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

GESTIÓN DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL: CARRETERA CA.144. TRAMO: POLÍGONO DE MORERO-ENLACE DE LIAÑO

TRABAJO FIN DE MASTER

Trabajo realizado por:
Miguel García Balmaseda

Dirigido:
D. Luis Manuel Acebes Escudero

Titulación:
Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Santander, septiembre de 2024

GESTIÓN DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL: CARRETERA CA.144. TRAMO: POLÍGONO DE MORERO-ENLACE DE LIAÑO

AUTOR: MIGUEL GARCÍA BALMASEDA

DIRECTOR: LUIS MANUEL ACEBES ESCUDERO.

TITULACIÓN: MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE 2024

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster consiste en el estudio de la gestión, tanto técnica como económica de la ejecución de un proyecto de construcción, desde el punto de vista de la empresa constructora, más concretamente desde el punto de vista de un Jefe de Obra que tratará de ejecutar la obra ajustándose al presupuesto y plazo de ejecución fijados en la propuesta que ha resultado elegida como ganadora de la licitación.

En concreto el proyecto objeto de este trabajo es el "Proyecto de construcción: Nuevo tramo de carretera CA-144A de conexión entre las autovías S-10 y S-30. Tramo: Polígono de Morero – Enlace Liaño", con un presupuesto de licitación de 17.355.195,66 € IVA incluido y un plazo de ejecución inicial de 30 meses.

Este proyecto surge de la división en dos fases de un proyecto inicial redactado en 2013 que pretendía realizar la conexión de la autovía S-10 con la autovía S-30 en el tramo Crucero de Boo con Liaño que, tras una primera resolución del contrato debida a la detección de una serie de deficiencias presentes en el proyecto y los incrementos de precios en las materias primas, vio obligada a la Administración a realizar un modificado de este en enero de 2023. Esta licitación quedó desierta por no encontrarse el presupuesto adecuado a los precios de ciertas unidades en el momento. Finalmente, en febrero de 2023 se realizó una actualización del presupuesto la cual forma parte del proyecto final el cual será objeto de estudio en este trabajo.

El 24 de julio de 2024 se reúne la Mesa de Contratación con el fin de analizar la información emitida por los participantes en la licitación para finalmente, proponer al Órgano de Contratación la adjudicación del contrato a la licitadora UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L. por un importe de 16.345.123,27 € (IVA incluido), lo que supuso una baja del 5,82%, y con un plazo de ejecución total de treinta (30) meses.

El presente documento se estructura en 4 apartados:

1. Introducción

En este apartado se explica la estructura del TFM, se describe brevemente el proyecto de construcción y se analiza el proceso de licitación que tuvo lugar, obteniendo valores como el coeficiente de adjudicación o la baja.

2. Memoria constructiva

En este documento se describe la obra y los procedimientos constructivos de las unidades de obra más importantes entre los que destacan la ejecución de una precarga previa a la ejecución de uno de los estribos del viaducto, la ejecución de cimentaciones profundas mediante pilotes in – situ y prefabricados y la ejecución del propio viaducto de sección mixta que constituye la pieza principal y más importante del enlace. Además, se incluyen los costes unitarios considerados por la constructora para cada unidad y los rendimientos de estas para obtener los costes totales y su tiempo de ejecución teniendo en cuenta la medición.

Además, se elabora un plan de obra detallado acorde a los tiempos obtenidos y los procedimientos considerados, resultando el plazo de ejecución de la obra de 25 meses, 5 meses menos que el plazo contractual que era de 30 meses.

3. Estudio económico

En este apartado se recoge el análisis del coste total de la obra para la constructora (incluye el coste directo de cada unidad de obra, los gastos de gestión interna, las tasas de inspección o los gastos de estructura) y se compara con la venta. De este modo se obtiene el resultado económico de la obra.

Los resultados obtenidos son:

ESTUDIO ECONÓMICO	
COSTE DIRECTO	**11.794.473,52 €**
Gestión interna	1.200.000,00 €
Tasas de estructura	810.501,98 €
Tasa de gobierno	454.062,73 €
Coste total	**14.259.038,23 €**
Venta	**13.508.366,34 €**
RESULTADO	**- 750.671,89 €**

4. Estudio de alternativas

En este apartado se enumerarán una serie de alternativas para mejorar el resultado obtenido en el apartado anterior reduciendo el coste total de la obra para la empresa. Las alternativas propuestas no pueden comprometer la calidad técnica de la obra.

En la siguiente tabla de muestran las alternativas desarrolladas en el documento y su incidencia en el resultado económico:

RESUMEN DE LAS PROPUESTAS			
PROPUESTA	**VARIACIÓN CD**	**VARIACIÓN PEM**	**REDUCCIÓN GG**
Gestión de residuos en vertederos	**- 22.197,55 €**	-	-
Reutilización de material de desbroce para tierra vegetal	**- 3.408,91 €**	-	-
Empleo de escorias de fundición como material drenante	**- 22.432,45 €**	-	-
Ahorro en material en pilotes de pilas 1 y 2	**- 19.052,02 €**	-	-
Empleo de camisa perdida de chapa en pilotes in - situ	**402.721,20 €**	**704.762,10 €**	-
Reducción del plazo de ejecución	-	-	**200.000,00 €**
TOTAL	**335.630,27 €**	**704.762,10 €**	**200.000,00 €**

Posteriormente al estudio y análisis de estas alternativas, se actualiza el cálculo de nuestro nuevo coste total:

ESTUDIO ECONÓMICO	
COSTE DIRECTO	**12.133.512,71 €**
Gestión interna	1.000.000,00 €
Tasas de estructura	857.893,37 €
Tasa de gobierno	480.612,53 €
Coste total	**14.472.018,61 €**
Venta	**14.298.222,83 €**
RESULTADO	**- 173.795,78 €**

Obtenemos que una vez aplicadas las consideraciones se reducen las pérdidas en 576.876,11 €.

La obtención de un resultado negativo en la fase inicial de la obra es algo completamente normal; de hecho, un resultado así, en fase de licitación, se considera muy aceptable puesto que estas pérdidas se pueden llegar a compensar a lo largo de la ejecución de la obra e incluso obtener beneficio.

CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT: CA.144 ROAD. SECTION: POLÍGONO DE MORERO-LIAÑO INTERCHANGE

AUTHOR: MIGUEL GARCÍA BALMASEDA

DIRECTOR: LUIS MANUEL ACEBES ESCUDERO.

DEGREE: MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

CALL: SEPTEMBER 2024

ABSTRACT

The present Master's Thesis involves the study of both the technical and economic management of the execution of a construction project, from the perspective of the construction company, more specifically from the point of view of a Project Manager who will strive to execute the work in accordance with the budget and the execution timeframe set forth in the winning proposal of the bidding process.

Specifically, the project under study in this thesis is the "Construction Project: New section of road CA-144A connecting the S-10 and S-30 highways. Section: Morero Industrial Estate – Liaño Junction," with a bidding budget of 17,355,195.66 €, including VAT, and an initial execution period of 30 months.

This project arises from the division into two phases of an initial project drafted in 2013, which aimed to connect the S-10 highway with the S-30 highway in the section from Crucero de Boo to Liaño. Following an initial termination of the contract due to the detection of a series of deficiencies in the project and increases in raw material prices, the Administration was compelled to modify the project in January 2023. This tender was declared void because the budget did not align with the prices of certain units at that time. Finally, in February 2023, an updated budget was prepared, which is part of the final project to be studied in this thesis.

On July 24, 2024, the Contracting Committee met to analyze the information submitted by the participants in the bidding process in order to ultimately propose to the Contracting Authority the award of the contract to the bidder UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L., for an amount of 16,345,123.27 € (including VAT), which represented a reduction of 5.82%, and with a total execution period of thirty (30) months.

This document is structured into 4 sections:

1. Introduction

This section explains the structure of the Master's Thesis, briefly describes the construction project, and analyzes the bidding process that took place, obtaining values such as the award coefficient and the reduction.

2. Construction report

This document describes the construction work and the construction procedures of the most important work units, including the execution of a preload before the construction of one of the abutments of the viaduct, the execution of deep foundations using both in-situ and prefabricated piles, and the construction of the viaduct itself with a composite section, which constitutes the main and most important part of the junction. Additionally, it includes the unit costs considered by the construction company for each work unit and their productivity rates to determine the total costs and their execution time based on the measurements.

Furthermore, a detailed work plan is prepared according to the obtained timelines and the considered procedures, resulting in a project execution period of 25 months, which is 5 months less than the contractual period of 30 months.

3. Economic study

This section includes the analysis of the total cost of the project for the construction company (including the direct cost of each work unit, internal management expenses, inspection fees, and overhead costs) and compares it with the sales revenue. This allows for the determination of the economic outcome of the project.

The results obtained are:

ECONOMIC STUDY	
DIRECT COST	**11.794.473,52 €**
Internal management expenses	1.200.000,00 €
Structural taxes	810.501,98 €
Inspection taxes	454.062,73 €
Total cost	**14.259.038,23 €**
Sell Value	**13.508.366,34 €**
RESULT	**- 750.671,89 €**

4. Aternatives

This section will list a series of alternatives to improve the outcome obtained in the previous section by reducing the total cost of the project for the company. The proposed alternatives must not compromise the technical quality of the project.

The following table shows the alternatives developed in the document and their impact on the economic outcome:

SUMMARY OF PROPOSALS			
PRPOSALS	**DC VARIATION**	**MIP VARIATION**	**IM REDUCTION**
Waste management	**- 22.197,55 €**	-	-
Reuse of top soil	**- 3.408,91 €**	-	-
Use of Foundry Slag as Drainage Material	**- 22.432,45 €**	-	-
Material Savings in Piles 1 and 2	**- 19.052,02 €**	-	-
Use of Lost Steel Casing in In-Situ Piles	**402.721,20 €**	**704.762,10 €**	-
Reduction of the execution time	-	-	**200.000,00 €**
TOTAL	**335.630,27 €**	**704.762,10 €**	**200.000,00 €**

Following the study and analysis of these alternatives, the calculation of our new total cost is updated:

ECONOMIC STUDY	
DIRECT COST	**12.133.512,71 €**
Internal management expenses	1.000.000,00 €
Structural taxes	857.893,37 €
Inspection taxes	480.612,53 €
Total cost	**14.472.018,61 €**
Sell Value	**14.298.222,83 €**
RESULT	**- 173.795,78 €**

We find that, once the considerations are applied, the losses are reduced by 576,876.11 €.

Obtaining a negative result in the initial phase of the project is completely normal; in fact, such a result, at the bidding stage, is considered very acceptable since these losses can potentially be offset during the execution of the project and even lead to a profit.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Objeto del trabajo 3

1.2. Hitos del procedimiento de licitación del proyecto de este TFM 3

1.3. Descripción general de la obra 6

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA 8

2.1. Trabajos preliminares 8

2.1.1. Replanteo 9

2.1.2. Tala de árboles 9

2.1.3. Limpieza de caño o tajea 10

2.1.4. Retirada de elementos verticales y farolas 10

2.1.5. Retirada de barrera de seguridad 11

2.1.6. Desbroce del terreno 12

2.1.7. Demolición de firme mediante fresado en frío 13

2.2. Movimiento de tierras 14

2.2.1. Estudio geológico y geotécnico 14

2.2.2. Tratamiento del terreno 17

2.2.3. Excavaciones 22

2.2.4. Rellenos 25

2.2.5. Ejecución del movimiento de tierras 28

2.2.6. Resumen del movimiento de tierras 29

2.3. Ejecución del viaducto 30

2.3.1. Cimentaciones 37

2.3.2. Ejecución de los estribos 46

2.3.3. Ejecución de las pilas 50

2.3.4. Viaducto sobre la ría 51

2.3.5. Proceso constructivo del viaducto 53

2.3.6. Ejecución de las pruebas de carga 67

2.4. Firmes y pavimentos 69

2.4.1. Estudio de tráfico 69

2.4.2. Categorización del tráfico del nuevo tramo 70

2.4.3. Sección estructural de los firmes 71

2.4.4. Secciones tipo 75

2.4.5. Ejecución de los firmes 78

2.4.6. Pavimentos 82

2.4.7. Bajada a vía verde *84*
2.5. Drenaje 84
2.5.1. Drenaje longitudinal *85*
2.6. Señalización, balizamiento y defensa 95
2.6.1. Señalización durante las obras *95*
2.6.2. Señalización definitiva, balizamiento y defensas *96*
2.7. Iluminación 101
2.8. Servicios afectados 105
2.8.1. Líneas subterráneas de Viesgo *105*
2.8.2. Redes de saneamiento *107*
2.8.3. Red de alumbrado S-30 *108*
2.8.4. Soterramiento de la línea aérea de alta tensión *109*
2.9. Restauración ambiental 114
2.10. Gestión de residuos 115
2.11. Seguridad y salud 118
2.12. Conservación de la obra durante el período de garantía 118

3. PLAN DE OBRA 120

4. ESTUDIO ECONÓMICO 122

4.1. coste directo por capítulos 124
4.2. Obtención del coste total 132

5. CONSIDERACIONES Y ALTERNATIVAS 134

5.1. Reducción del plazo de ejecución de las obras 134
5.2. Gestión de residuos en vertederos 134
5.3. Reutilización de material de desbroce para tierra vegetal 135
5.4. Empleo de escorias de fundición como material drenante 135
5.5. Ahorro en material en pilotes de pilas 1 y 2 136
5.6. Descuento en acero estructural 137
5.7. Extensión del material filtrante con bulldozer 137
5.8. Empleo de material procedente de excavación en precarga 138
5.9. Empleo de camisa perdida de chapa en pilotes in - situ 138
5.10. Resumen de las propuestas 139
5.11. Nuevo estudio económico 139

6. CONCLUSIONES 141

ANEXO 1: DIAGRAMA DE GANTT 142

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Situación de las obras 7
Figura 2 Punto de replanteo sobre la traza 9
Figura 3 carteles presentes a retirar 11
Figura 4 Zona a desbrozar. Ubicación, estribo 1 12
Figura 5 Trabajos de desbroce 13
Figura 6 Perfil geotécnico del trazado 15
Figura 7 Localización del estribo 2 17
Figura 8 Zona de tratamiento del terreno 18
Figura 9 Mechas drenantes y disposición de estas 19
Figura 10 Fases de la precarga 21
Figura 11 Ubicación de la primera finca 24
Figura 12 Ubicación de la segunda finca 24
Figura 13 Viaducto proyectado 31
Figura 14 Sección transversal tipo cajón 32
Figura 15 Sección transversal tipo doble T 32
Figura 16 Rigidización con distribución en K 33
Figura 17 Sección de los plintos para pilas 1 y 2 34
Figura 18 Alzado de las pilas 3 a 10 36
Figura 19 Planta del estribo 1. Distribución de la cimentación 37
Figura 20 Sección de la armadura del pilote 38
Figura 21 Ejemplo de ejecución del ensayo cross – hole 39
Figura 22 Planta del estribo 2. Distribución de la cimentación 40
Figura 23 Armado de pilotes prefabricados 41
Figura 24 Ejemplo de hincado de pilotes y disposición de pilotes para su empalme 42
Figura 25 Planta de las pilas 1 y 2. Distribución de la cimentación 43
Figura 26 Ubicación de las pilas 1 y 2 44
Figura 27 Disposición de las penínsulas 44
Figura 28 Planta de las pilas 3 a 10. Distribución de la cimentación 45

Figura 29 Alzado del estribo 1 47
Figura 30 Alzado del estribo 2 48
Figura 31 Sección del estribo 49
Figura 32 Armado de las pilas 1 y 2 51
Figura 33 Sección tipo de la prelosa 52
Figura 34 Sección tipo de la losa 53
Figura 35 Fase 1 de ejecución del viaducto 54
Figura 36 Fase 2 de ejecución del viaducto 55
Figura 37 Planta de la cimentación del apeo provisional 56
Figura 38 Fase 3 de ejecución del viaducto 57
Figura 39 Fase 4 de ejecución del viaducto 58
Figura 40 Fase 5 de ejecución del viaducto 59
Figura 41 Fase 6 de ejecución del viaducto 60
Figura 42 Fase 7 de ejecución del viaducto 61
Figura 43 Fase 8 de ejecución del viaducto 62
Figura 44 Fase 9 de ejecución del viaducto 63
Figura 45 Fase 10 de ejecución del viaducto 64
Figura 46 Fase 11 de ejecución del viaducto 65
Figura 47 Fase 12 de ejecución del viaducto 66
Figura 48 Dimensiones y cargas por eje de los camiones empleados en la prueba de carga. 67
Figura 49 Explanada tipo E25 73
Figura 50 Secciones tipo sobre la planta 75
Figura 51 Sección tipo A-A 76
Figura 52 Sección tipo C-C 76
Figura 53 Sección tipo viaducto 77
Figura 54 Sección tipo caminos rurales 77
Figura 55 Sección tipo acera 82
Figura 56 Sección tipo acera con bordillos 83
Figura 57 Disposición de la bajada vía verde 84

Figura 58 Elementos del drenaje longitudinal 86
Figura 59 Sección cuneta de hormigón tipo VA-125..... 87
Figura 60 Sección cuneta de hormigón tipo VT-150..... 88
Figura 61 Arqueta de hormigón para desagüe de cunetas 92
Figura 62 Sumidero en colocado en tablero..... 93
Figura 63 Rigola de hormigón en el tablero 94
Figura 64 Medición de la rigola de hormigón 95
Figura 65 Zonas de afección al tráfico 96
Figura 66 Señalización en la glorieta 3 y tronco 98
Figura 67 Señalización en la glorieta 4 y tronco 99
Figura 68 Detalle de la barandilla metálica 100
Figura 69 Sección de la barrera en el viaducto.....100
Figura 70 Montaje de la barrera de seguridad Normal/N2/W5/A 101
Figura 71 Detalle de los puntos de luz 102
Figura 72 Detalle de los proyectores de iluminación artística 103
Figura 73 Sección de zanja tipo 103
Figura 74 Disposición en planta del alumbrado 104
Figura 75 En verde, ubicación de la nueva línea eléctrica subterránea 106
Figura 76 Ubicación de la red eléctrica existente.....107
Figura 77 En morado, ubicación de la red de saneamiento 108
Figura 78 Ubicación de la red de alumbrado 108
Figura 79 Centro de transformación presente 109
Figura 80 Ubicación de la línea de alta tensión 109
Figura 81 Soterramiento de la red aérea de alta tensión 110
Figura 82 Estado actual del apoyo 111
Figura 83 Planta de la cimentación.....112
Figura 84 Sección del encepado.....113
Figura 85 Integración ambiental 115
Figura 86 Fincas seleccionadas como vertedero 135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valoración de las propuestas conforme a los criterios de juicio de valor 4
Tabla 2 Oferta económica y ampliación del plazo de garantía 5
Tabla 3 Valoración de las propuestas conforme a los criterios de aplicación de fórmulas . 5
Tabla 4 Puntuación obtenida en los diferentes criterios y puntuación total 5
Tabla 5 Clasificación de las ofertas por orden decreciente de puntuación 6
Tabla 6 Baja y Coeficiente de Adjudicación 6
Tabla 7 Capas de terreno sobre los estribos 16
Tabla 8 Capas de terreno sobre las pilas 16
Tabla 9 Volúmenes a excavar en cada zona 23
Tabla 10 Volumen de rellenos en el tronco 26
Tabla 11 Volumen de rellenos en la precarga 26
Tabla 12 Volumen de rellenos en el camino 1 26
Tabla 13 Volumen de rellenos en el camino 3 27
Tabla 14 Longitud de los pilotes hincados pilas 3 a 10 46
Tabla 15 IMD obtenida en proyecto completo 69
Tabla 16 IMD para el proyecto del enlace 69
Tabla 17 Categorías de tráfico según la 6.1-IC 70
Tabla 18 IMD e IMDp de proyecto 70
Tabla 19 Categorías de tráfico según la norma del País Vasco 71
Tabla 20 Categorías de explanada 72
Tabla 21 Secciones de firme para explanada E25 según la categoría de tráfico 73
Tabla 22 Categorías de explanada mejorada 73
Tabla 23 Medición de cunetas de hormigón tipo VA-125 87
Tabla 24 Medición de cunetas de hormigón tipo VT-150 89
Tabla 25 Medición del trasdosado de cuneta 90
Tabla 26 Medición de la bajante prefabricada 91
Tabla 27 Marcas viales empleadas 97

Tabla 28 Servicios afectados 105
Tabla 29 Estimación de los residuos generados 117
Tabla 30 Estimación del coste total de los residuos 117
Tabla 31 Cuadro de precios de hormigones 122
Tabla 32 Precios de áridos 123
Tabla 33 Presupuesto para pilotes prefabricados hincados 127
Tabla 34 Gestión de residuos 134

1. INTRODUCCIÓN

El origen de este proyecto viene fomentado a través de un estudio informativo realizado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento en el año 1993, un estudio en el cual se planteó una nueva conexión entre la carretera N-635, actual autovía S-10, y la ronda de la comarca de la bahía de Santander, autovía S-30. El estudio informativo fue sometido al proceso de evaluación de impacto ambiental, que dio como resultado la "Declaración de Impacto Ambiental aprobatoria, con condiciones".

