | |
| | SUBAPARTADO 4.3.1.1. Estribo 1 | | | |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 408.000 | 4.000 | 1,632.00 |
| m ³ | Relleno localizado | 310.500 | 3.000 | 931.50 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 27.740 | 70.750 | 1,962.61 |
| m ³ | Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 436.776 | 106.250 | 46,407.45 |
| m | Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1500 mm de diámetro con entubación recuperable | 330.000 | 401.000 | 132,330.00 |
| m | Tubo de acero de Ø110X6mm | 11.200 | 15.000 | 168.00 |
| m | Tubo de PVC Ø 110 X 4 MM colocado como pasamuros | 3.200 | 6.000 | 19.20 |
| m | Tubo de hormigón poroso Ø100 | 26.000 | 20.000 | 520.00 |
| m | Geotextil como elemento separador. Grupo 0 | 85.800 | 1.000 | 85.80 |
| m ³ | Relleno localizado de material drenante | 659.100 | 18.000 | 11,863.80 |
| m ² | Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante | 190.700 | 15.000 | 2,860.50 |
| m ³ | Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados | 5.600 | 20.570 | 115.19 |
| m | Junta de dilatación en obras de hormigón | 19.000 | 30.000 | 570.00 |
| m ² | Encofrado con madera machihembrada | 403.760 | 25.000 | 10,094.00 |
| m ² | Encofrado recto | 109.800 | 18.000 | 1,976.40 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 476.960 | 3.000 | 1,430.88 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 46655.646 | 0.850 | 39,657.30 |
| ud | Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | 10.000 | 600.000 | 6,000.00 |
| ud | Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | 10.000 | 100.000 | 1,000.00 |
| m ³ | Suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación | 1706.250 | 13.000 | 22,181.25 |
| | TOTAL SUBAPARTADO 4.3.1.1. Estribo 1 | | | 281,805.88 |



| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|-----------|-----------------------|-------------------|
| | SUBAPARTADO 4.3.1.2. Estribo 2 | | | |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 1827.500 | 4.000 | 7,310.00 |
| m ³ | Pedraplén | 2635.000 | 2.070 | 5,454.45 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 27.840 | 70.750 | 1,969.68 |
| m ³ | Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 411.150 | 106.250 | 43,684.69 |
| m ³ | Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1500 mm de diámetro con entubación recuperable | 130.000 | 401.000 | 52,130.00 |
| m ³ | Tubo de acero de Ø110X6mm | 13.400 | 15.000 | 201.00 |
| m ³ | Tubo de hormigón poroso Ø100 | 26.000 | 20.000 | 520.00 |
| m ² | Geotextil como elemento separador. Grupo 0. | 101.400 | 1.000 | 101.40 |
| m ³ | Relleno localizado de material drenante | 817.700 | 18.000 | 14,718.60 |
| m ² | Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante | 213.040 | 15.000 | 3,195.60 |
| m ³ | Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados | 5.700 | 20.570 | 117.25 |
| m | Junta de dilatación en obras de hormigón | 20.200 | 30.000 | 606.00 |
| m ² | Encofrado con madera machihembrada | 477.300 | 25.000 | 11,932.50 |
| m ² | Encofrado recto | 109.800 | 18.000 | 1,976.40 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 192.260 | 3.000 | 576.78 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 46312.402 | 0.850 | 39,365.54 |
| ud | Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | 10.000 | 600.000 | 6,000.00 |
| ud | Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | 10.000 | 100.000 | 1,000.00 |
| m ³ | Suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación | 1872.000 | 13.000 | 24,336.00 |
| | TOTAL, SUBAPARTADO 4.3.1.2. Estribo 2 | | | 215,195.89 |
| | TOTAL, APARTADO 4.3.1. Estribos | | | 497,001.76 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|---|------------|-----------------------|---------------|
| | APARTADO 4.3.2. Tablero | | | |
| kg | Acero S 355 J2 G3 en estructura de acero, incluso sujeciones y torres de apoyo provisionales, grúa y resto de medios y operaciones necesarias para la correcta ejecución de la unidad de obra | 362241.820 | 1.500 | 543,362.73 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas | 82381.561 | 0.850 | 70,024.33 |
| m ² | Prelosa de hormigón de 8cm de espesor, con armadura de conexión | 2336.328 | 85.000 | 198,587.88 |
| m ² | Acera de baldosa de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor | 701.600 | 40.000 | 28,064.00 |
| m | Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5 | 350.800 | 15.000 | 5,262.00 |
| m | Imposta prefabricada de 45.5 cm de diámetro con cemento y árido de color, incluyendo chorreado con aire a presión y arena de sílice, y todos los materiales. | 350.800 | 50.000 | 17,540.00 |