A este estudio se le suma la redacción de un proyecto de construcción en el mes de mayo de 2012. El Servicio de Proyectos y Obras redactó el proyecto de trazado "Nueva carretera CA-144A, conexión de N-635 con la autovía ronda de la comarca de la bahía de Santander, p.k. 1+650 al p.k. 3+350. Tramo: Crucero de Boo - Liaño. Clave: 4/12-5/10".

Con el fin de llevar a cabo la ejecución de este proyecto, la Dirección General de Obras Públicas redactó el proyecto de construcción de este nuevo tramo tomando como base el proyecto de trazado. Para ello se dio traslado al Servicio de Proyectos y Obras, el día 29 de enero de 2013, con el fin de establecer las características de la obra a proyectar, que son las mismas que las del proyecto de trazado, que, resumidas, son las siguientes. Se trata de un proyecto de construcción que establece la conexión de la autovía S-10 con la autovía S-30 en el tramo Crucero de Boo con Liaño. La obra a proyectar se trata de una carretera autonómica primaria proyectada para una velocidad de proyecto de 60 km/hora, la carretera se ejecutará sobre una plataforma de 10 metros de ancho los cuales se corresponden con dos carriles de 3,5 metros y dos arcenes de 1,50 metros de ancho.

Una vez se redactó el proyecto de ejecución de todo el tramo de la nueva carretera, la Dirección General de Obras Públicas decidió llevar a cabo la ejecución de esta nueva carretera en dos fases: una primera correspondiente al tramo comprendido entre el Crucero de Boo y el Polígono de Morero, cuya ejecución ya está finalizada y en uso, y una segunda entre el Polígono de Morero y la autovía S-30. Este trabajo se centra exclusivamente en la gestión del proyecto de esta segunda fase.

Para la ejecución de esta segunda fase, se precisó de la redacción de un proyecto desglosado en el que se recoge la parte nueva de la carretera que se pretende ejecutar en la segunda fase del Proyecto de Construcción redactado en 2012 que comprende la totalidad del trazado.

Las obras del Proyecto "Desglosado nº2 del proyecto de construcción de "Nueva carretera de conexión de la autovía S-10 con la autovía S-30. P.K.2,750 al P.k. 3,350. Tramo: Polígono de Morero- Liaño", fueron adjudicadas a la Unión Temporal de Empresas ASCAN EMPRESA CONSTRUCTORA Y DE GESTIÓN, S.A. – DRAGADOS, S.A. (U.T.E. MORERO – LIAÑO), mediante Resolución del Consejero de Obras Públicas, Ordenación del Territorio y Urbanismo, de fecha 26 de agosto de 2020, por un importe de 6.438.488,30 € y un plazo de ejecución de 24 meses.

Durante la fase de licitación y adjudicación de la obra, se detectaron una serie de deficiencias presentes en el proyecto, estas deficiencias correspondían a una serie de servicios afectados no previstos, entre ellos una línea eléctrica aérea de alta tensión propiedad de ADIF y en la localización de la pila 1 del viaducto, una serie de canalizaciones correspondientes a saneamiento y red eléctrica. Además de estos servicios afectados no contemplados, se detectaron una serie de defectos de medición los cuales aparecían en el proyecto como estimados, pero de forma incorrecta. Estas deficiencias motivaron a la Dirección General de Obras Públicas, la realización de una subsanación de estos defectos, para ello, se emitió una solicitud de redacción del proyecto con fecha de 23 de julio de 2021, para que el proyecto quedara actualizado, incorporando y corrigiendo todas las deficiencias detectadas.

El 30 de octubre de 2021 el Órgano de Contratación acordó resolver el contrato de obras, ante la imposibilidad de cumplir la prestación en los términos inicialmente pactados, tras constatarse unos incrementos de precios en las materias primas que, sumados a los excesos recogidos en el Proyecto Modificado, excedían de los límites bajo los que es posible asumir tales variaciones mediante la modificación del contrato.

Tras estos sucesos y aprovechando las demandas de los municipios aledaños, que solicitaban una ampliación de la calzada para poder incluir un área de circulación peatonal y ciclista, la Dirección General de Obras Públicas, autoriza, a fecha 30 de noviembre de 2021, la redacción de un estudio de alternativas para el tramo a estudio, incorporando los nuevos tráficos demandados y resolviendo los problemas detectados en los proyectos precedentes, tanto desde el punto de vista formal como constructivo.

Tras la realización del estudio y obtenidas una serie de conclusiones, el 25 de marzo de 2022 se autoriza la redacción del nuevo proyecto "NUEVO TRAMO DE CARRETERA CA-1XX DE CONEXIÓN ENTRE LAS AUTOVÍAS S-10 Y S-30. TRAMO: POLÍGONO MORERO-ENLACE DE LIAÑO". Este proyecto salió a licitación el 20 de enero de 2023, con un importe de 14.112.797,41€, del orden de dos veces mayor al presupuesto acordado inicialmente.

Una vez finalizado el plazo de presentación de ofertas, no se recibió ninguna propuesta, por lo que la licitación quedó desierta.

Tras un análisis de las causas que pudieron provocar esta falta de licitadores, se llegó a una conclusión final de que algunos precios de ciertas unidades habían experimentado una gran subida desde que se realizó el proyecto hasta la fecha de licitación. En concreto, destaca la subida del importe de kg de acero estructural, una de las unidades más importantes del proyecto teniendo en cuenta que se trata de un viaducto de sección mixta y que se contemplan un total de 1.300.645,80 kg a emplear en este proyecto. Esta unidad experimentó una subida de precio tal, que el valor del kg de acero en el PEM pasó de 3,10 €/kg a 4,10 €/kg lo que supuso una subida de más del 30%

Finalmente, el 24 de febrero de 2023, el Gobierno de Cantabria solicitó una actualización del presupuesto del proyecto el cual establece un importe final de 17.634.710,77 €. Esta actualización forma parte del proyecto final el cual será objeto de estudio en este trabajo.

1.1. OBJETO DEL TRABAJO

El presente Trabajo Fin de Máster, "NUEVO TRAMO DE CARRETERA CA-144A DE CONEXIÓN ENTRE LAS AUTOVÍAS S-10 Y S-30. TRAMO: POLÍGONO MORERO-ENLACE DE LIAÑO". Clave: 46/21 6/10, tiene como objetivo el estudio y la gestión de proyecto basándose en la realización de los siguientes apartados:

- Memoria constructiva de las obras en la cual se describirán los procesos constructivos a desarrollar para la ejecución de las actividades más importantes a realizar en el proyecto.
- Planificación de las obras, justificando la viabilidad de realizar la obra en el plazo establecido.
- Realización de un estudio económico en el cual se hará un análisis del coste de las diferentes unidades de obra que conforman el presupuesto.
- Análisis de los resultados obtenidos junto con un planteamiento de una serie de alternativas a incorporar que puedan suponer una oferta más atractiva a presentar o que implique un menor riesgo asumido por parte de la empresa constructora a la hora de hacer la oferta.

1.2. HITOS DEL PROCEDIMIENTO DE LICITACIÓN DEL PROYECTO DE ESTE TFM

Tras haber expuesto el recorrido de este proyecto desde que se creó hasta su versión final, se comentan brevemente los hitos por los que ha ido pasando la licitación desde que se publicó el anuncio de licitación hasta su estado actual.

A fecha 12 de agosto de 2023, se aprueba el proyecto denominado "NUEVO TRAMO DE CARRETERA CA-144A DE CONEXIÓN ENTRE LAS AUTOVÍAS S-10 Y S-30. TRAMO: POLÍGONO DE MORERO – ENLACE DE LIAÑO".

El día 13 de diciembre de 2023 se publica el Anuncio de Licitación en la Plataforma de Contratación del Sector Público el cual contiene información básica como el tipo de contrato, el valor estimado del contrato, plazo de ejecución, características de la licitación, entidad adjudicadora y plazo de presentación de ofertas. A este anuncio se le suma la publicación del Proyecto de construcción y el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares. Junto a lo que serían estos dos documentos principales para la licitación, se adjuntan una nota informativa sobre el sobre B, la cual aclara que hacer en caso de no poder presentarse electrónicamente, y una corrección a la memoria la cual propone una modificación de las anualidades y una variación en el importe de las expropiaciones.

El 17 de enero de 2024 se publica la composición de la Mesa de Contratación. Ese mismo día, se publica el listado de licitadores, compuesto por:

- UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PÚBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.
- UTE SIECSA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS, S.A.U. – VIAS Y CONSTRUCCIONES DEL NORTE, S.L.
- UTE ACCIONA CONSTRUCCIÓN, S.A. – TEDCON INTEGRAL, S.L.
- UTE DRAGADOS, S.A. – TALLERES METÁLICOS DINAMETAL, S.L.U.

Es mismo día se procede a la apertura del sobre A el cual contiene la documentación administrativa. Tras esta apertura la Mesa de Contratación solicita a una serie de empresas presentar distinta documentación para poder seguir en el proceso de selección.

El 28 de mayo de 2024, se emite un comunicado en el cual la Mesa de Contratación determina que las distintas solicitudes realizadas se han presentado correctamente y que se remite la documentación técnica al técnico del Órgano de Contratación para la valoración conforme con los criterios de adjudicación dependientes de un juicio de valor.

El 24 de julio de 2024 se reúne la Mesa de Contratación a efectos de analizar el informe emitido por el Jefe de Servicio y el Ingeniero Coordinador de Proyectos y Obras de la Dirección General de Obras Públicas, de fecha 1 de julio de 2024, asistiendo ambos al acto de la Mesa sin formar parte de la misma, a los efectos de aclarar a los miembros de la Mesa las cuestiones que se estimen oportunas sobre su informe, relativo a la valoración de los criterios de adjudicación aplicables a los aspectos de la oferta cuya ponderación depende de un juicio de valor, indicados en la cláusula M) del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, con el siguiente resultado:

EMPRESA	MEMORIA DESCRIPTIVA	PLAN DE CALIDAD	ANÁLISIS MEDIAOMBIENTAL	TOTAL
UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.	28,00	6,50	6,50	41,00
UTE SIECSA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS, S.A.U. – VÍAS Y CONSTRUCCIONES DEL NORTE, S.L.	23,00	6,50	5,50	35,00
UTE ACCIONA CONSTRUCCIÓN, S.A.– TEDCON INTEGRA, S.L.	25,50	7,00	6,50	39,00
UTE DRAGADOS, S.A. – TALLERES METÁLICOS DINAMETAL, S.L.U.	20,50	7,50	6,00	34,00

Tabla 1 Valoración de las propuestas conforme a los criterios de juicio de valor

A continuación, se procede al descifrado, apertura y lectura del sobre C, que contiene las propuestas económicas por las empresas licitadoras, con el siguiente resultado:

EMPRESA	OFERTA (IVA incluido)	AMPLIACIÓN PLAZO GARANTÍA
UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.	16.345.123,27 €	18+12
UTE SIECSA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS, S.A.U. – VÍAS Y CONSTRUCCIONES DEL NORTE, S.L.	16.808.507,00 €	18+12
UTE ACCIONA CONSTRUCCIÓN, S.A.– TEDCON INTEGRA, S.L.	15.893.888,19 €	18+12
UTE DRAGADOS, S.A. – TALLERES METÁLICOS DINAMETAL, S.L.U.	16.647.103,67 €	18+12

Tabla 2 Oferta económica y ampliación del plazo de garantía

Seguidamente, se procede a valorar las propuestas económicas en aplicación de los criterios de adjudicación evaluables mediante aplicación de fórmulas que establece la cláusula M) del PCAP, resultando la siguiente puntuación:

EMPRESA	PROPOSICIÓN ECONÓMICA	AMPLIACIÓN PLAZO GARANTÍA
UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.	43,76	10,00
UTE SIECSA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS, S.A.U. – VÍAS Y CONSTRUCCIONES DEL NORTE, S.L.	42,55	10,00
UTE ACCIONA CONSTRUCCIÓN, S.A.– TEDCON INTEGRA, S.L.	45,00	10,00
UTE DRAGADOS, S.A. – TALLERES METÁLICOS DINAMETAL, S.L.U.	42,96	10,00

Tabla 3 Valoración de las propuestas conforme a los criterios de aplicación de fórmulas

A continuación, el técnico designado por el Órgano de Contratación informa de la puntuación total obtenida por las empresas licitadoras, en aplicación de los criterios de adjudicación dependientes de juicio de valor y de los criterios evaluables mediante fórmulas previstos en la cláusula M) del PCAP:

EMPRESA	PUNTUACIÓN C. SUBJETIVOS	PUNTUACIÓN C. OBJETIVOS	TOTAL
UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.	41,00	53,76	94,76
UTE SIECSA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS, S.A.U. – VÍAS Y CONSTRUCCIONES DEL NORTE, S.L.	35,00	52,55	87,55
UTE ACCIONA CONSTRUCCIÓN, S.A.– TEDCON INTEGRA, S.L.	39,00	55,00	94,00
UTE DRAGADOS, S.A. – TALLERES METÁLICOS DINAMETAL, S.L.U.	34,00	52,96	86,96

Tabla 4 Puntuación obtenida en los diferentes criterios y puntuación total

A la vista de lo anterior, la Mesa de Contratación, previa deliberación, acuerda proponer al Órgano de Contratación la clasificación de las ofertas por orden decreciente de puntuación, con el siguiente resultado:

EMPRESA	TOTAL
UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.	94,76
UTE SIECSA, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS, S.A.U. – VÍAS Y CONSTRUCCIONES DEL NORTE, S.L.	94,00
UTE ACCIONA CONSTRUCCIÓN, S.A.– TEDCON INTEGRA, S.L.	87,55
UTE DRAGADOS, S.A. – TALLERES METÁLICOS DINAMETAL, S.L.U.	86,96

Tabla 5 Clasificación de las ofertas por orden decreciente de puntuación

Adicionalmente, la Mesa de Contratación, previa deliberación, acuerda Proponer al Órgano de Contratación la adjudicación del contrato a la licitadora UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L. por un importe de 16.345.123,27 € (IVA incluido), con un plazo de ejecución total de treinta (30) meses, contados a partir del día siguiente al de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo con resultado viable. El plazo de garantía total, como resultado de la ampliación ofertada por la empresa será de treinta (30) meses.

Por todo ello, se va a trabajar sobre los resultados de la oferta más ventajosa. A partir de ellos, se obtienen los siguientes datos:

BAJA	5,820%
COEFICIENTE ADJUDICACIÓN	0,9418

Tabla 6 Baja y Coeficiente de Adjudicación

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

Este proyecto tiene como objeto la finalización de las obras de conexión de la autovía S-10 con la autovía S-30.

Tras las obras realizadas en el año 2020 correspondientes a la ejecución de los P.K. 1+650 a P.K. 2+750 denominados como "tramo: Crucero de Boo – Polígono de Morero", este documento trata las actuaciones a realizar para finalizar la conexión entre autovía. Este enlace final se denomina como "tramo: Polígono de Morero – Enlace Liaño".

Para la realización de esta conexión final se plantea la ejecución de un nuevo tramo de carretera de longitud 619,125 m el cual comienza en el P.K. 1+100, una vez superada la glorieta que sirve de conexión con el Polígono de Morero (glorieta 3) y concluye en una de las glorietas del enlace de Liaño de la autovía S-30. Tiene como principal elemento singular un viaducto de unos 427m de longitud (p.k. 1+246.521 al p.k. 1+674.201), que atraviesa la ría de Solía.

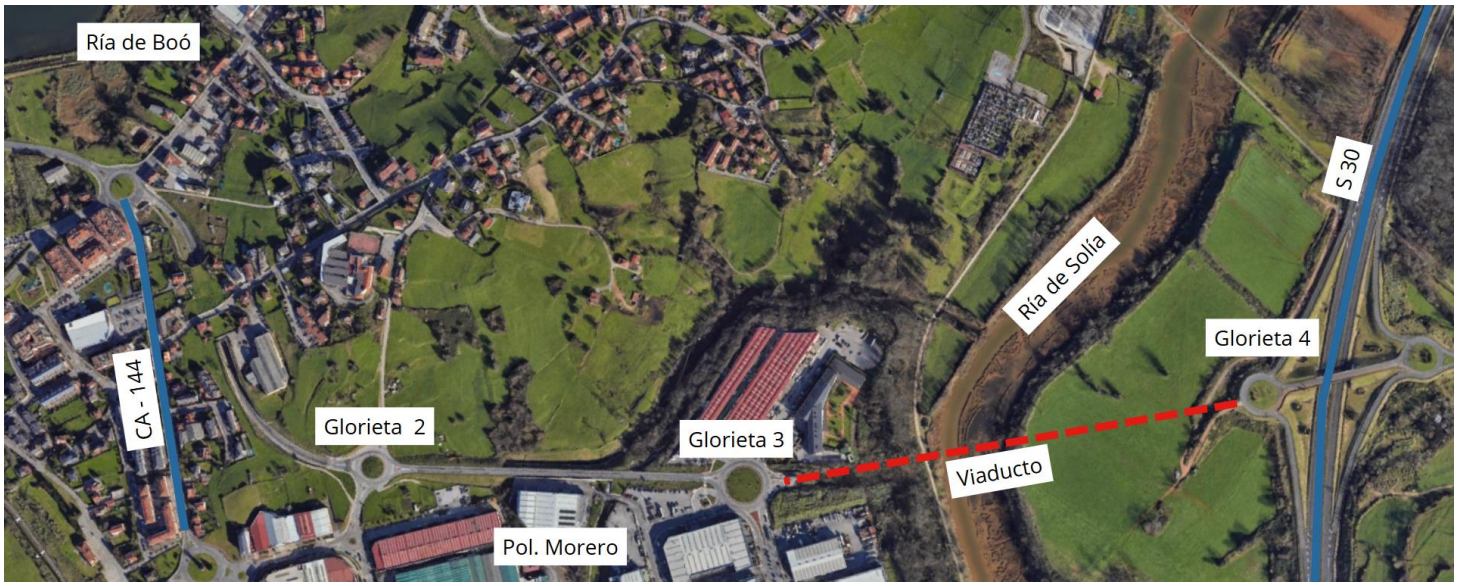


Figura 1 Situación de las obras

El nuevo tramo de carretera proyectado tiene las características establecidas en la Orden de Estudio: una sola calzada y una velocidad de proyecto de 60 km/hora.

En cuanto al viaducto a proyectar, se plantea una sección compuesta por 2 carriles, uno por cada dirección, y una acera compartida entre peatones y ciclistas por un único lado de la calzada.

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

El objetivo de la presente memoria constructiva consiste en describir, de manera detallada, el proceso constructivo de cada una de las actividades a realizar en el proyecto "NUEVO TRAMO DE CARRETERA CA-144A DE CONEXIÓN ENTRE LAS AUTOVÍAS S-10 Y S-30. TRAMO: POLÍGONO DE MORERO – ENLACE DE LIAÑO".

Previo al comienzo de la obra, el Jefe de Obra deberá lleva a cabo la realización de una serie de actividades que fomentarán y ayudarán al correcto desarrollo de la misma, entre estas actividades, destacan las siguientes:

- Revisión de los documentos que componen el proyecto y comprobación de que no existen incompatibilidades entre ellos.
- Comprobación del estado actual de los terrenos, verificando que el descrito en el proyecto coincide con el real.
- Análisis de los permisos necesarios para el desarrollo de la obra y, en caso de ser necesario, realización de las solicitudes necesarias.
- Asimilación del concepto de la obra y el planeamiento general de la misma.
- Análisis de mejoras del proyecto.
- Realización de estudios previos pertinentes.

El Jefe de Obra deberá presentar un Estudio Económico de la obra a su empresa, en el que se analicen los costes de cada unidad de obra y rendimientos de ejecución esperados para estimar el coste total de ejecución de la obra. Además, deberá redactar y entregar los siguientes documentos a la Dirección de Obra:

- Plan de Obra: planificación detallada de la previsión temporal de las distintas actividades de la obra justificando la viabilidad del plazo ofertado. Este documento deberá ser entregado a la Dirección de Obra en un plazo máximo de 30 días contados a partir de la formalización del contrato.
- Plan de Aseguramiento de Calidad y Medio Ambiente: documento en el que se definen los cánones de calidad y medio ambiente que regirán el desarrollo de las obras.
- Plan de Seguridad y Salud: adaptación del Estudio de Seguridad y Salud del proyecto a la obra, maquinaria, tecnología y procesos constructivos de la empresa adjudicataria que se emplearán en la ejecución de las obras. Este último documento deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección de Obra de forma previa al inicio de las obras.

2.1. TRABAJOS PRELIMINARES

Previo al inicio de las actividades de movimiento de tierras y los tratamientos necesarios a realizar sobre el terreno, es necesario la realización de una serie de trabajos preliminares que

servirán para delimitar la zona en la que se ejecutarán los distintos trabajos y para preparar el terreno para la realización de dichos trabajos.

2.1.1. Replanteo

El replanteo consiste en trasladar las medidas y otros elementos indicados en los planos al terreno en el que se va a ejecutar la obra. Esta actividad resulta de vital importancia para garantizar la precisión en la ejecución de los trabajos.

Para realizar un correcto diseño en la localización de las bases, se han de tener en cuenta una serie de aspectos, y es que, estas deben cubrir toda la longitud de la obra, asegurando, que la distancia media entre las señales de replanteo varíe entre los 100 metros y no más de 200 metros cuidando que la red establecida cubra todo el dominio de la obra uniendo los horizontes visibles de cada señal.

Figura 2 Punto de replanteo sobre la traza

2.1.2. Tala de árboles

La tala de árboles se define como el conjunto de operaciones necesarias para cortar, destoconar y retirar los árboles de la zona en la que se van a ejecutar las obras.

Los árboles que deben retirarse se cortan con una sierra mecánica, tomando las precauciones necesarias para garantizar las condiciones de seguridad adecuadas. Aquellos que puedan ser aprovechados posteriormente deben ser cortados en longitudes superiores a tres metros y depositados en el lugar designado por el Director de Obra. Los tocones, raíces y demás material no aprovechable se transportan al vertedero. Las oquedades causadas por la extracción de los árboles se rellenan con materiales de la excavación cercanos hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existe, hay que tener en cuenta que la localización de estos árboles coincide con la futura ubicación de la traza.

En este caso, la tala de árboles se realiza mediante métodos manuales, junto con una retroexcavadora y un camión de tres ejes para transportar el material extraído. Se asume un

rendimiento de 5 unidades al día, siendo un total de 15 árboles a retirar, el tiempo de ejecución de la unidad de obra será de 3 días.

En cuanto al coste unitario de la partida, para la retirada de árboles estimamos un coste unitario de 65,00 € la unidad, por lo tanto, el coste de la partida será el siguiente:

$$Coste\ tala\ de\ árboles = 15\ árboles * 65\ {}^{€}/_{ud}\ = 975€$$

2.1.3. Limpieza de caño o tajea

Se define como el conjunto de operaciones necesarias para la adecuación de los caños y tajeas existentes, incluso de sus arquetas adyacentes, con el fin de permitir la correcta evacuación de las aguas.

Se retirarán, mediante el uso de una pala mixta, distintos elementos existentes en las obras de drenaje transversal, como pueden ser restos del desbroce y limpieza, piedras, fangos, tierra u otros materiales que impidan la correcta circulación del agua por esa zona, incluso de sus arquetas adyacentes caso de que existan. Los materiales obtenidos se cargarán en un camión de tres ejes y se mandarán a vertedero. Esta tarea se realizará de manera simultánea con los trabajos de desbroce y despeje del terreno.

El coste estimado de esta partida es de 250,00 €/ud, por lo tanto, el coste de la partida será el siguiente:

$$Coste\ limpieza\ de\ caño\ o\ tajea = 1\ unidad * 250\ {}^{€}/_{ud}\ = 250€$$

2.1.4. Retirada de elementos verticales y farolas

Se define como el conjunto de operaciones necesarias para la eliminación de los carteles, señales verticales, farolas y postes de alumbrado y compañías de distribución de electricidad y telefonía que dificulten la adecuada ejecución de las obras, o que hayan sido dañados durante el período de garantía.

Se incluyen las operaciones de remoción de los elementos y sus cimentaciones, mediante el empleo de una retroexcavadora y la ayuda de un camión pluma para la carga del material y su transporte a vertedero, lugar de empleo o centro de conservación que indique el Director de Obra.

En el caso de un elemento de señalización vertical con un único poste de sustentación, se emplean una pala mixta y un camión de tres ejes.

Teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que deben cumplirse para evitar daños, será necesario sustituir esta señalización por la provisional de obra. Esta tarea se realizará a medida que avance el desbroce del terreno.

Figura 3 carteles presentes a retirar

$$Coste\ Ret.elementos\ señalizacion\ vertical\ 1\ poste = 2\ unidades * 5\ {}^{€}/_{ud}\ = 10€$$

$$Coste\ Ret.ele.señ.vertical\ 2\ o\ más\ postes = 4{,}50\ m^2 * 30\ {}^{€}/_{m^2}\ = 135\ €$$

Para la retirada de las farolas presentes en el trazado a proyectar se hará uso de una retroexcavadora sobre neumáticos que permita extraer la base de las farolas, acompañada por un camión pluma que permita recoger y llevar al punto de acopio estos elementos para su posterior reposición.

$$Coste\ Retirada\ de\ farola\ o\ poste = 2\ unidades * 80\ {}^{€}/_{ud}\ = 160€$$

2.1.5. Retirada de barrera de seguridad

Se define como el conjunto de operaciones necesarias para la eliminación de todas las barreras de seguridad existentes que dificulten la adecuada ejecución de las obras o que hayan sido dañadas durante el período de garantía.

El proceso de retirada consiste en desatornillar, retirar las biondas y, por último, retirar los postes que las sostienen. Una vez desmontadas, los elementos se cargan en un camión pluma y se llevan al gestor autorizado correspondiente.

La maquinaria a emplear es una retroexcavadora y un camión de tres ejes.

$$Coste\ Retirada\ de\ barrera\ de\ seguridad = 20\ m * 3\ {}^{€}/_{m}\ = 60€$$

2.1.6. Desbroce del terreno

Una vez realizadas las actividades de limpieza y retirada de elementos, se debe proceder con el desbroce.

Figura 4 Zona a desbrozar. Ubicación, estribo 1

El desbroce tiene como finalidad la limpieza del terreno por donde discurre la traza, eliminando los árboles, la maleza y el manto vegetal que la cubre. Además, cualquier elemento de cierre de fincas cercanas que afecten a la ejecución de la obra, también se eliminará en esta fase de proyecto.

Este trabajo consiste en la retirada de la primera capa de tierra vegetal del terreno que suele tener un espesor de unos 30 cm variando en función de la zona o el espesor que finalmente exista.

En cuanto a la tierra vegetal, tras retirarla, esta deberá ser acopiada y mantenida en una zona próxima al trazado durante el tiempo que se prolongue la obra para su posterior empleo en las labores de revegetación de taludes y restauración ambiental del entorno y en particular, se reutilizarán en la realización de las bermas.

Los trabajos de desbroce se realizan mediante el empleo de un bulldozer con el que se retira la capa de tierra vegetal hacia los laterales de la pala frontal, donde se recoge mediante una retroexcavadora. Después, mediante un camión de tres ejes, se transporta hasta la zona de acopio o se mantendrá acopiada en formación de cordones al borde de la actuación.

Éste consiste en el acondicionamiento del terreno, eliminando la tierra vegetal y los materiales naturales de mala calidad. Se considera que se debe retirar la tierra vegetal de toda la superficie de las obras en una profundidad tal que incluya el espesor total de tierra vegetal presente.

Figura 5 Trabajos de desbroce

El bulldozer seleccionado tiene un coste de 80 €/h, y un rendimiento de 2.000 m^2 al día, se estimará una jornada de trabajo de 10 horas diarias, de modo que obtenemos el siguiente coste unitario del metro cuadrado de desbroce del terreno:

$$Coste\ unitario\ desbroce = \frac{80\ {}^{€}/_{h} * 10\ {}^{h}/_{día}}{2.000\ {}^{m^2}/_{día}} = 0{,}4\ {}^{€}/_{m^2}$$

La superficie total a desbrozar es de 20.607,48 m^2. El tiempo estimado para las labores de desbroce será el siguiente:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{20.607{,}48\ m^2}{2.000\ {}^{m^2}/_{día}} = 11\ días$$

2.1.7. Demolición de firme mediante fresado en frío

El trabajo de fresado en frío del firme se ejecuta en las uniones de la nueva vía con la ya existente, en el inicio y final del tramo, teniendo en cuenta también intersecciones intermedias con las que puede contar la traza de la obra. Se realizará previo a la colocación de las nuevas mezclas bituminosas en la traza de forma que se garantice una correcta unión entre el firme ya existente y el nuevo, formando así una unión entre tramos mucho más homogénea que evite irregularidades y problemas en la rodadura del tráfico, como puede ser la generación de baches.

La ejecución de este trabajo se lleva a cabo mediante una maquina específica de fresado. A medida que va fresando el antiguo firme, utiliza una serie de cintas para verter los escombros sobre un camión tres ejes que acompaña a la fresadora. Este material será transportado a vertedero.

Este trabajo se deberá realizar en el momento cercano a la realización del firme final tratando así de reducir el tiempo que la calzada existente va a tener un escalón debido al fresado. No es un trabajo preliminar a pesar de encontrarse en este capítulo.

La cantidad de firme a demoler es de 8,6 m^3, esta tarea ocupará apenas un día.

En cuanto al importe de la partida, la demolición firme mediante fresado en frío posee un coste unitario de 35 €/ m^3, por lo tanto, el coste de la partida será el siguiente:

$$Coste\ fresado\ de\ firme = 8{,}60\ m^3 * 35\ {}^{€}/_{m^3} = 301\ €$$

2.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En este apartado se pretende analizar en detalle el movimiento de tierras requerido para la realización de las actividades de desmonte y terraplén descritas en el proyecto, así como del tratamiento del terreno a realizar.

2.2.1. Estudio geológico y geotécnico

Para la correcta comprensión del proceso de ejecución de los trabajos de excavaciones, rellenos y tratamientos del terreno que comprenden el movimiento de tierras, es de gran importancia comprender el tipo de terreno sobre el que se va a asentar el viaducto a ejecutar.

El perfil geotécnico sobre el que se sitúa el trazado del enlace se muestra en la siguiente página.

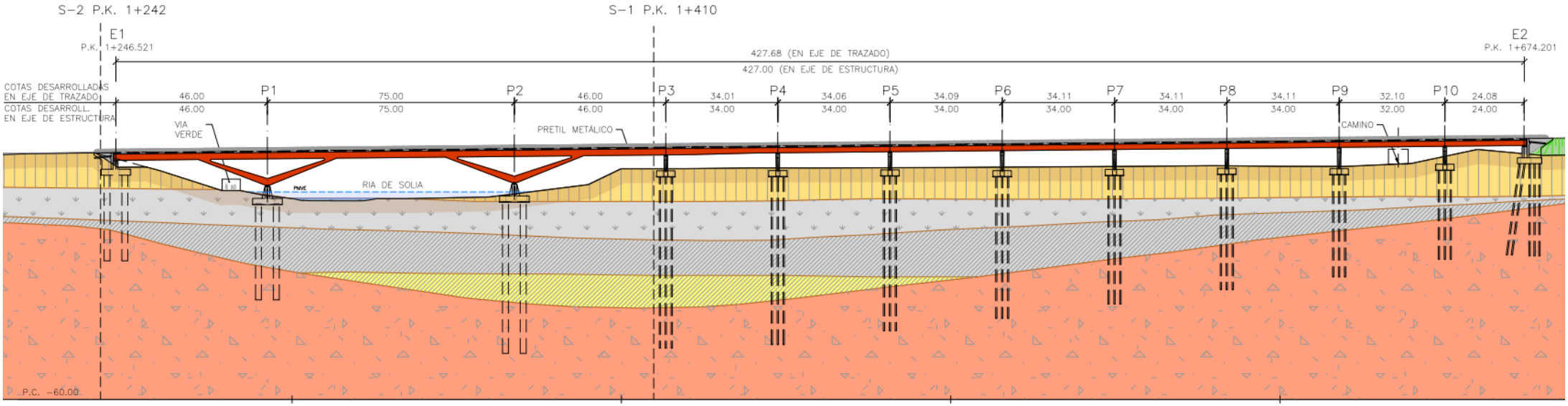


Figura 6 Perfil geotécnico del trazado

Como se muestra en la figura anterior, se han realizado una serie de sondeos con el fin de determinar las capas de material sobre las cuales se asentará la estructura y el espesor de cada una de estas capas.

Para los puntos de especial atención como son los estribos, y las pilas 1 y 2, que son las encargadas de soportar el viaducto a su paso por la ría, se presentan la profundidad y naturaleza de cada una de las capas subyacentes.

En los estribos.

ESTRIBO 1	
Tipo de terreno	**Espesor**
Lodos	0 a 11 m
Arenas flojas	11 a 20 m
Arcillas firmes	20 a 23,5 m
Keuper alterado	23,5 a 26 m
Keuper sano	26 en adelante

ESTRIBO 2	
Tipo de terreno	**Espesor**
Lodos	0 a 10 m
Arenas flojas	10 a 21 m
Arcillas firmes	21 a 32 m
Arcillas muy firmes	32 a 38,1 m
Keuper alterado	38,1 a 44,1 m
Keuper sano	44,1 en adelante

Tabla 7 Capas de terreno sobre los estribos

En las pilas

PILA 1	
Tipo de terreno	**Espesor**
Arenas flojas	0 a 8,1 m
Keuper alterado	8,1 a 14,6 m
Keuper sano	14,6 en adelante

PILA 2	
Tipo de terreno	**Espesor**
Arenas flojas	0 a 11 m
Arcillas firmes	11 a 27 m
Arcillas muy firmes	27 a 37,4 m
Keuper alterado	37,4 a 42,8 m
Keuper sano	42,8 en adelante

Tabla 8 Capas de terreno sobre las pilas

Como se puede ver tanto en las tablas como en la figura anterior, en las zonas donde se ubicarán las pilas, aparecen una capa de lodos de un espesor del orden de unos 10 m, esta capa de lodos corresponde a una serie de depósitos de origen minero procedentes de antiguas balsas de decantación ubicadas sobre la ría, estos lodos mineros consisten en arcillas rojizas, de consistencia muy blanda que presentan una costra en la zona superior de consistencia firme. Bajo estos depósitos superficiales existen suelos de origen aluvial, que llegan a tener espesores máximos de unos 30 metros, formados por capas de arcillas y arenas las cuales terminan en un sustrato rocoso de arcillas mezcladas con yesos del Keuper. Este último sustrato servirá como empotramiento para las cimentaciones profundas a ejecutar.

En el caso del estribo 1, este elemento se coloca directamente sobre los depósitos de lodos de la balsa, dentro de este espesor reconocido de 10 m existe una costra de lodos endurecidos de un espesor de entre 1,60 y 2 m. Esta balsa se atraviesa con rellenos o excavaciones de menos de 1 metro de altura, por lo que la traza no tiene problemas de asientos ni estabilidad. Es muy

importante que los saneos nunca eliminen la costra de los lodos, ya que la consistencia de los lodos bajo la costra, es muy blanda.

En el estribo 2, coinciden las peores condiciones del terreno con rellenos de altura considerable, hasta 7.8 metros. El terreno en sus primeros 10 m, también está formado por lodos mineros, de consistencia muy blanda, excepto una costra superficial, que presenta consistencias firmes. Es por esto que se ha de realizar un tratamiento del terreno que permita acelerar los asientos que se producirán sobre el estribo 2.

2.2.2. Tratamiento del terreno

En suelos blandos en los cuales el terreno se encuentra saturado, si se ejecutara cualquier tipo de estructura como podría ser una carretera, o en este caso un viaducto, el proceso de consolidación del terreno, al encontrase saturado, sería muy lento, tardaría del orden de años en alcanzar la consolidación final y por tanto, se producirían grandes deformaciones sobre el viaducto y los firmes lo cual obligaría a compensar estas deformaciones añadiendo una mayor cantidad de firmes y capas de aglomerado.

Para poder acelerar este proceso de consolidación del terreno, existen distintos métodos capaces de conferir una mayor resistencia al terreno y acelerar el proceso de consolidación de este.