Continuación. APARTADO 4.3.2. Tablero

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|----------|-----------------------|-------------------|
| m | Barandilla tipo 8. | 350.800 | 59.740 | 20,956.79 |
| ud | Prueba de carga en viaducto | 1.000 | 2,000.000 | 2,000.00 |
| m ² | Impermeabilización de tablero de estructura | 1929.400 | 12.000 | 23,152.80 |
| m | Junta de neopreno armado con 70 mm de movimiento máximo permitido | 26.000 | 280.000 | 7,280.00 |
| m ³ | Hormigón HA-30/P/25/IIIa procedente de central, puesto en obra mediante bombeo | 593.974 | 98.660 | 58,601.47 |
| | TOTAL, APARTADO 4.3.2. Tablero | | | 974,832.00 |

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|-----------|-----------------------|---------------------|
| | APARTADO 4.3.3. Pilas | | | |
| m ² | Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1000 mm de diámetro con entubación recuperable | 440.000 | 173.000 | 76,120.00 |
| kg | Acero B 500 S en barras corrugadas. | 23389.703 | 0.850 | 19,881.25 |
| m ³ | Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido | 6.627 | 70.750 | 468.86 |
| m ² | Tablestacado metálico perdido de 6 mm de espesor | 2491.200 | 45.000 | 112,104.00 |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 1867.362 | 4.000 | 7,469.45 |
| m ³ | Escollera en base de asiento de obras de fábrica | 1387.029 | 17.890 | 24,813.95 |
| m ³ | Hormigón HA-35/P/25/IIIc +Qa bombeado | 234.717 | 106.250 | 24,938.68 |
| m ² | Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi | 127.020 | 3.000 | 381.06 |
| m ² | Encofrado curvo | 117.429 | 23.000 | 2,700.87 |
| m ² | Encofrado recto | 170.243 | 18.000 | 3,064.37 |
| kg | Acero S 355 J2 G3 en estructura de acero | 2011.171 | 1.500 | 3,016.76 |
| ud | Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares | 12.000 | 600.000 | 7,200.00 |
| ud | Auscultación de pilote mediante método ultrasónico | 12.000 | 100.000 | 1,200.00 |
| m ² | Ejecución de plataforma provisional durante la ejecución de la estructura E-1, incluyendo suministro y extensión de pedraplén, compactación y retirada del mismo, así como todos los medios y operaciones necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra | 2280.000 | 25.000 | 57,000.00 |
| | TOTAL, APARTADO 4.3.3. Pilas | | | 340,359.24 |
| | TOTAL, SUBCAPÍTULO 4.3. Estructura Mixta | | | 1,812,193.01 |



| UNIDAD | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTE DIRECTO TFM (€) | IMPORTE TFM € |
|----------------|--|----------|-----------------------|-------------------|
| | SUBCAPÍTULO 4.4. Muros | | | |
| m ² | Muro de escamas prefabricadas, altura 0 - 6 m | 365.953 | 90.000 | 32,935.77 |
| m ² | Muro de escamas prefabricadas, altura 6 - 9 m | 446.745 | 90.000 | 40,207.05 |
| m ³ | Excavación en zanjas y pozos | 198.199 | 4.000 | 792.80 |
| m ³ | Hormigón HM-20/B/25/IIIa procedente de central puesto en obra mediante vertido | 11.036 | 78.500 | 866.33 |
| m ³ | Suelo seleccionado, incluso extendido, humectación y compactación | 2193.586 | 13.000 | 28,516.62 |
| | TOTAL, SUBCAPÍTULO 4.4. Muros | | | 103,318.56 |
| | TOTAL, CAPÍTULO 4. Estructuras y Muros | | | 2580161.29 |

| DESCRIPCIÓN | COEFICIENTE | IMPORTE TFM (€) |
|--|-------------|-----------------|
| TOTAL, CAPÍTULO 5. Señalización, Balizamiento y Defensas | 0.85 | 78,191.62 |
| TOTAL, CAPÍTULO 6. Recuperación Ambiental | 1.00 | 73,359.96 |
| TOTAL, CAPÍTULO 7. Reposición de servicios afectados | 0.90 | 142,572.27 |
| TOTAL, CAPÍTULO 8. Iluminación | 0.70 | 70,421.36 |
| TOTAL, CAPÍTULO 9. Desvíos provisionales | 1.00 | 42,114.56 |
| TOTAL, CAPÍTULO 10. Varios | 1.00 | 15,000.00 |
| TOTAL, CAPÍTULO 11. Seguridad y Salud | 1.00 | 40,189.47 |