Dentro de todos los métodos posibles, el elegido para ejecutar en este caso, consiste en la realización de una precarga junto con el empleo de mechas drenantes o drenes verticales. El objetivo de este procedimiento, consiste en simular el peso del terraplén y los firmes aplicando una carga temporal mediante el empleo de un terraplén aún mayor de peso equivalente. A este terraplén, se le suma la incorporación de una serie de mechas drenantes insertadas en el terreno, las cuales servirán como guía para la evacuación del agua presente en el terreno. El objetivo final de esta combinación de elementos es acelerar el proceso de consolidación del terreno mejorando significativamente la capacidad portante del suelo y reduciendo así los asentamientos futuros, asegurando la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre él.

Como se ha comentado en el apartado anterior, la zona en la cual se sitúa el estribo 2 precisa de la realización de este tratamiento del terreno.

Figura 7 Localización del estribo 2

Según indica el proyecto, previo a la adjudicación de este se cuenta con una zona la cual ha recibido un tratamiento previo del terreno, esta zona cuenta con mechas drenantes ya ejecutadas y coincide con la ubicación de la rotonda y los caminos rurales.

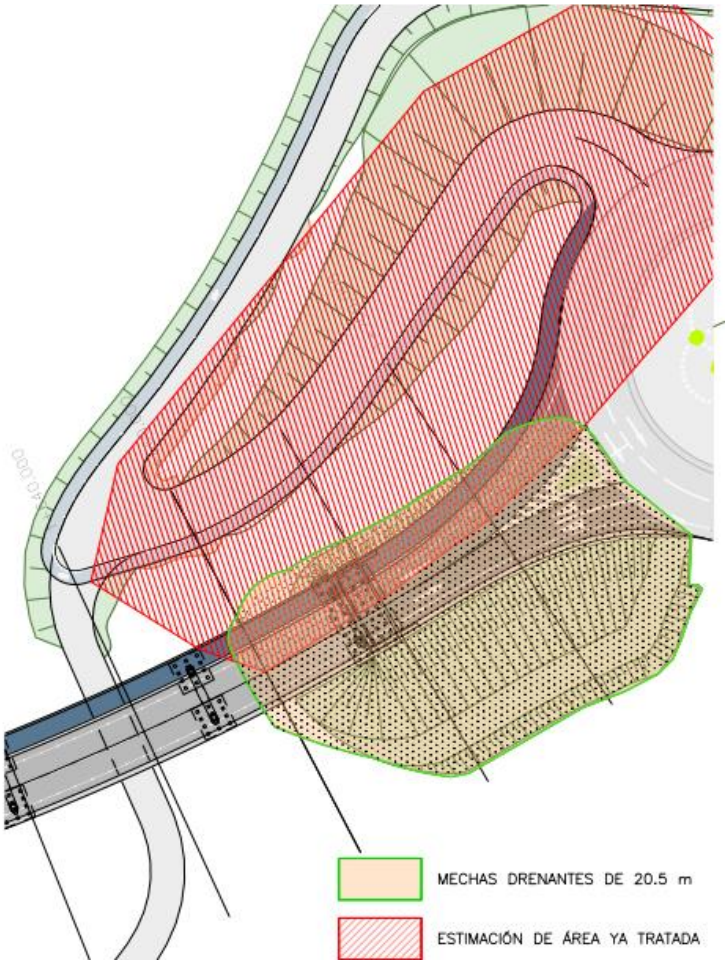
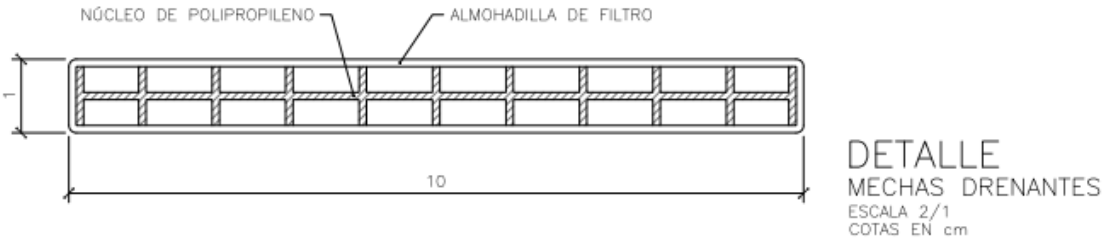


Figura 8 Zona de tratamiento del terreno

Para la realización del tratamiento del terreno se emplearán mechas drenantes de sección circular aplastada dispuestos al tresbolillo en triángulos equiláteros de 1 m de lado.



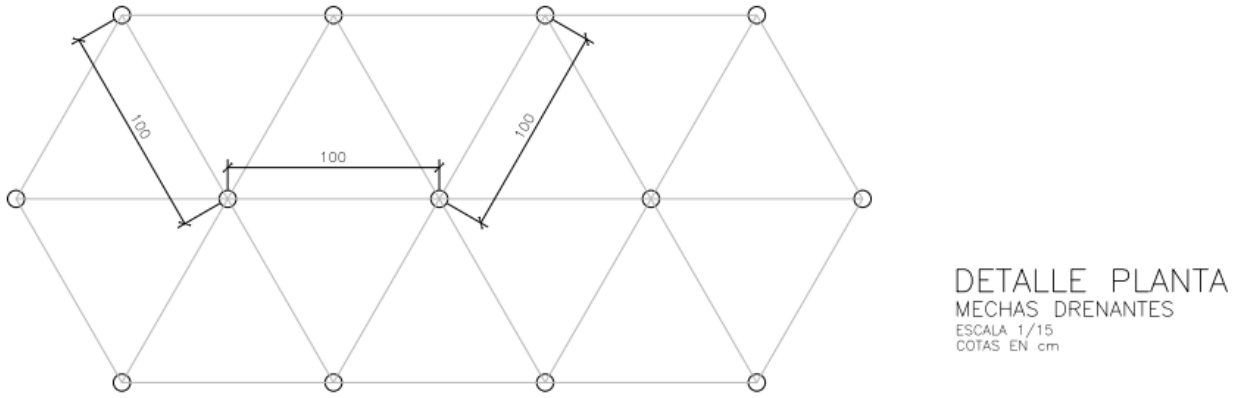


Figura 9 Mechas drenantes y disposición de estas

El proceso de ejecución del tratamiento del terreno es el siguiente. Se comienza con la excavación de la zona, se eliminará el terraplén existente que da paso a los caminos rurales y terrenos de la zona hasta situar toda la superficie a tratar a la cota en la cual se han de colocar las mechas drenantes, a su vez, se retirará la capa de tierra vegetal de unos 20 a 30 cm que cubre la mejora del terreno realizado previamente.

Con la zona despejada se colocará una capa de material granular de 50 cm que permita situar la maquinaria para la colocación de las mechas drenantes, esta capa, a su vez, servirá como guía para facilitar el hincado de las mechas. Durante la ejecución de la primera capa se colocarán una serie de placas de asiento en los puntos de control establecidos (PK 1+665 y Pk1+685) que servirán para realizar un control topográfico durante la ejecución del terraplén y de la precarga. Esta capa de material granular se ejecutará con grava de machaqueo procedente de cantera la cual se llevará hasta obra y se extenderá mediante el empleo de una motoniveladora según las indicaciones de proyecto

Para la extensión se va a usar una motoniveladora, con un coste de 90 €/h y un rendimiento de 800 m^3/día, se puede obtener el coste que repercute el extendido de la capa de material granular.

$$Coste\ extendido = \frac{90\ {}^{€}/_{h}}{700\ {}^{m^3}/_{h}} * 10\ {}^{h}/_{día} = 1{,}28\ {}^{€}/_{m^3}$$

El material, grava de machaqueo, tiene un coste de 10,21 € la tonelada, el material provendrá de Canteras la Verde en Herrera de Camargo, los precios de los distintos materiales se especifican posteriormente en el estudio económico. El coste del transporte del material es de 2 € la tonelada. Se considera una densidad de material de 1,5 Tn/m^3 puesto que se trata de material drenante. El coste del material puesto a pie de obra es el siguiente.

$$Coste\ material\ a\ pie\ de\ obra = Coste\ transporte + Coste\ material$$

$$Coste\ material\ a\ pie\ de\ obra = \left(2\ {}^{€}/_{Tn} * 1{,}5\ {}^{Tn}/_{m^3}\right) + \left(10{,}21\ {}^{€}/_{Tn} * 1{,}5\ {}^{Tn}/_{m^3}\right) = 15{,}32\ {}^{€}/_{m^3}$$

Por tanto, el coste unitario total de la formación de la capa de material granular drenante es el siguiente.

$$Coste\ unitario\ total\ mat.drenante = 15{,}32\ {}^{€}/_{m^3} + 1{,}28\ {}^{€}/_{m^3} = 16{,}60\ {}^{€}/_{m^3}$$

El tratamiento del terreno se realizará en una superficie total de 2.295 m^2, teniendo en cuenta que se ha de colocar una capa de 50 cm en toda esta superficie, se obtiene un volumen necesario de material de 1.147,50 m^3 a colocar en la zona. Estimando un rendimiento de 700 m^3 diarios, el tiempo de ejecución necesario para colocar la capa de material granular es el siguiente.

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{1.147{,}50\ m^3}{700\ {}^{m^3}/_{día}} = 2\ días$$

Pese a necesitar solamente 2 días para el vertido de la grava, teniendo en cuenta que tras ejecutar la primera capa se han de colocar las placas de asiento, se estima un tiempo de ejecución de 3 días.

Una vez ejecutada la capa granular, se han de ejecutar las mechas drenantes. Para ello, se empleará un vibrohincador el cual irá equipado con una guía para poder hincar las mechas correctamente. Para el guiado de la mecha a la hora de introducirla en el terreno, se colocará una placa de acero ranurada de 15 x 15 cm en la cual se enhebrará la mecha.

Una de los factores que más afecta al rendimiento de la colocación de mechas drenantes, además de las características que pueda tener el terreno, son los desplazamientos que ha de realizar la maquinaria desde un punto de hincado a otro. Estos rendimientos suelen variar de entre 3.000 a 5.000 m diarios. Teniendo en cuenta que las mechas se han de hincar en una capa de lodos de consistencia blanda, que las mechas están separadas a una distancia de 1 m y que solamente hay que ejecutarlos en una zona concreta, se puede estimar un rendimiento medio de 4.000 m diarios, sin embargo, planteando la situación más desfavorable posible, se empleará el rendimiento de 3.000 m diarios. La longitud de las mechas varía en función de donde se encuentren, en este caso, las mechas han de atravesar por completo las capas de lodos y arenas y se han de empotrar un par de metros en la capa inferior de arcillas firmes. En el proyecto se estima una longitud media de 24 m y un total de 2.009 mechas a ejecutar lo cual supone un total de 48.216 m de mecha drenante a colocar.

De este modo, el tiempo necesario para la ejecución de las mechas drenantes es el siguiente.

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{48.216\ m}{3.000\ {}^{m}/_{día}} = 16\ días$$

Durante el proceso de hincado de las mechas, se deberá intentar, en la medida de lo posible, no doblar la parte emergente de las mechas puesto que, en caso de doblarlas, la permeabilidad de las mechas se vería seriamente afectada.

Una vez ejecutadas las mechas drenantes, es preciso ejecutar una nueva capa de material drenante que permita el drenaje de las mechas. Esta nueva capa de material drenante será de grava de machaqueo, se realizará sobre la misma superficie y poseerá una altura de 50 cm. Con estos datos conocidos, se obtiene un volumen necesario de material de 1.147,50 m^3 a colocar en la zona. Estimando un rendimiento de 700 m^3 diarios, el tiempo de ejecución necesario para colocar la capa de material granular es el siguiente:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{1.147{,}50\ m^3}{700\ {m^3}/{día}} = 2\ días$$

Una vez ejecutadas las mechas drenantes y la capa de material granular, es momento de realizar el terraplenado de la zona del estribo para poder posteriormente ejecutar la precarga. La ejecución del terraplén se ejecutará por fases, el motivo de este tipo de ejecución viene motivado por la necesidad de que el terreno se consolide y se generen asientos de manera homogénea y controlada.

La ejecución de las fases y su disposición se muestra a continuación.

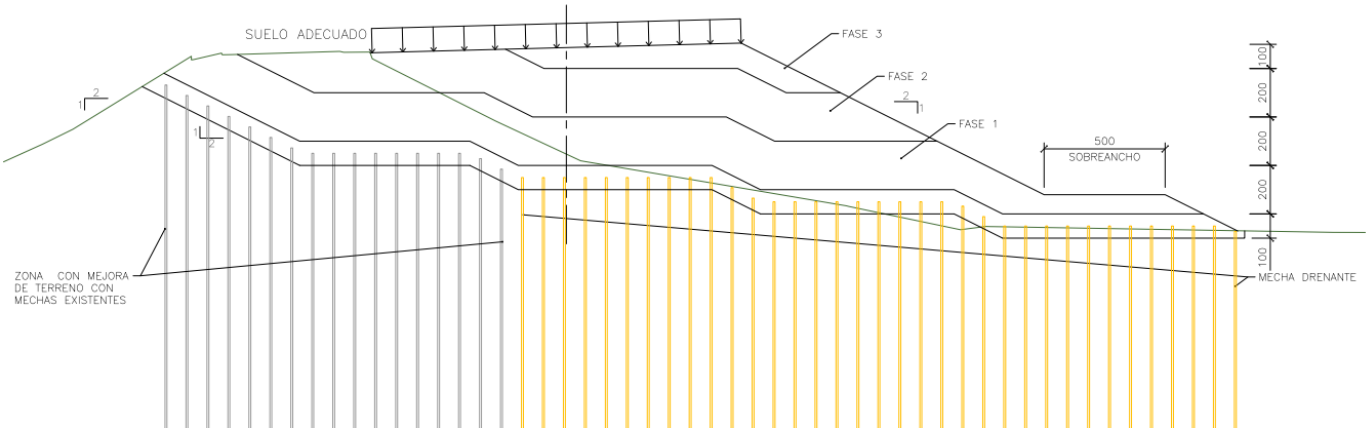


Figura 10 Fases de la precarga

La primera fase del relleno, consta de una capa de suelo seleccionado para la formación de terraplenes de 2,50 m en tongadas de 50 cm.y de unas bermas laterales de 1,5 m de altura y 5 m de anchura que permiten aportar un sobreancho y servir como pie del talud aportando una mayor seguridad frente a deslizamiento de este. A estas bermas laterales le acompaña una berma frontal de 3 m de altura y 10 m de longitud.

Una vez ejecutada esta primera fase de relleno, se ha de mantener un plazo de espera de 60 días hasta poder ejecutar la siguiente fase. Durante este plazo de espera, el terreno comenzará a consolidarse y a evacuar agua a través de las mechas drenantes y la capa de material drenante por efecto de la carga colocada sobre su superficie. El tiempo de espera de 60 días hace referencia al grado de consolidación del terreno buscado, en este caso un 90%.

Una vez pasado el tiempo de espera, se procede a la ejecución de la segunda fase, en esta fase se ejecutarán rellenos hasta los 5 m de altura, una vez ejecutados los rellenos, se ha de volver a esperar un plazo de 60 días o hasta que el terreno alcance una consolidación del 90%.

La tercera fase es similar a la segunda, se ejecutarán los rellenos hasta la altura final de terraplén. Una vez ejecutado y compactado este, se volverá a mantener un nuevo plazo de espera de 60 días hasta la consolidación del terreno.

Finalmente, tras la ejecución completa del terraplén, es momento de ejecutar la precarga. Como se ha comentado anteriormente, el objetivo de la precarga consiste en simular el peso de los firmes sobre el terraplén mediante el empleo de tierras, obteniendo de manera previa los asientos que produciría el paquete de firmes, para después excavar esa capa de material y ejecutar de manera seguida la capa de firmes, con este método se consigue un gran ahorro de material a futuro puesto que, de no realizarse, los asientos futuros se deberían de rellenar con aglomerado.

Para la ejecución de la precarga se ejecutará una capa de suelo adecuado de 1 m de espesor según las indicaciones de proyecto. La precarga se dejará actuar un total de 60 días. Finalmente, una vez acabado el plazo de espera, se retirará la capa de material y se procederá con la ejecución del estribo y el pavimento.

El proceso constructivo previsto y la ejecución de la precarga tiene el objetivo de conseguir que una vez construido el pavimento. los asientos sean inferiores a 15 cm, cifra comúnmente aceptada en carreteras.

2.2.3. Excavaciones

Analizando el trazado establecido para la obra, se genera cierto volumen de desmonte de tierras, en el que principalmente destacan la presencia de arcillas limosas de consistencia muy blanda salvo una capa superficial formada por una costra de consistencia firme.

La excavación de tierras se plantea como excavación no clasificada. Se define como excavación no clasificada, tierras normales y flojas, la referida a todo el material que se puede excavar mediante una retroexcavadora. En esta obra, el volumen de tierras a excavar es de 17.358,53 m^3 los cuales se pueden repartir en las siguientes zonas.

Tramo	Volumen (m3)
Inicio -E1	1597,47
Zona Tratamiento del terreno	3189,28
E2 despúes de precarga	2011,77
Camino 1	210,72
Camino 3	1827,99
Precarga	536,25
Rampa de acceso a estribos	265,00
Cimentaciones	6142,00
Accesos	1578,05
TOTAL (m)	17358,53

Tabla 9 Volúmenes a excavar en cada zona

El volumen de excavación más significativo se concentra en el margen derecho de la ría, zona donde coinciden la mayoría de las cimentaciones de las pilas y el estribo 2, zona en la cual se ha de realizar el tratamiento del terreno.

Para la ejecución de la excavación se utiliza una retroexcavadora, que cuenta con un rendimiento en la tarea de 800 m^3/día y un coste unitario de 85 €/h. Junto a ella, se dispone de camiones para el transporte de material de 13 Tn de capacidad. Cuentan con un coste de 65 €/h y un rendimiento igual al de la retroexcavadora, puesto que se contará con el número suficiente de camiones para dar continuidad a la retroexcavadora. De esta manera, el tiempo de ejecución del desmonte son 22 días.

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{17.358{,}53\ m^3}{800\ {}^{m^3}/_{día}} = 22\ días$$

Se deberá de tener en cuenta que estos 22 días necesarios para la ejecución de la excavación del material no se podrán realizar seguidos, esto se debe a la necesidad de respetar los plazos establecidos para la consolidación del terreno en la precarga, la cual luego se retirará junto con una parte del terraplenado para la ejecución del estribo.

El material resultante de las excavaciones no se plantea como una posible alternativa de cara a emplear en formación de terraplenes puesto que por su composición y su humedad no se consideran aptas para su aprovechamiento. Estos volúmenes excavados se han de enviar a un vertedero autorizado o zona de depósito.

Para ello, se ha establecido que se contará con dos fincas privadas como vertedero, para lo que se deberá firmar un contrato con los propietarios de las mismas. Se encuentran ubicadas en zonas muy próximas a las obras, tal y como se muestra a continuación.

La primera finca pertenece al municipio de Villaescusa, se trata de la parcela colindante con la parcela en la que se ubica el viaducto. Las condiciones orográficas de la parcela y su ubicación la hacen ideal para el depósito de los materiales de las excavaciones del margen derecho de la ría, zona la cual cuenta con el mayor volumen de excavación.

Figura 11 Ubicación de la primera finca

La segunda parcela se ubica en el margen izquierdo de la ría, muy próximo a la ubicación del estribo 1.

Figura 12 Ubicación de la segunda finca

Analizado el proceso a seguir para la excavación del material, se muestra a continuación el estudio realizado para obtener el número de camiones necesario. Cabe destacar que se quiere dar continuidad a la retroexcavadora, por lo que se deberá contar con el número suficiente de camiones para ello.

Previo al cálculo, deben establecerse algunas consideraciones realizadas. En primer lugar, se han determinado los tiempos de carga y descarga del camión en 4 y 1 minutos, respectivamente. Además, se considera una velocidad media del camión de 20 km/h, teniendo en cuenta que la velocidad del camión cargado será inferior a ese valor; y el camión descargado en el viaje de vuelta podrá circular con mayor velocidad.

Como se ha especificado, el material excavado no puede ser utilizado en otras partes de la obra, por lo que debe ser llevado a vertedero. En este caso, se utilizan como vertederos las dos fincas cercanas al lugar de estudio y que se han descrito en el apartado anterior. Por su ubicación, se considera óptimo que el transporte del material hacia las fincas se realice a través de la propia obra.

Para el cálculo de las distancias, se ha tomado como referencia el punto medio de cada uno de los tramos considerados, a fin de simplificar el cálculo.

A continuación, se muestran los cálculos realizados para la obtención del número de camiones necesarios y el rendimiento de los mismos:

MARGEN DERECHO

$$t_{transporte} = 2 * \frac{distancia\ finca}{velocidad\ camión} = 2 * \frac{350\ m}{20\ {}^{km}/_{h} * \frac{1.000\ m}{1\ km} * \frac{1\ h}{60\ min}} = 2\ min$$

$$t_{carga} = 4\ min$$

$$t_{descarga} = 1 min$$

$$t_{ciclo} = 4\ min + 1\ min + 2\ \text{min} = 7\ min$$

$$Nºcamiones = \frac{t_{ciclo}}{t_{carga}} = \frac{7\ min}{4\ min} = 2\ camiones$$

$$Rendimiento = 6{,}5\ \frac{m^3}{viaje * camión} * 2\ camiones * \frac{1\ viaje}{7\ min} * \frac{60\ min}{1\ h} * \frac{10\ h}{1\ día} = 1.114{,}28\ {}^{m^3}/_{día}$$

MARGEN IZQUIERDO

$$t_{transporte} = 2 * \frac{distancia\ finca}{velocidad\ camión} = 2 * \frac{280\ m}{20\ {}^{km}/_{h} * \frac{1.000\ m}{1\ km} * \frac{1\ h}{60\ min}} = 1{,}7\ min$$

$$t_{carga} = 4\ min$$

$$t_{descarga} = 1\ min$$

$$t_{ciclo} = 4\ min + 1\ min + 1{,}7\ \text{min} = 6{,}7\ min$$

$$Nºcamiones = \frac{t_{ciclo}}{t_{carga}} = \frac{6{,}7\ min}{4\ min} = 2\ camiones$$

$$Rendimiento = 6{,}5 \frac{m^3}{viaje * camión} * 2\ camiones * \frac{1\ viaje}{6{,}7\ min} * \frac{60\ min}{1\ h} * \frac{10\ h}{1\ día} = 1.164{,}18\ {}^{m^3}/_{día}$$

Pese a obtener el rendimiento de los camiones en ambos tramos, se considerará como rendimiento suyo el mismo que el de la retroexcavadora, 800 m^3/día. Esto es debido a que pese al estar dimensionados los camiones para el trabajo continuo de la retroexcavadora, ocurren diversas pérdidas de tiempo debidas a pequeñas paradas entre ciclos de carga o a pérdidas de tiempo de diferente índole a lo largo de los trabajos de carga y descarga.

2.2.4. Rellenos

En cuanto a los trabajos de relleno de tierras en este proyecto, se pretenden ejecutar 2 tipos de rellenos distinguiendo a estos según el material a emplear para su ejecución, se ejecutarán tanto terraplenes como pedraplenes. Ambos rellenos se pretenden ejecutar con material seleccionado, por lo que dicho material provendrá de cantera o préstamo.

Se requiere un volumen total de 13.403,57 m^3 de suelo seleccionado para la ejecución del terraplenado y 3.334,01 m^3 de material para ejecución de pedraplén. Estos volúmenes se

emplearán tanto para la ejecución del tratamiento del terreno y los rellenos para la ejecución de los estribos y los caminos rurales como para la ejecución de los distintos caminos de acceso temporales que permitan el acceso de la maquinara para los trabajos de ejecución de las cimentaciones y posteriormente del viaducto.

El volumen en cada tramo es el siguiente.

TRONCO	Terraplén (m3)	Pedraplen (m3)
Inicio-PK 1+100		78,39
PK 1+100-1+120		179,29
PK 1+120-1+140		175,84
PK 1+140-1+160		175,34
PK 1+160-1+180		172,35
PK 1+180-1+200		169,14
PK 1+200-1+220		166,71
PK 1+220-1+240		167,37
TOTAL (M3)	-	1.284,43

Tabla 10 Volumen de rellenos en el tronco

PRECARGA	terraplén (m3)	Pedraplen (m3)
Pk 1+657-1+671 berma de 10m a 3m de altura	808,77	
Pk 1+671-1+680	800,65	
Pk 1+680-1+700	2.374,37	311,29
Pk 1+700- Glorieta	738,88	108,24
TOTAL (M3)	4.722,67	419,53
17.45%asientos (M3) = 824.1063338		

Tabla 11 Volumen de rellenos en la precarga

CAMINO 1	Terraplén (m3)	Pedraplen (m3)
PK 0+000-0+020	29,96	101,11
PK 0+020-0+040	112,37	104,57
PK 0+040-0+060	532,29	108,50
PK 0+060-0+080	1.169,78	114,20
PK 0+080-0+100	1.625,57	122,36
PK 0+100- glorieta	620,88	45,84
TOTAL (M3)	4.090,85	596,58

Tabla 12 Volumen de rellenos en el camino 1

CAMINO 3	Terraplén (m3)	Pedraplen (m3)
PK 0+000-0+020	0,90	0,52
PK 0+020-0+040	0,90	0,59
PK 0+040-0+060	2,71	1,49
PK 0+060-0+080	1,81	37,00
PK 0+080-0+100	-	103,84
PK 0+100-0+120	24,76	101,16
PK 0+420-0+140	52,55	65,17
PK 0+140-0+160	62,59	67,56
PK 0+160-0+180	74,91	75,07
PK 0+180-0+200	116,07	78,52
PK 0+200-0+220	147,77	74,93
PK 0+220-0+240	118,41	57,62
PK 0+240-0+260	57,54	33,23
PK 0+260-0+280	11,42	22,48
PK 0+280-0+300	0,48	11,20
PK 0+300-0+320	-	-
PK 0+320-0+340	-	-
PK 0+340-0+360	-	-
PK 0+360-0+380	-	-
PK 0+380-0+400	-	-
PK 0+400-0+420	-	-
PK 0+420-0+440	-	-
PK 0+440-0+460	-	-
PK 0+460-0+480	-	-
PK 0+480-0+500	-	-
PK 0+500-0+520	-	-
PK 0+520-0+540	-	-
PK 0+540- 0+549.180	-	-
TOTAL (M3)	672,82	730,38

Tabla 13 Volumen de rellenos en el camino 3

Dentro de los 672,82 m^3 necesarios para la ejecución del terraplenado del camino 3, según lo indicado en el proyecto, 536,25 m^3 provendrán de la excavación de la precarga una vez se haya cumplido el tiempo de espera para la consolidación del terreno.

Para la ejecución de los accesos temporales dentro de la obra, se estima una plataforma para la circulación de la maquinaria a emplear en las posteriores labores de ejecución del viaducto. Para la ejecución de la plataforma se ha supuesto una sección compuesta por 30 cm de pedraplén sobre los que se ejecutará una capa de 10 cm de suelo adecuado para terraplén. Con esta sección, se ha supuesto un área total para los accesos de 10.846,68 m^2 lo que implica un volumen de 1.084,67 m^3 de terraplén y 909,28 m^3 de pedraplén.

Para la ejecución de los rellenos se precisa de un bulldozer, con un coste de 80 €/h, encargado de extender el material sobre la zona, junto con un rodillo vibrador autopropulsado, cuyo coste es 65 €/h, encargado de compactar las capas de material, y un camión cisterna encargado de humectar las capas para su correcta compactación. A partir de estos datos, y de un rendimiento de 750 m^3/día, se puede obtener el coste que repercute el extendido – compactación.

$$Coste\ extendido\ y\ compactación = \frac{80\ {}^{€}/_{h} + 65\ {}^{€}/_{h}}{750\ {}^{m^3}/_{dia}} * 10\ {}^{h}/_{día} = 1{,}93\ {}^{€}/_{m^3}$$

El camión cisterna trabajará durante 2 horas al día (1 hora por la mañana y 1 hora por la tarde), con un coste de 30 €/h. A partir de un rendimiento de 700 m^3/día, el coste del riego que repercute sobre el coste unitario de la zahorra es el siguiente:

$$Coste\ riego\ de\ zahorra = \frac{30\ {}^{€}/_{h}}{700\ {}^{m^3}/_{h}} * 2\ {}^{h}/_{día} = 0{,}09\ {}^{€}/_{m^3}$$

El coste unitario de los trabajos de extendido y compactación de las capas que componen los rellenos será, por tanto, de 2,02 €/m^3.

Los materiales empleados para la ejecución de los rellenos tanto en formación de terraplén como en formación de pedraplén, provendrán de la cantera de Canteras la Verde situada en Herrera de Camargo. Para la formación de terraplén se empleará un relleno todo rechazo de dolomía con un coste de 3,76 €/Tn y para el pedraplén se empleará escollera de voladura de dolomía con un coste de 5,11 €/Tn. A este coste unitario se deberá de añadir el coste de transporte del material hasta obra de 2 €/Tn.

La oferta de Canteras la Verde se adjunta en el estudio económico.

Como se ha comentado el rendimiento del conjunto de maquinaria se ha estimado de 750 m^3 diarios, por tanto, el tiempo de ejecución de las capas de terraplén y pedraplén será el siguiente.

$$Tiempo\ de\ ejecución\ \ terraplén = \frac{13.403{,}570\ m^3}{750\ {}^{m^3}/_{día}} = 18\ días$$

$$Tiempo\ de\ ejecución\ \ pedraplén = \frac{3.334{,}010\ m^3}{750\ {}^{m^3}/_{día}} = 5\ días$$

2.2.5. Ejecución del movimiento de tierras

A continuación, pasa a describirse el procedimiento de ejecución de las obras.

En primer lugar, se realiza el replanteo de la excavación, tal y como se ha definido anteriormente. Después, se comienza el proceso de excavación, durante este proceso, será necesario prestar atención a la correcta ejecución de los taludes en los casos en los que sea preciso realizar un pequeño desmonte, este trabajo se realiza empleando una retroexcavadora. Una vez ejecutado el talud, se termina el perfil del mismo mediante el propio cazo de la retroexcavadora.

El material extraído se vierte directamente en la caja del camión, para lo cual se intentará disponer, en la medida de lo posible, la retroexcavadora a una cota superior a la del camión. Además, la disposición de ambas máquinas deberá ser tal que el giro de la retroexcavadora sea menor a 90°, obteniendo así el mayor rendimiento posible.

Por otra parte, en cuanto a los terraplenes, primero debe seleccionarse el material de relleno. Al no poder utilizarse el material procedente de la excavación, debe obtenerse de préstamos o canteras externas.

En el caso de que el relleno se deba ejecutar sobre el terreno natural, se ha de realizar el desbroce y acondicionamiento del terreno previo, tal y como se ha descrito en el apartado de trabajos preliminares. Una vez alcanzada la cota sobre la que apoya el relleno, debe escarificarse y compactarse esa zona de apoyo con las condiciones exigidas para el cimiento del relleno. Durante la ejecución de estos trabajos ha de tenerse cuidado, en todo momento, de no eliminar la costra superficial de lodos que hay presente en el terreno.

Una vez preparado el terreno, se debe proceder a la construcción del relleno mediante tongadas sucesivas, de espesor uniforme y paralelas a la explanada final. Esto se lleva a cabo mediante un camión, que transporta el material hasta la localización requerida, y un bulldozer con escarificador, que extiende el material de forma uniforme. Para el caso del tratamiento del terreno, la colocación de las capas que forman el terraplén se hará del mismo modo.

Inmediatamente después al extendido del material, se procede a su compactación mecánica mediante un rodillo compactador, hasta que se alcance la densidad establecida en proyecto.

Una vez terminados los rellenos, ha de ejecutarse la explanada. Para ello, debe llevarse el suelo seleccionado hasta pie de obra mediante camiones, para su extendido y compactado. La maquinaria utilizada para estas actividades es un bulldozer con escarificador y un rodillo vibratorio.

2.2.6. Resumen del movimiento de tierras

Finalmente, se plantea una rápida cronografía de la obra a modo de resumen del movimiento de tierras.

Se comenzará con la excavación del tronco desde el estribo 2 hasta la glorieta que da acceso a la S-30 para realizar el tratamiento del terreno mediante mechas drenantes y posterior terraplenado. Para la ejecución de estos trabajos de explanación se ha estimado 1 semana mientras que para los trabajos de ejecución de la capa de material drenante y la ejecución de las mechas drenantes ocuparán 20 días más.

A continuación, se realizará el camino 1, que nos será útil para darnos acceso para la ejecución del viaducto, utilizando para su ejecución material proveniente de préstamo o cantera. Los trabajos de ejecución del camino 1 comprenderán un total de 8 días.

Posteriormente, se ejecutará el talud necesario para realizar el tratamiento del terreno. Considerando los plazos de ejecución del talud y los tiempos de espera necesarios, esta tarea conllevará un total de 250 días.

Una vez realizado el terraplén y la precarga, se excavará para la ejecución de la cimentación del estribo, utilizando el material excavado para ejecutar el relleno del camino 3La excavación del estribo y la ejecución del camino 3 se realizarán en 10 días.

Tras completar el margen derecho, se procederá con los trabajos en el margen izquierdo de la ría. Se ejecutarán las excavaciones y los trabajos de rellenos en el tronco, además de la cimentación y relleno de los estribos. Estos trabajos ocuparán 10 días.

A todos estos trabajos de movimiento de tierras se le suman la excavación y relleno de las cimentaciones, la ejecución de los accesos temporales y las penínsulas provisionales y su posterior retirada tras finalizar los trabajos en la zona.

2.3. EJECUCIÓN DEL VIADUCTO

En este capítulo se desarrollan las operaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución del elemento principal de este proyecto, el viaducto sobre la ría de Solía.

La conexión de la N-635 con la autovía Ronda de la Comarca de la Bahía de Santander, requiere salvar el obstáculo natural de la ría de Solía, un paraje de alto nivel paisajístico que es bordeado por una vía verde instalada sobre el trazado del antiguo ferrocarril minero que extraía el hierro de las ya abandonadas minas de Cabárceno.

Para ello se plantea una estructura de 427 m de luz constituida por un puente mixto de sección bijácena una distribución de luces de 46,0 +75,0 + 46,0 + 34,0x6 + 32,0 + 24,0 metros. El tablero es continuo y se plantean 2 tipos de secciones transversales diferentes para las vigas de acero armadas.

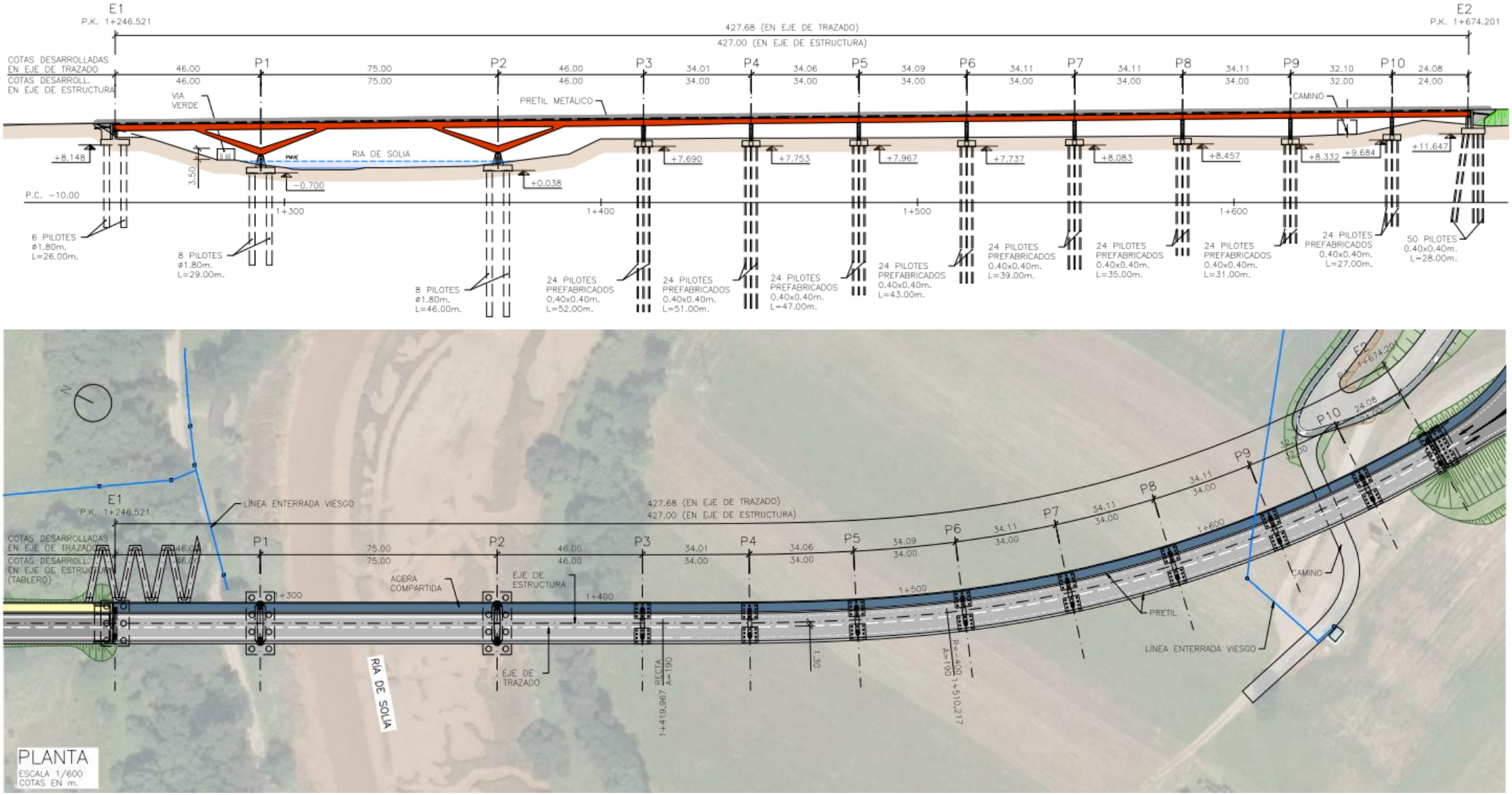


Figura 13 Viaducto proyectado

El primer tramo, desde el estribo 1 hasta la pila 3 la bijácena se configura mediante sendos cajones de acero armados, de sección trapecial oblicua y 2.0 metros de canto.