4.3 Estudio Económico

En este apartado se presenta en la Tabla 4.1, el resumen de presupuesto de ejecución material (PEM) del proyecto:

Tabla 4.1: Resumen de presupuesto de ejecución material, PEM del Proyecto

| CAPÍTULO | PEM (€) | PORCENTAJE |
|---|---------------------|------------|
| 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS | 724 985.80 | 15.18 |
| 2 DRENAJE | 186 585.82 | 3.91 |
| 3 FIRMES | 517 243.62 | 10.83 |
| 4 ESTRUCTURAS Y MUROS | 2 826 746.69 | 59.17 |
| 5 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS | 91 990.14 | 1.93 |
| 6 RECUPERACIÓN AMBIENTAL | 73 359.96 | 1.54 |
| 7 REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS | 158 413.63 | 3.32 |
| 8 ILUMINACIÓN | 100 601.94 | 2.11 |
| 9 DESVÍOS PROVISIONALES | 42 114.56 | 0.88 |
| 10 VARIOS | 15 000.00 | 0.31 |
| 11 SEGURIDAD Y SALUD | 40 189.47 | 0.84 |
| TOTAL, EJECUCIÓN MATERIAL (PEM), € | 4 777 231.61 | 100 |



En la Tabla 4.2 se presenta el resumen del Coste Directo (CD) que corresponde a la suma de los presupuestos parciales de los Capítulos estudiados en el trabajo. De esta manera, el coste directo total de la obra será:

Tabla 4.2: Resumen de coste directo total del proyecto en estudio

| CAPÍTULO | | COSTE DIRECTO EUROS | PORCENTAJE |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------|
| 1 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | 615 596.16 | 13.67 |
| 2 | DRENAJE | 172 295.08 | 3.82 |
| 3 | FIRMES | 674 920.71 | 14.98 |
| 4 | ESTRUCTURAS Y MUROS | 2 580 161.29 | 57.28 |
| 5 | SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS | 78 191.62 | 1.74 |
| 6 | RECUPERACIÓN AMBIENTAL | 73 359.96 | 1.63 |
| 7 | REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS | 142 572.27 | 3.16 |
| 8 | ILUMINACIÓN | 70 421.36 | 1.56 |
| 9 | DESVÍOS PROVISIONALES | 42 114.56 | 0.93 |
| 10 | VARIOS | 15 000.00 | 0.33 |
| 11 | SEGURIDAD Y SALUD | 40 189.47 | 0.89 |
| TOTAL, COSTE DIRECTO, € | | 4 504 822.47 | 100.00 |

Se realiza en este apartado un estudio del riesgo asumido por el contratista a la hora de realizar la obra. Los datos a usar para el análisis son los siguientes:

- Plazo de la obra: 20 meses
- Gastos de gestión interna: 40 000.00 €/mes
- Presupuesto de ejecución material del proyecto: 4 777 231.61€
- Coste directo (CD) calculado: 4 504 822.47€
- Gastos generales (GG): 13%
- Beneficio industrial (BI): 6%
- Gastos de Estructura de la empresa: 5% del valor de la venta
- Tasas de Inspección del Gobierno Regional: 4% del Presupuesto de Ejecución Material, afectado por la baja
- Baja realizada por la UTE ACCIONA-SEOP: 18.15%.