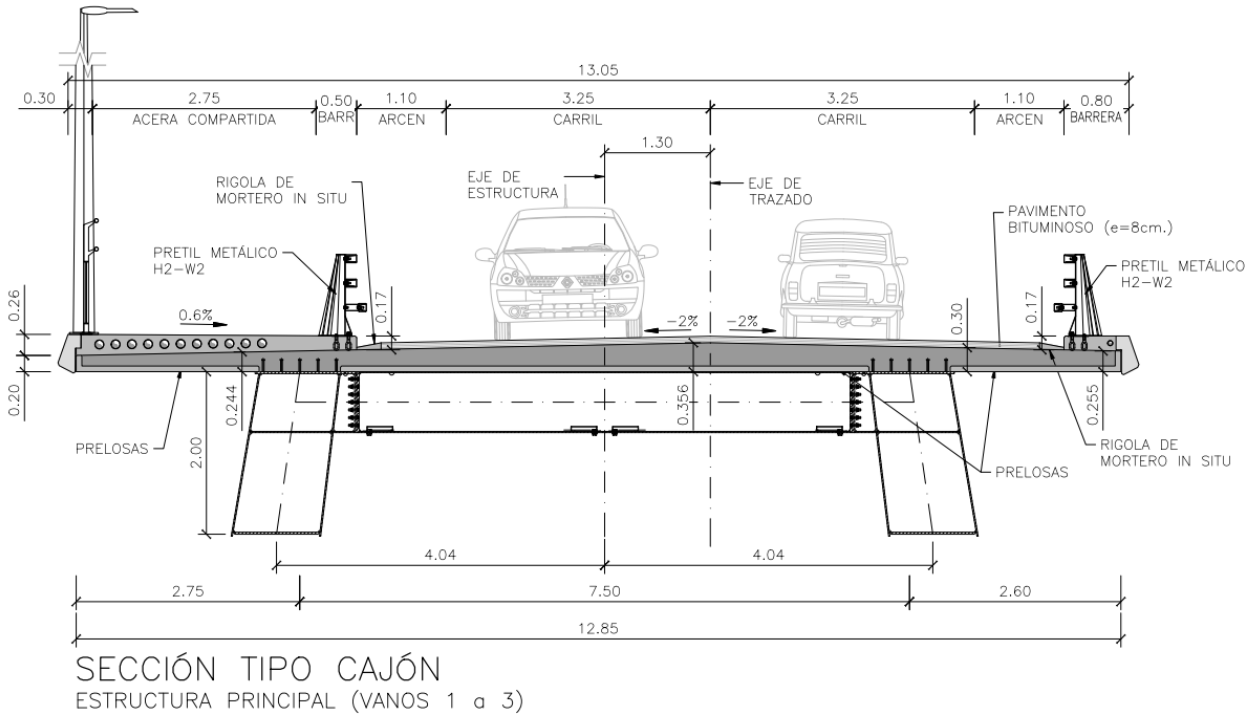


Figura 14 Sección transversal tipo cajón

El segundo tramo, entre la pila 3 y el estribo 2, la sección bijácena está compuesta por dos vigas doble T armadas, de canto variable entre las pilas 3 y 4 entre 2.000 mm y 1.700 mm respectivamente, y de canto constante de 1.700 mm entre la pila 4 y el estribo 2.

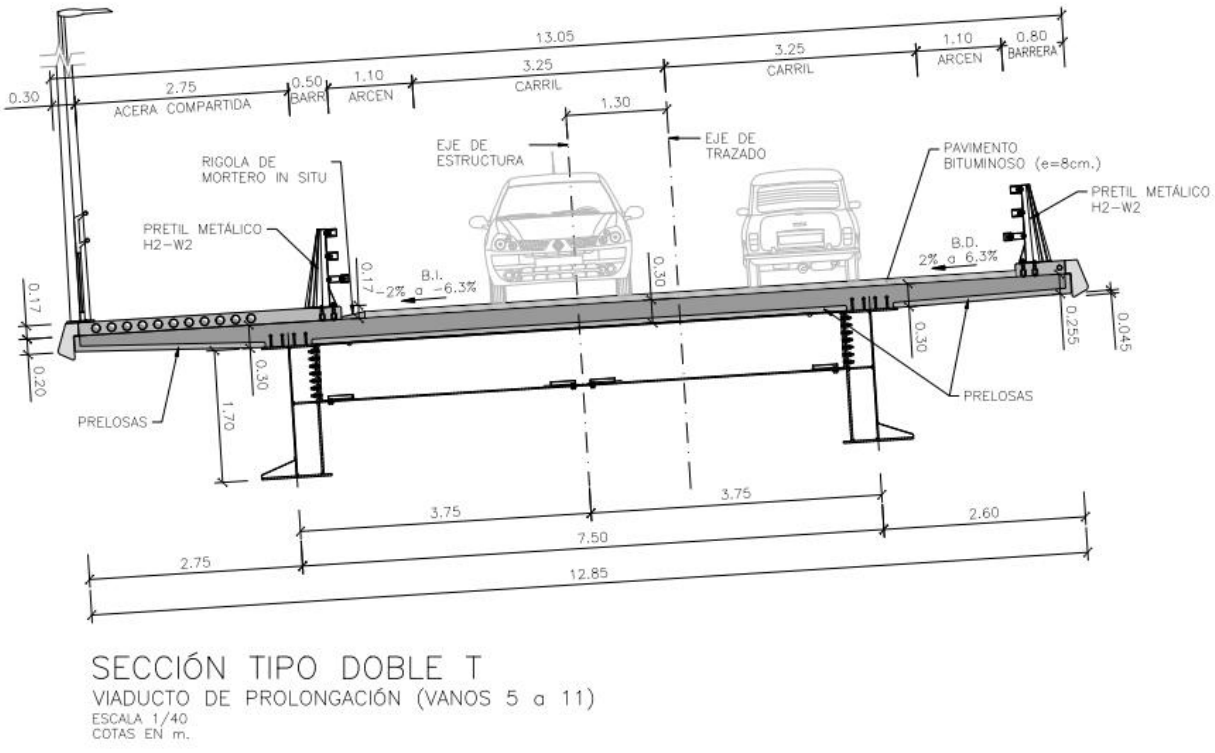


Figura 15 Sección transversal tipo doble T

El ancho del tablero es constante, de 13.05 metros, distribuidos en 0,80 metros de barrera, una plataforma de 8,70m (1,10 + 3,25 + 3,25 + 1,10 m), barrera de 0,50 m y finalmente, una acera compartida de 2,75 metros y barandilla de 0,30 m.

El puente en planta se configura por primer tramo recto para terminar con una curva en planta de 400 m de radio, por lo tanto, el peralte transversal de la sección varía entre un bombeo del 2% para el tramo recto y un 6,3% en el tramo curvo, con la correspondiente transición entre ambas configuraciones.

La separación entre las vigas metálicas es de 7,50 m, con voladizos constantes a cada lado, siendo el derecho de 2,60 m y el izquierdo de 2,75 metros. La losa, compuesta por prelosas prefabricadas y hormigón in situ, tiene un espesor variable entre 0,356 m y 0,20 m o 0,26 m en los voladizos para el tramo en bombeo. En el tramo curvo, el espesor de la losa es constante de 0,30 m entre las vigas, variando hasta 0,20 m o 0,255 m en los voladizos.

Las vigas se unen mediante diafragmas transversales de sección doble T de 750 mm de canto, alineados con la cara superior de las vigas longitudinales. La unión entre los diafragmas y las vigas es atornillada, facilitándose el montaje de la estructura in situ. Los diafragmas de apoyo en pilas son secciones doble T del mismo canto que las vigas principales, igualmente atornilladas a las vigas longitudinales. Los diafragmas de estribos, son secciones cajón que se ejecutan soldadas a las vigas principales, y con el mismo canto que éstas.

La estructura metálica se completa con una rigidización en el plano inferior de los diafragmas tipo compuesta por perfiles angulares con distribución en K. La unión con los diafragmas también es atornillada.

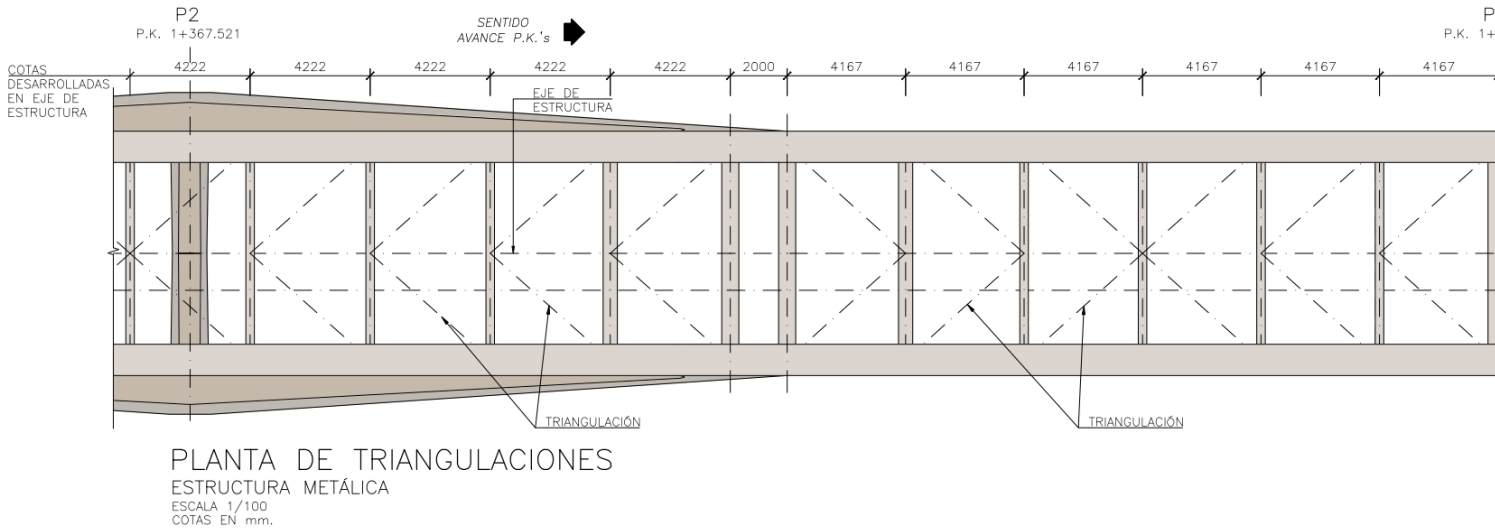
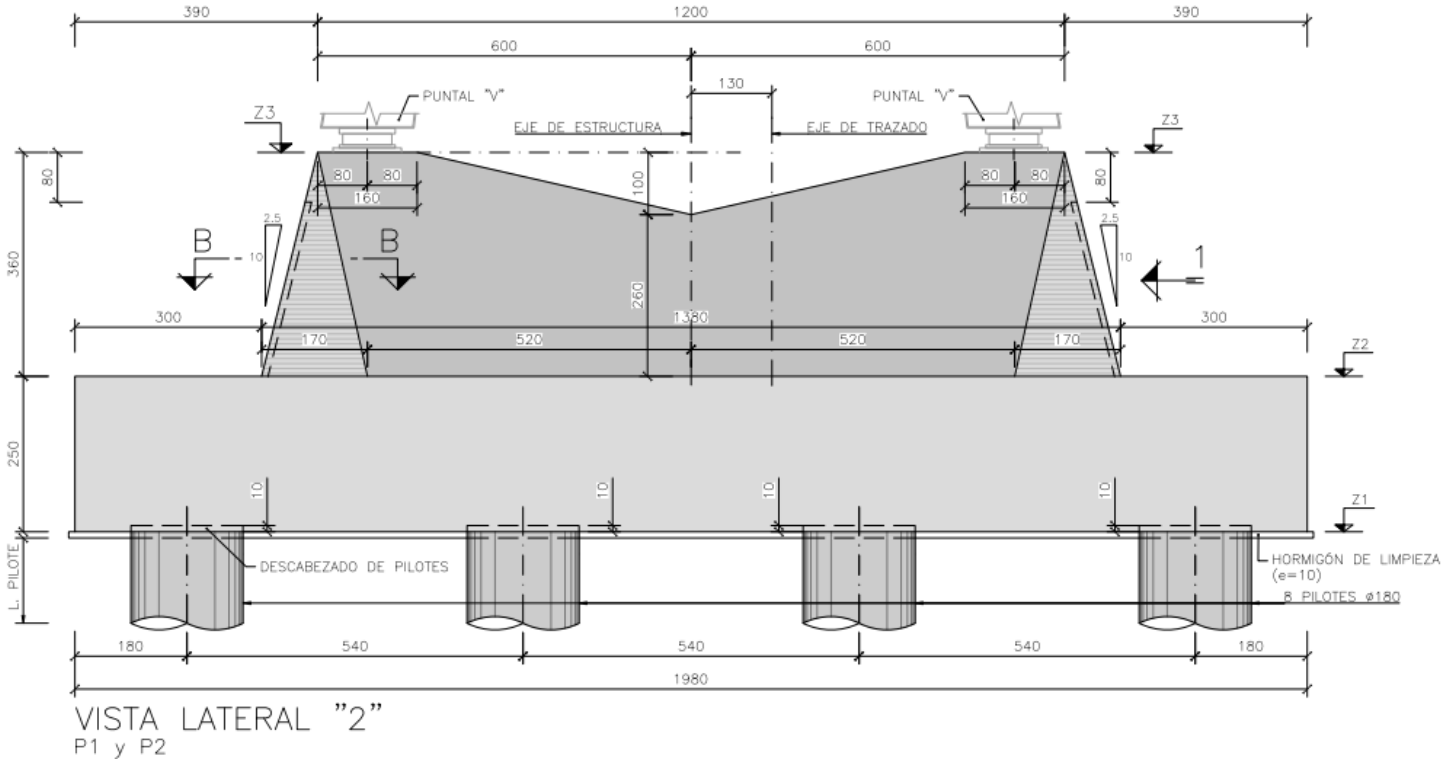


Figura 16 Rigidización con distribución en K

Las pilas 1 y 2 se realizan mediante pilas en V que surgen como prolongación de las vigas metálicas de sección cajón del tablero. La sección de los brazos es de tipo cajón variable tanto en canto como en anchura, se unen mediante una viga transversal en su parte inferior y se

apoyan sobre un plinto de hormigón mediante aparatos de apoyo esféricos, configurándose el punto fijo de la estructura en la pila 2.



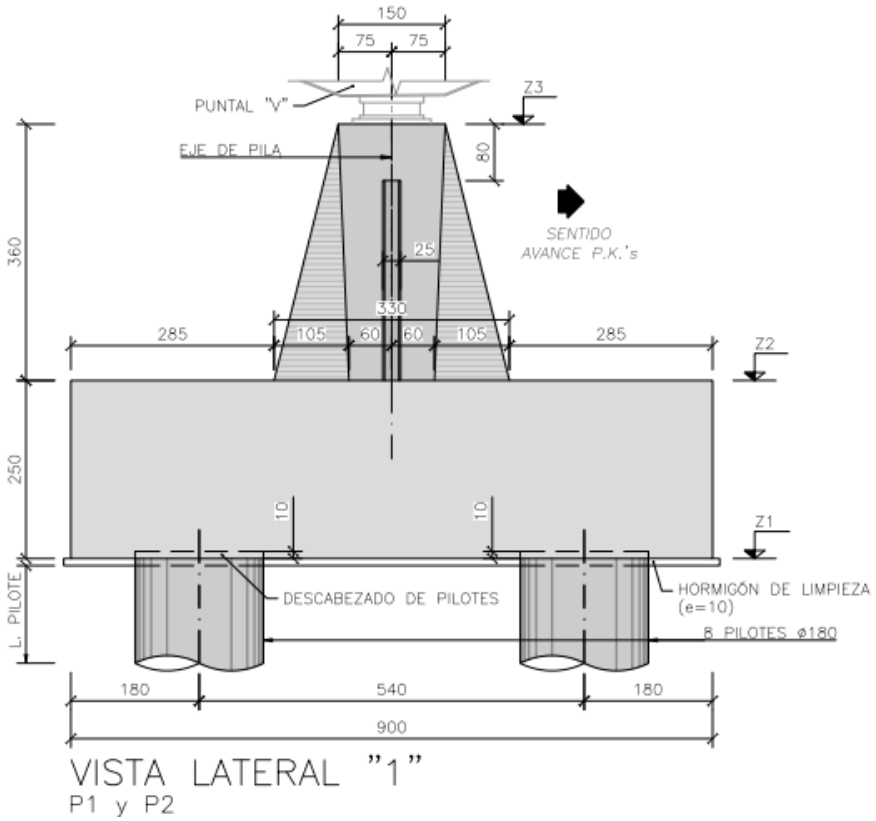
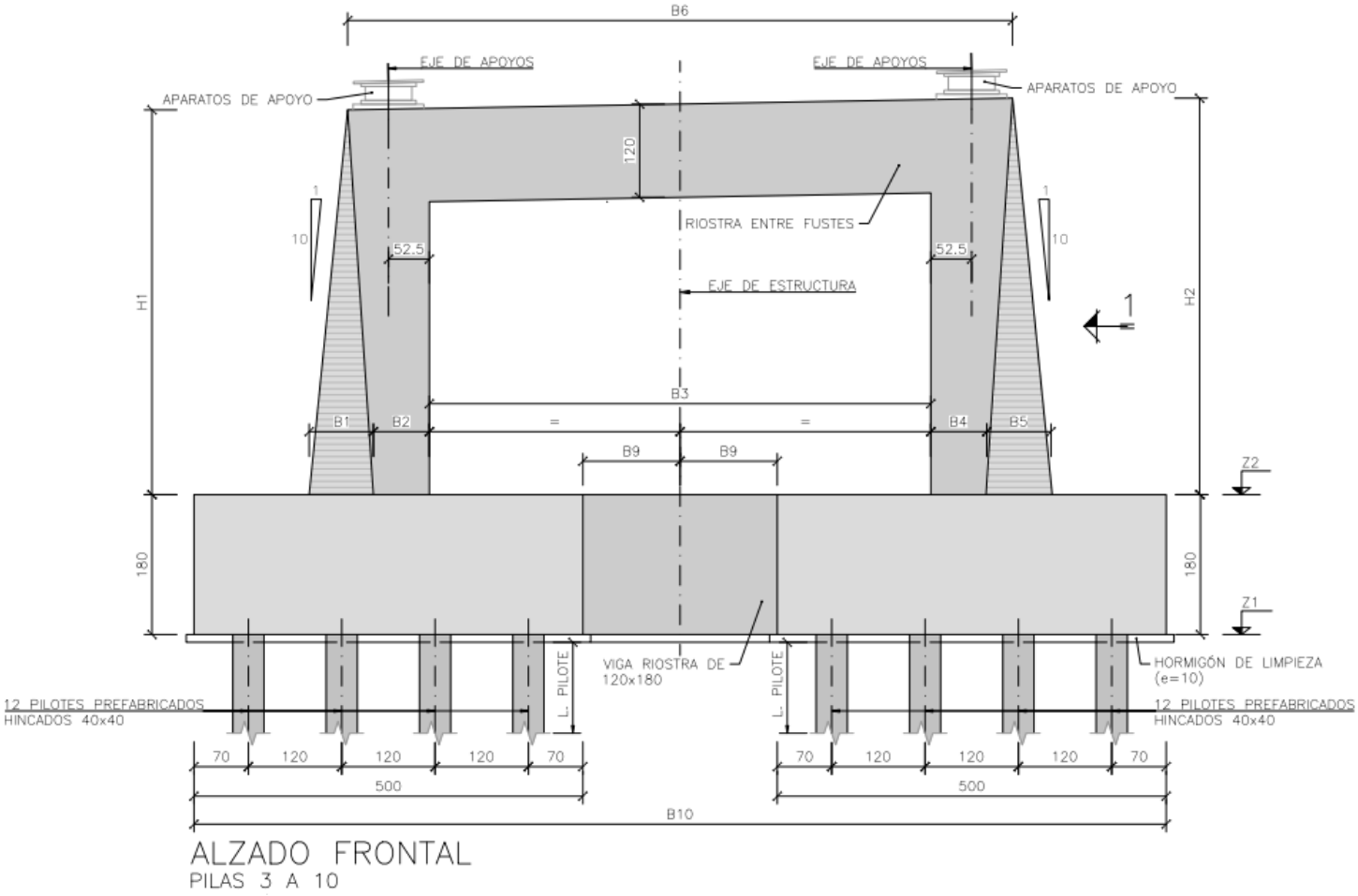


Figura 17 Sección de los plintos para pilas 1 y 2

Cada plinto de hormigón, de sección variable, se cimenta mediante un encepado de 19,80 x 9,0 x 2,50 m, que alberga 8 pilotes de 1,80 me de diámetro ejecutados in situ.

Las pilas 3 a 10 se configuran mediante pórticos de hormigón, con sección hexagonal variable en los fustes. La altura de las pilas oscila entre 4,47 m y 6,15 m. Cada fuste se cimenta sobre el terreno mediante un encepado de 5,0 x 5,0 x 1,80 metros que alberga 4 x 3 pilotes prefabricados hincados de 40 x 40 cm. Los dos encepados de una misma pila se unen mediante una viga riostra de sección rectangular 1,20 x 1,80 m.



ALZADO FRONTAL
PILAS 3 A 10

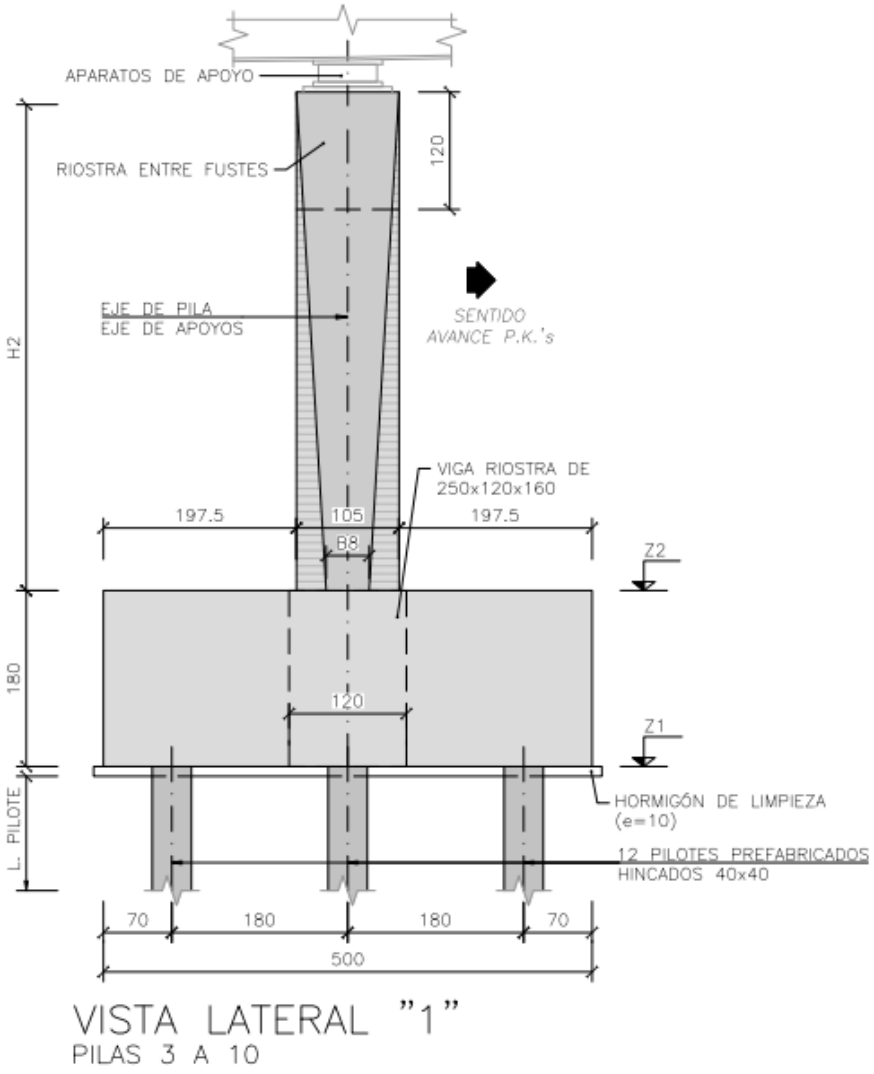


Figura 18 Alzado de las pilas 3 a 10

Los estribos son de tipo cerrado, con altura variable para adaptarse al peralte del tablero en cada uno de ellos. El alzado se completa con sendas aletas en vuelta de 60 cm de espesor. El estribo 1 se cimenta sobre un encepado de 14,40 x 9,0 x 1,80 m que alberga 6 pilotes de 1,80 m de diámetro ejecutados in situ. El estribo 2 se cimenta sobre un encepado de 14,0 x 7,40 x 1,80 m que alberga 50 pilotes prefabricados hincados de 40 x 40 cm, colocándose inclinadas 8º las dos primeras filas de pilotes.

En los siguientes apartados se definirán los procedimientos constructivos y las características de los distintos elementos mencionados anteriormente y que componen el viaducto proyectado.

2.3.1. Cimentaciones

Dentro de las distintas cimentaciones planteadas en el viaducto se mantiene un factor común dentro de todas ellas, y es que en todos los casos se trata de cimentaciones profundas. La principal diferencia entre ellas es el método de ejecución, podemos encontrar pilotes ejecutados in situ o pilotes prefabricados hincados.

CIMENTACIÓN DEL ESTRIBO 1

En primer lugar, se llevan a cabo los movimientos de tierra necesarios para generar las superficies de trabajo. En este caso, es preciso realizar una excavación suficiente en la que se pueda ejecutar un encepado de 14,40 x 9,0 x 1,80 m más 10 cm de hormigón de limpieza y que permita colocar y retirar el encofrado de este. Durante el movimiento de tierras se deberá prestar especial atención a no perforar ni retirar parte de la costra de lodos existente puesto que en caso de hacerlo cambiarían radicalmente las condiciones del suelo, pasando de un terreno firme a una superficie de lodos saturados.

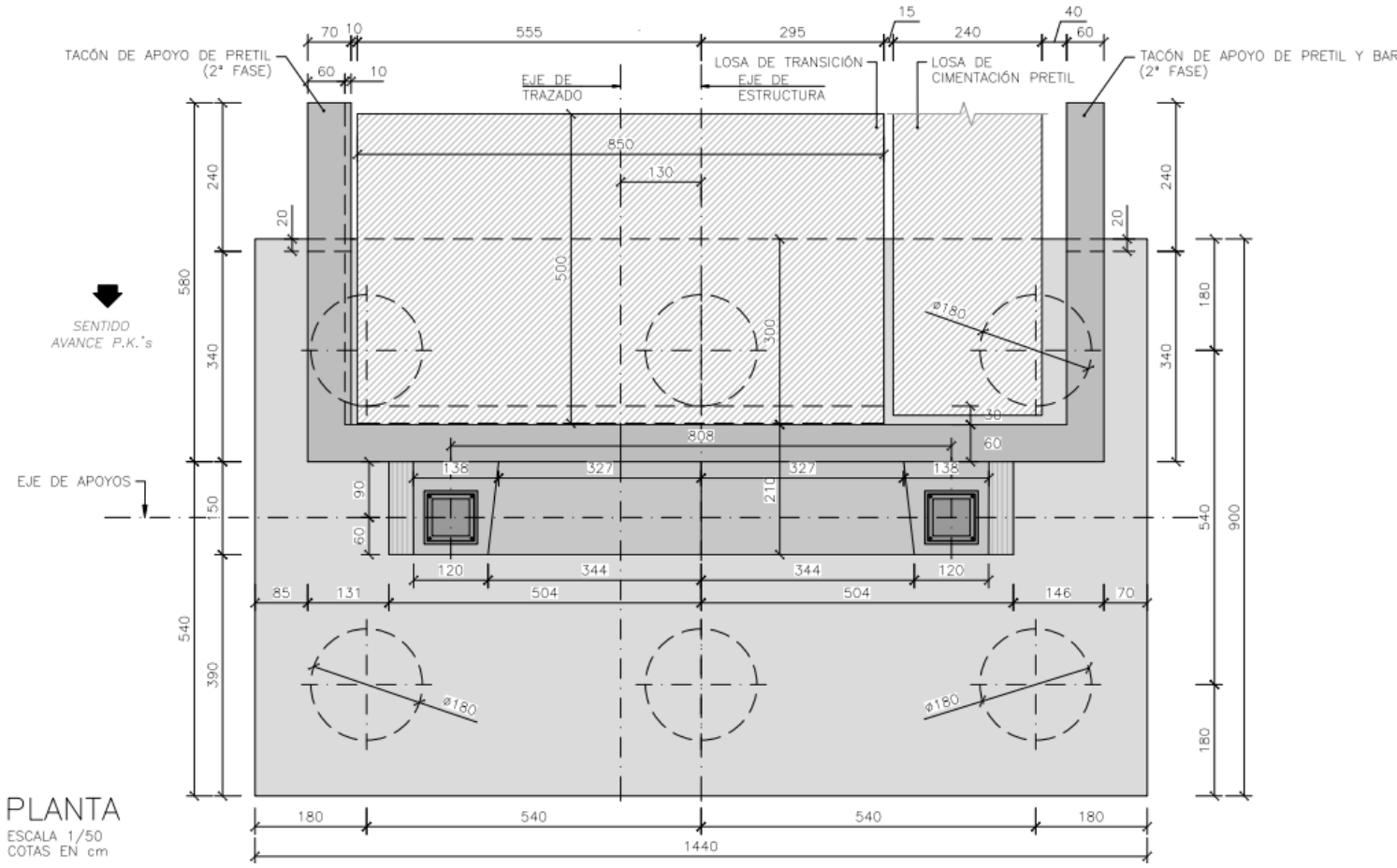


Figura 19 Planta del estribo 1. Distribución de la cimentación

A continuación, se replantean los ejes de los pilotes, cada uno deberá estar separado a una distancia de 5,40 m entre ejes en ambas direcciones y a 1,80 m del margen del encepado en ambas direcciones. La longitud de los pilotes es de 26 m.

Con los ejes replanteados, se procede con la ejecución de los pilotes. Previo a este paso es necesario haber realizado un correcto acondicionamiento de la zona de trabajo que facilite el acceso y la disposición de la máquina de pilotaje. Una vez instalada, se procede a la perforación del terreno, introduciendo a su vez la camisa recuperable.

Una vez realizada la perforación, se introducen los tramos de armadura ya montada asegurando que en todo momento se deja sobresalir las armaduras una distancia mínima de 1,20 m para la posterior conexión de los pilotes con el encepado. Junto a la armadura, se colocan a su vez los elementos necesarios para realizar los ensayos de auscultación en los pilotes. Independientemente del tipo de auscultación que se realice, se introducirán en el pilote cuatro tubos de acero, dos de 50 mm de diámetro colocados diametralmente opuestos, y otros dos de 130 mm en idéntica situación, girados 90º con relación a los anteriores. Todos los tubos de acero se introducirán a lo largo de toda la longitud del pilote excepto uno, de 130 mm, que finalizará tres metros antes de alcanzar la punta del pilote.

Dadas las características del terreno descritas anteriormente, se aconseja la ejecución de pilotes con camisa perdida de chapa, de este modo se evitarán posibles problemas e interferencias de las aguas subterráneas de la ría con los pilotes durante el proceso de fraguado del hormigón. La definición de estos pilotes con camisa de chapa se detalla en las consideraciones.

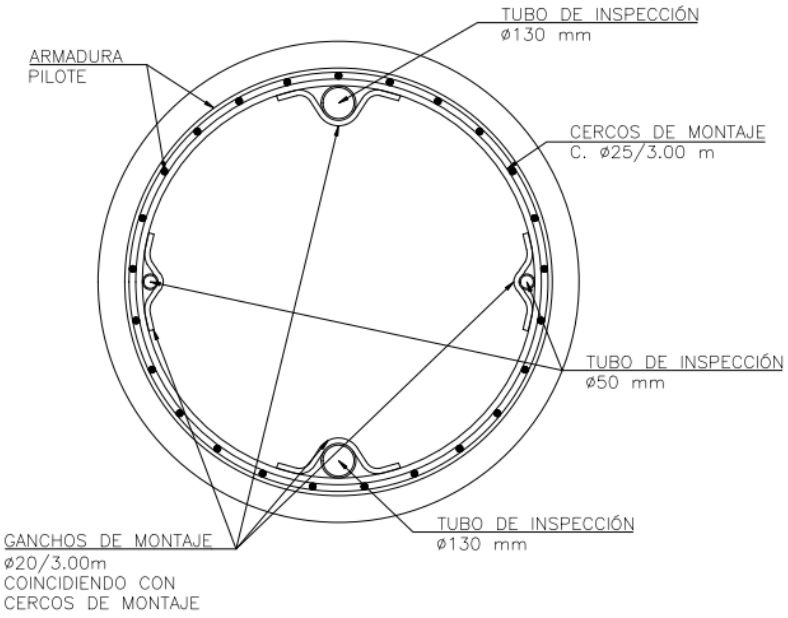


Figura 20 Sección de la armadura del pilote

A continuación, se hormigonan los pilotes para ello, se emplea un tubo Tremie a través del cual se vierte el hormigón mientras se va extrayendo la camisa recuperable.

Una vez fraguado el hormigón, se procede con la ejecución de la primera capa de hormigón de limpieza sobre la superficie del encepado. Esta capa de 10 cm de hormigón permitirá separar las armaduras y la cimentación del encepado de la superficie del terreno además de nivelar la superficie de la excavación de modo que se pueda realizar la auscultación de una forma más

cómoda y accesible. Una vez ejecutada la capa de hormigón de limpieza y fraguada esta, se procede con realización de las auscultaciones de los pilotes. Estas auscultaciones se realizan a través del método *cross – hole* y su finalidad consiste en evaluar la integridad estructural del pilote, asegurando que no se han formado huecos dentro del pilote y que este es homogéneo a lo largo de toda su extensión. El ensayo se realiza registrando el tiempo que tarda una onda ultrasónica en propagarse desde un emisor a un receptor que se desplazan simultáneamente por dos de los 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.

Figura 21 Ejemplo de ejecución del ensayo cross – hole

En el caso de que se detecte algún defecto en los pilotes, es necesario realizar el siguiente procedimiento. Primero se deben hacer dos perforaciones al lado del pilote, para proceder a la limpieza con agua a presión bajo el pilote, y rellenar los huecos con mortero. Una vez hecha la subsanación, se procederá a repetir el ensayo *cross – hole*, para poder determinar si ha sido efectiva o no.

Una vez ejecutados y auscultados los pilotes se procederá a la comprobación del contacto pilote-terreno y del terreno situado bajo la punta del pilote. Para ello se ejecutará inicialmente un sondeo con recuperación de testigo a través del tubo de 130 mm de menor longitud, atravesando los tres metros de hormigón del pilote y cinco metros más, como mínimo, del terreno situado bajo la punta del pilote. Si el hormigón de la punta del pilote y el contacto pilote-terreno están correctos, y se observan estratos de roca sana en el terreno situado bajo el pilote se procederá al relleno de los cuatro tubos de acero y de la perforación del sondeo con mortero M-450.

El siguiente paso es realizar el encepado que va a recoger a los pilotes. Sobre la capa de hormigón de limpieza ya ejecutada, se procede al replanteo del encepado, y a la colocación tanto de la armadura correspondiente como del encofrado. A continuación, se hormigona el encepado con un camión con bomba de hormigón. Durante la colocación de las armaduras, se han de colocar, a su vez, las armaduras de empalme que permitirán conectar el encepado con el alzado del estribo.

Una vez fraguado el hormigón del encepado, el último paso para completar la cimentación consiste en la impermeabilización de la superficie del encepado. Para ello se aplicará un chorreo de arena de sílice con el fin de preparar la superficie y garantizar que la pintura se adhiera al

hormigón. Una vez limpia y preparada la superficie, se aplica una capa de pintura para impermeabilización que protegerá frente a posibles corrosiones al encepado.

CIMENTACIÓN DEL ESTRIBO 2

En primer lugar, se llevan a cabo los movimientos de tierra necesarios para generar las superficies de trabajo. En este caso, es preciso realizar una excavación suficiente en la que se pueda ejecutar un encepado de 14,0 x 7,40 x 1,80 m más 10 cm de hormigón de limpieza y que permita colocar y retirar el encofrado de este. Durante el movimiento de tierras se deberá prestar especial atención a no perforar ni retirar parte de la costra de lodos existente puesto que en caso de hacerlo cambiarían radicalmente las condiciones del suelo, pasando de un terreno firme a una superficie de lodos saturados. Para este caso es de vital importancia puesto que la superficie del terreno afecta mucho en el caso de pilotes hincados.