Calculamos primero el Coste de Construcción (CC), que es igual al Coste Directo más los Gastos de Gestión Interna (GGI) durante el plazo de ejecución de la obra:

$$\text{Coste de Construcción} = 4\,504\,822.47 + 40\,000.00 \cdot 20 = 5\,304\,822.47 \text{ €}$$

Luego, calculamos la venta sin IVA, que es igual a Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto, afectado por Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) y, por la baja (1-0.1815):

$$\text{Venta} = 4\,777\,231.61 \cdot 1.19 \cdot 0.8185 = 4\,653\,095.25 \text{ €}$$

Los gastos de estructura de la empresa, se toma el 5% del valor de la venta:



$$\text{Gastos de estructura de la empresa} = 4\,653\,095.25 \cdot 0.05 = 232\,654.76 \text{ €}$$

Las tasas de inspección del Gobierno Regional es el 4% del presupuesto de ejecución del material, afectado por la baja (1-0.1815):

$$\text{Tasas de inspección del Gobierno Regional} = 4\,777\,231.61 \cdot 0.04 \cdot 0.8185 = 156\,406.56 \text{ €}$$

Finalmente, el coste total de construcción de la obra será igual al Coste de Construcción, gastos de estructura de la empresa y las Tasas de inspección del Gobierno Regional:

$$\text{Coste total de construcción} = 5\,304\,822.47 + 232\,654.76 + 156\,406.56 = 5\,693\,883.79 \text{ €}$$

El valor del resultado será el riesgo asumido, que es igual a la diferencia del valor de la venta y el coste total de construcción:

$$\text{Resultado} = 4\,653\,095.25 - 5\,693\,883.79 = -1\,040\,788.54 \text{ €}$$

De lo que puede deducirse una previsión de beneficio inexistente, la pérdida es igual a 1 040 788.54 €. Al realizar dicha baja la empresa asume un riesgo en el momento de preparar la oferta, por lo que la empresa por medio de su Jefe de Obra deberá manejar con mucho cuidado para llevar adelante la ejecución de la obra para evitar la pérdida.



5 PROPUESTAS DE MEJORAS ECONÓMICAS

5.1 PROPUESTAS PARA MEJORAR LA SITUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En este proyecto en particular no hay muchas opciones de reducir el Coste Directo, ya que no existe material de obra que puede ser aprovechado en el pedraplén y terraplén, según los estudios geotécnicos son rellenos antrópicos constituidos por sedimentos arenosos y arcillo-limosos, saturados de tipo fangos con abundante materia orgánica y ocasionalmente con fragmentos esqueléticos de fauna y flora.

No obstante, se realizan una serie de propuestas para aproximar el presupuesto de menor riesgo, tomando en cuenta que ninguna de las cuales supone una disminución de la calidad de la obra. Las propuestas para mejorar la situación económica del proyecto se considerarán en los Costes Directos e Indirectos.

1. La plataforma provisional en la estructura mixta E-1, requerida para el pilotaje de la Pila 2, la escollera puede ser nivelada con un material seleccionado proveniente de la excavación, aunque los informes geotécnicos indican que no es un suelo adecuado, pero al tratarse de una plataforma provisional puede utilizarse dicho suelo. Se adopta sólo un 15% de ahorro.

$$\text{Plataforma Provisional} = 57\,000.00 - 57\,000.00 \cdot 0.85 = 8\,550.00 \text{ €}$$

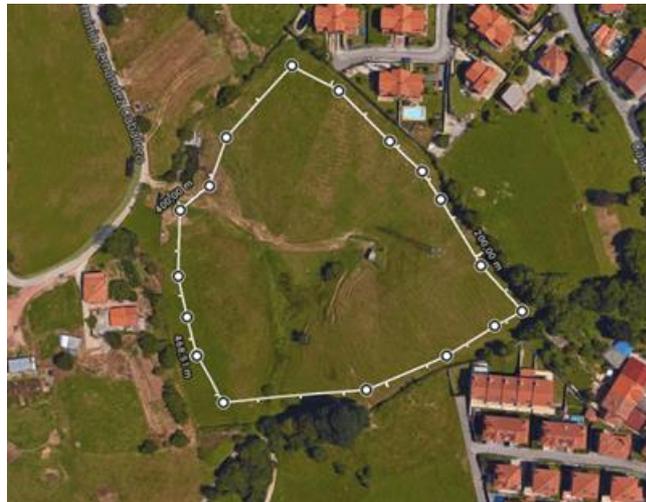
2. Reducción del plazo ejecución de obra, ejecutando la cuarta fase en tres meses, señalización vertical empezar junto con la señalización horizontal y terminar junto con balizamiento y defensas. Asimismo, ejecutar la iluminación junto con señalización vertical, acortar un mes a la recuperación ambiental y la limpieza y acondicionamiento comenzar un mes antes. Ahorro directo de 40 000.00 € en gastos de gestión interna.
3. Para la excavación no clasificada se modifica el rendimiento de la retroexcavadora de $700 \text{ m}^3/\text{día}$ a $800 \text{ m}^3/\text{día}$, designando un operador con mayor experiencia, pero manteniendo los costes horarios de la retroexcavadora y de los vehículos. El nuevo coste unitario será:



$$\text{Coste unitario} = \frac{\text{Coste horario}}{\text{Rendimiento}} = \frac{(80 + 60 \cdot 3 \text{ veh.}) \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{800 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 3.25 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Excavación no clasificada} = 50\,098.613 \cdot 3.71 - 50\,098.613 \cdot 3.25 = 23\,045.36 \text{ €}$$

4. Se ha conseguido un vertedero de residuos no peligrosos cerca de la obra, una finca que tiene acceso por la calle Herminio Fernández Caballero, 55. Con este nuevo vertedero se reduce el tiempo de transporte de material, ya que se encuentra aproximadamente a un 1 km de la obra. Asimismo, se ha pactado con el propietario que posterior al vertido total del material de excavación se repondrá la cubierta vegetal y dejándolo en mejores condiciones, toda la hondonada se rellenará para dejar una superficie plana.



Además, el rendimiento de la retroexcavadora es de 800 m³/día por lo que desde que el camión se posiciona para ser cargado hasta que sale cargado por completo, la excavadora emplea 4 min. La velocidad del camión descargado tiene un valor de 50 km/h mientras que cuando se encuentra cargado circula a una velocidad de 30 km/h.

El número de ciclos que realiza un camión durante la jornada laboral será el siguiente:

$$t = \frac{4 \text{ min}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} + \frac{1 \text{ km}}{50 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{1 \text{ km}}{30 \frac{\text{km}}{\text{h}}} + \frac{1 \text{ min}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} = 0.1367 \frac{\text{hora}}{\text{ciclo}} \rightarrow 7.32 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} \rightarrow 73.20 \frac{\text{ciclos}}{\text{día}}$$

Como el camión tiene una capacidad de caja de 7 m³ el rendimiento del camión será:



$$\text{Rendimiento} = 7 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \cdot 73.20 \frac{\text{ciclos}}{\text{día}} = 512.4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$N_{\text{camiones}} = \frac{\text{Rendimiento de la retro}}{\text{Rendimiento del camión}} = \frac{800 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{512.40 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 1.56 \text{ camiones} \rightarrow 2 \text{ camiones}$$

El equipo de excavación no clasificada y transporte de material estará formado por una retroexcavadora y 2 camiones para el transporte.

El coste unitario del equipo de carga y transporte es:

$$\text{Coste unitario} = \frac{\text{coste horario de maquinaria}}{\text{rendimiento de la maquinaria}} = \frac{(80 \frac{\text{€}}{\text{h}} + 60 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 2) \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{800 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 2.50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Excavación no clasificada} = 50\,098.613 \cdot 3.71 - 50\,098.613 \cdot 2.50 = 60\,619.32 \text{ €}$$

5. En el proyecto de construcción existe un volumen de precarga dentro de la unidad de *Excavación no Clasificada*, este volumen es de préstamo, entonces se ha pensado en utilizar el material excavación en lugar de traer del préstamo, previo a la colocación encima del terraplén será acopiado en un lugar donde no perjudique el avance de la obra. El volumen de precarga es igual a 12 500.00 m³ y su coste unitario es igual a 3.71 €/m³.

$$\text{Coste Precarga} = 12\,500.00 \text{ m}^3 \cdot 3.71 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 46\,375.00 \text{ €}$$

Después de las propuestas anteriores se llega a un ahorro total de:

- Ahorro total = 8 550.0 + 40 000.00 + 23 045.36 + 60 619.32 + 46 375.0 = 178 589.68 €
- CD con mejoras = 4 504 822.47 - 138 589.68 = 4 366 232.79 €
- CI con mejoras de plazo = 800 000.00 - 40 000.00 = 760 000.00 €

Como en el apartado 4.2, se sigue el mismo procedimiento para calcular el resultado final.

Cálculo del Coste de Construcción (CC):

$$\text{Coste de Construcción} = 4\,366\,232.79 + 40\,000.00 \cdot 19 = 5\,126\,232.79 \text{ €}$$

Cálculo de la venta sin considerar el IVA, se mantiene los Gastos Generales (13%), y Beneficio Industrial (6%) y la baja (1-0.1815):



$$\text{Venta} = 4\,777\,231.61 \cdot 1.19 \cdot 0.8185 = 4\,653\,095.25 \text{ €}$$

Los gastos de estructura de la empresa, se toma el 5% del valor de la venta:

$$\text{Gastos de estructura de la empresa} = 4\,653\,095.25 \cdot 0.05 = 232\,654.76 \text{ €}$$

Las tasas de inspección del Gobierno Regional es el 4% del presupuesto de ejecución del material, afectado por la baja (1-0.1815):

$$\text{Tasas de inspección del Gobierno Regional} = 4\,777\,231.61 \cdot 0.04 \cdot 0.8185 = 156\,406.56 \text{ €}$$

Finalmente, el coste total de construcción de la obra será igual al Coste de Construcción, gastos de estructura de la empresa y a las Tasas de inspección del Gobierno Regional:

$$\text{Coste total de construcción} = 5\,126\,232.79 + 232\,654.76 + 156\,406.56 = 5\,515\,294.11 \text{ €}$$

El valor del resultado será el riesgo asumido en este caso es igual a la diferencia del valor de la venta y el coste total de construcción:

$$\text{Resultado} = 4\,653\,095.25 - 5\,515\,294.11 = -862\,198.86 \text{ €}$$

Por lo tanto, se mejoró algo, pero seguimos por encima del presupuesto de adjudicación, que la pérdida sería igual a 862 198.86 €. No obstante, se puede mejorar el coste total de construcción realizando negociaciones con los proveedores de algunos materiales. Asimismo, se seguirá buscando otras mejoras durante la ejecución de la obra.



6 CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES

Para el proyecto de construcción Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Enlace de la Cerrada-Boo de Guarnizo surgen las siguientes conclusiones.

1. El proyecto de construcción se encuentra en una zona de emplazamiento muy crítico, donde todo el volumen de pedraplén y terraplén son en su totalidad de préstamo, el material de excavación son rellenos antrópicos, fangos de marisma con contenidos orgánicos, todos estos materiales no son aprovechables para la conformación del terraplén.
2. El avance de la conformación de la plataforma de la carretera es algo pausado, está condicionado al tratamiento mediante mechas drenantes que son utilizados para acelerar los asientos de consolidación, las mechas drenantes están ubicados entre PK 1+214.77 a PK 1+420.00, una longitud de 205.23 m.
3. La longitud de pilotes entre los planos y mediciones no coinciden, en las mediciones figuran el doble tanto en la estructura mixta como en los Pasos Superiores 1 y 2, si es que se construiría con los indicados en los planos el 50% del coste de los pilotes no cobraría la empresa contratista.
4. El proyecto de construcción no es rentable, la empresa constructora trabajaría a pérdida, el resultado final resulta ser igual a 1 040 788.54€, que es un valor negativo.
5. Proponiendo algunas mejoras para mejorar la situación de la empresa contratista se llega a un valor de 862 198.86€, este valor sigue siendo negativo. Para seguir mejorando es necesario negociar con los proveedores de materiales y también se seguirá buscando otras mejoras durante la construcción de la obra.



7 BIBLIOGRAFÍA

1. Caterpillar (2009) *Manual de Rendimiento Caterpillar*. Editada por Caterpillar Inc., Edición 39. Peoria, Illinois, EE.UU.
2. Gobierno de Cantabria. Consejería de Obras Públicas y Vivienda. Dirección General de Carreteras Vías y Obras, (2005). *Proyecto de Construcción. Nuevo Tramo de la CA-144. Tramo: Enlace de la Cerrada- Boo de Guarnizo*. Cantabria, España.
3. Ministerio de Empleo y Seguridad Social, (2015). *Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores*. BOE núm. 255, de 24 de octubre de 2015. Referencia: BOE-A-2015-11430. Madrid, España.
4. Acebes, L. (2019). *Explotación, Conservación y Mantenimiento de Obras Públicas*. Apuntes de Clase. Universidad de Cantabria. Santander, España.
5. PMI (2008). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOX)*, Cuarta Edición, Pennsylvania, USA.