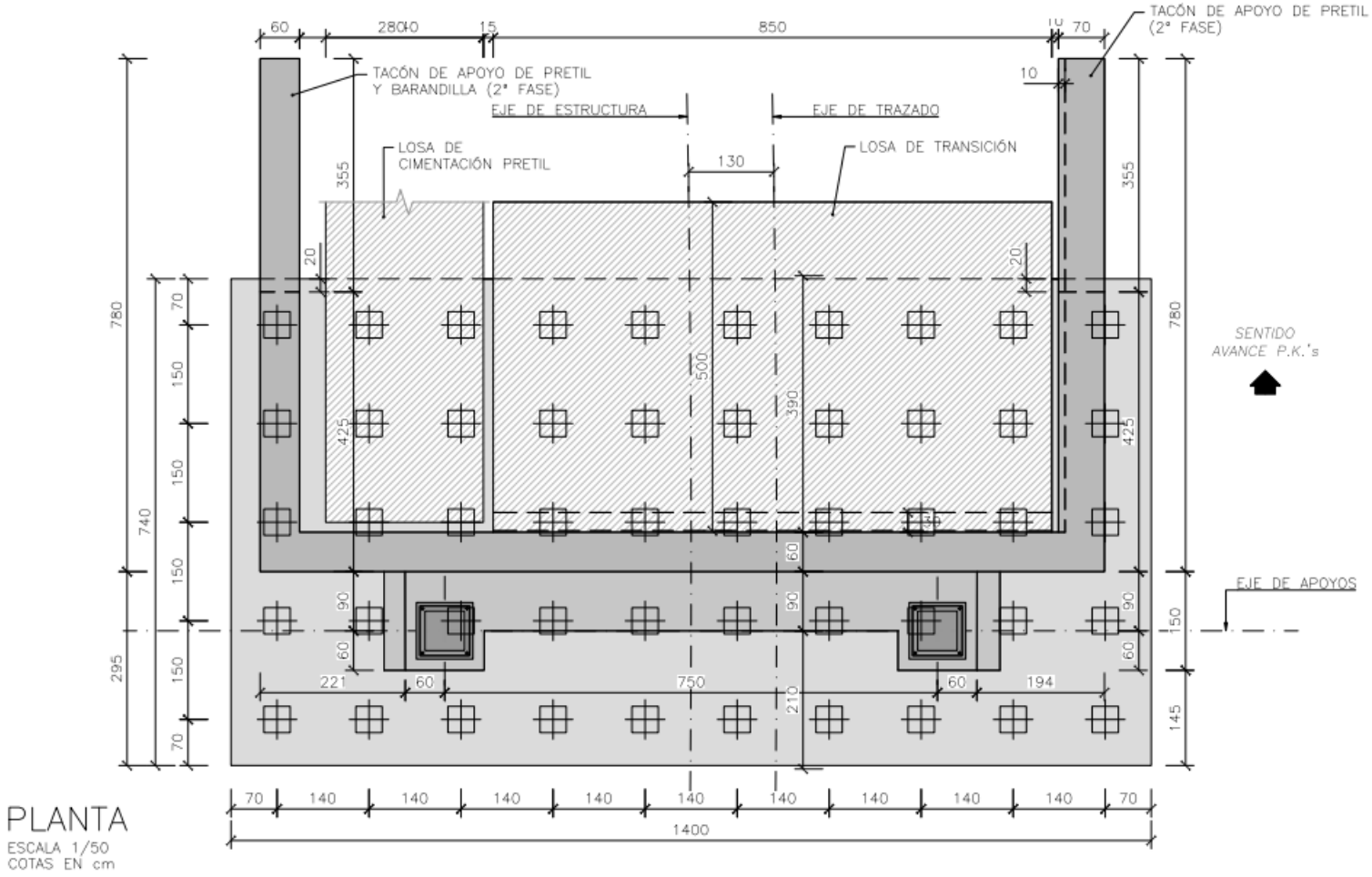


Figura 22 Planta del estribo 2. Distribución de la cimentación

A continuación, se replantean los ejes de los pilotes, cada uno deberá estar separado a una distancia de 1,40 m entre ejes en dirección horizontal y 1,50 m entre ejes en dirección al avance de los PK. La longitud de los pilotes es de 28 m.

Con los ejes replanteados, se procede con la ejecución de los pilotes. Previo a este paso es necesario haber realizado un correcto acondicionamiento de la zona de trabajo que facilite el acceso y la disposición de la máquina de pilotaje además de disponer de una superficie de acopio de los pilotes prefabricados. En este caso, al tratarse de pilotes hincados se empleará un martinete de mazas. Los pilotes serán prefabricados de sección cuadrada de 40 x 40 cm y dispondrán de un azuche apuntado en la punta del pilote el cual favorecerá su hinca.

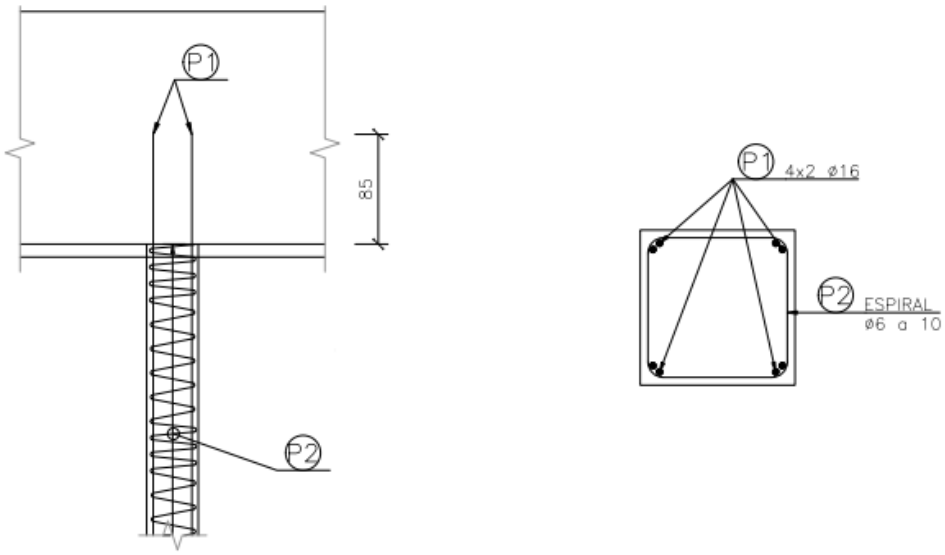


Figura 23 Armado de pilotes prefabricados

Para la ejecución de los pilotes hincados se seguirá el siguiente procedimiento constructivo. Con los ejes ya replanteados de los pilotes, se coloca el martinete con el pilote en el centro del eje donde se ha de hincar. Para la ejecución del hincado del pilote, el martinete está previsto de mazas que golpean las cabezas de los pilotes, y de dispositivos de guía que aseguran que los pilotes no sufrirán desviaciones ni golpes descentrados que puedan provocar una hinca defectuosa o su rotura. Durante la hinca, los pilotes de hormigón armado o pretensado precisarán de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado, o cualquier otro material análogo este elemento deberá tener un espesor justo sin llegar a ser excesivo puesto que podría rebajar la eficacia de la maza.

Figura 24 Ejemplo de hincado de pilotes y disposición de pilotes para su empalme

Al tratarse de un amplio grupo de pilotes los cuales luego se cerrarán mediante un encepado, el procedimiento de hinca se realizará hincando los pilotes desde las filas centrales hacia las exteriores. Como recomendación se iniciará la hinca de un 5% de los pilotes de forma repartida por la zona para conocer mejor la longitud y el rechazo real de cada zona del encepado. En este caso, al tratarse de 50 pilotes y ser un encepado rectangular, se dividirá de manera virtual en 4 sectores rectangulares simétricos el encepado y se comenzará con la hinca de los 4 primeros pilotes en la zona marcada más próxima al centro de los 4 sectores virtuales.

En este caso, al tratarse de pilotes de 28 m de longitud, estos estarán compuestos por varias secciones las cuales se irán empalmando a lo largo del proceso de la hinca.

Durante el proceso de hincado de los pilotes se ha de realizar un ensayo dinámico de carga de los pilotes, para ello, se empleará un analizador electrónico de hinca de pilotes el cual medirá la eficacia del equipo de hinca y las tensiones que se generan en el pilote durante la hinca.

Una vez ejecutados los pilotes, el siguiente paso a realizar consiste en el descabezado de estos. En este proceso se demolerán las cabezas de los pilotes hasta dejarlas al nivel especificado. En este caso, se eliminarán los primeros 85 cm de hormigón de modo que se dejará al descubierto las armaduras para su conexión con el encepado y se asegurará el saneo de todo el hormigón que haya podido quedar resentido por el golpeo de la maza.

El siguiente paso es realizar el encepado que va a recoger a los pilotes. En primer lugar, se verterá una capa de hormigón de limpieza para nivelar el terreno y poder tener una superficie de trabajo limpia. Sobre el hormigón de limpieza se procede al replanteo del encepado, y a la colocación tanto de la armadura como del encofrado correspondiente. A continuación, se hormigona el encepado con un camión con bomba de hormigón. Durante la colocación de las armaduras, se han de colocar, a su vez, las armaduras de empalme que permitirán conectar el encepado con el alzado del estribo.

Una vez fraguado el hormigón del encepado, el último paso para completar la cimentación consiste en la impermeabilización de la superficie del encepado. Para ello se aplicará un chorreo de

arena de sílice con el fin de preparar la superficie y garantizar que la pintura se ad-hiera al hormigón. Una vez limpia y preparada la superficie, se aplica una capa de pintura para impermeabilización que protegerá frente a posibles corrosiones al encepado.

CIMENTACIÓN DE LAS PILAS 1 Y 2

La cimentación de las pilas 1 y 2 es muy similar a la cimentación del estribo 1, cada una de ellas está formada por 8 pilotes de 1,80 m de diámetro, sobre los que descansa un encepado de 19,80 x 9,0 x 2,50 m.

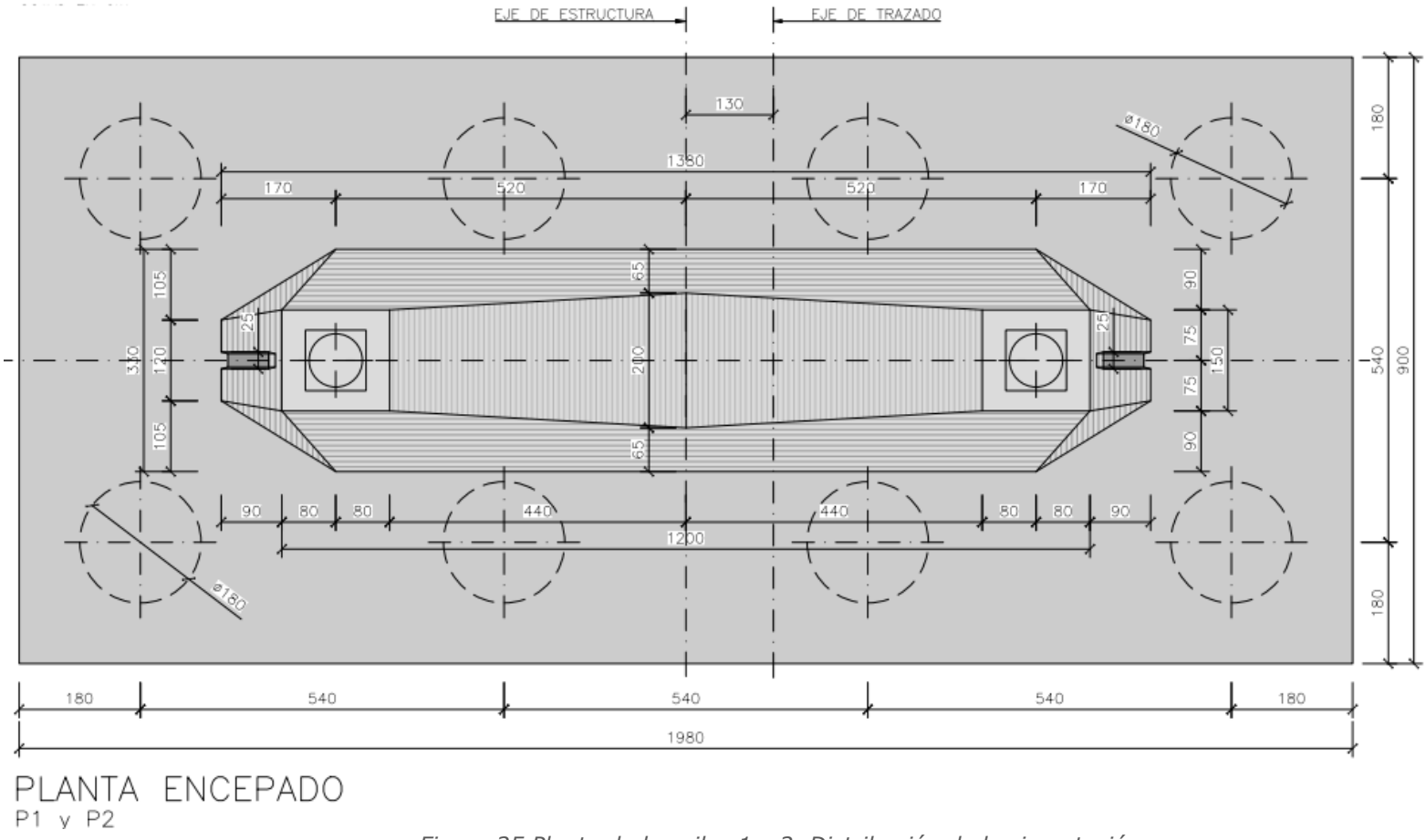


Figura 25 Planta de las pilas 1 y 2. Distribución de la cimentación

La principal diferencia que presenta la cimentación de estas dos pilas con respecto al estribo 1, es que estas se encuentran directamente sobre la ría por lo que, para poder llevar a cabo su ejecución, se deberán de ejecutar unas penínsulas provisionales para la colocación de grúas para el montaje y para la realización de las cimentaciones de las pilas 1 y 2.

Figura 26 Ubicación de las pilas 1 y 2

Estas penínsulas provisionales se realizarán a la vez que los caminos de acceso en la obra y estarán ejecutadas del mismo modo, necesitarán tener la suficiente capacidad portante como para soportar a la maquinaria y estará formada por una capa de pedraplén, y una capa de rechazo de cantera o cualquier material similar que haga fácil el transito sobre estas.

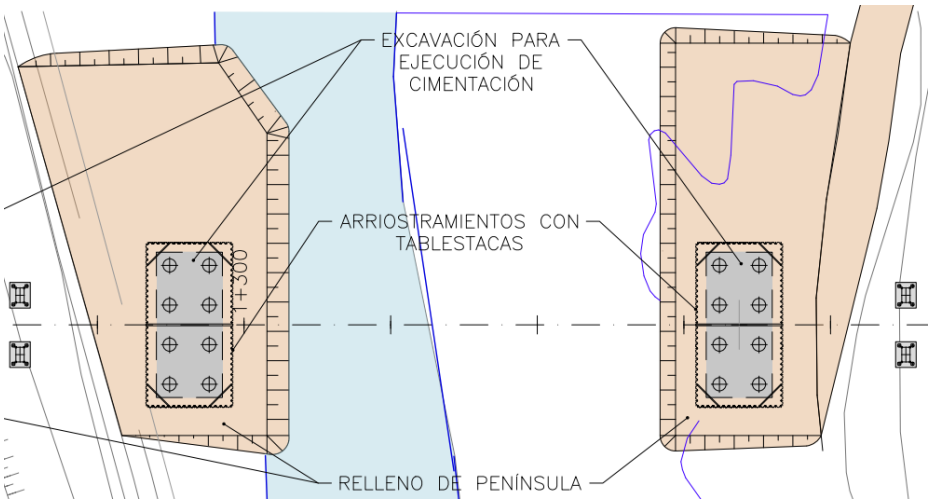


Figura 27 Disposición de las penínsulas

Estas penínsulas deberán de retirarse una vez terminada la obra y se dejará la zona como en su estado inicial.

A continuación, se replantean los ejes de los pilotes, cada uno deberá estar separado a una distancia de 5,40 m entre ejes en ambas direcciones y a 1,80 m del margen del encepado en ambas direcciones. La longitud de los pilotes es de 29 m en la pila 1 y 46 m en la pila 2.

Previo a la ejecución de los pilotes, se ha de ejecutar un recinto de tablestacas el cual aislará la cimentación de la ría, esto evitará correr riesgos por infiltración de las aguas de la ría.

La ejecución de los pilotes se hará del mismo modo que en el estribo 1 con la discrepancia de que, en este caso, no se dejarán las esperas de las armaduras libres de los pilotes sobre la superficie del terreno, sino que en este caso, según las indicaciones de proyecto, se hormigonará hasta la superficie de la península para posteriormente, realizar la excavación de la cimentación y ejecutar el descabezado de los pilotes.

En el apartado de consideraciones, se planteará una alternativa en la ejecución de estos pilotes con el fin de ahorrar material y reducir las labores de descabezado posteriores.

El procedimiento de ejecución de los pilotes y del encepado es el mismo que en el caso del estribo 1, los pilotes se ejecutarán con camisa recuperable y se harán los ensayos pertinentes. En cuanto al encepado, el procedimiento también es idéntico, se colocará el encofrado y las armaduras sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza para posteriormente hormigonar. Una vez fraguado el hormigón y desencofrado el encepado, se impermeabilizará su superficie.

CIMENTACIÓN DE LAS PILAS 3 A 10

La cimentación de las pilas 3 a 10 es similar a la cimentación ejecutada en el estribo 2. Se trata de una cimentación profunda que emplea pilotes prefabricados hincados. En este caso, al tratarse de pilas tipo pórtico, la cimentación estará compuesta por 2 encepados compuestos por 12 pilotes prefabricados hincados de 40 x 40 cm de sección cada uno, los cuales se unirán a través de una viga riostra de sección rectangular.

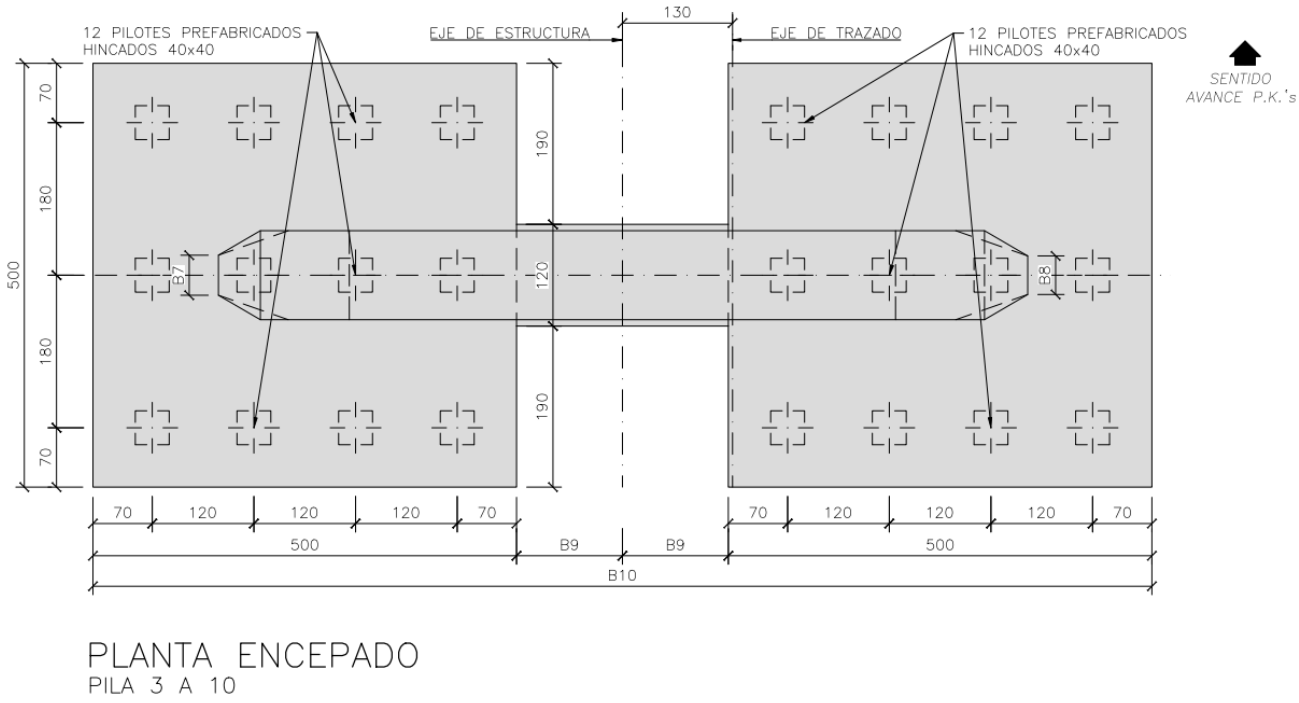


Figura 28 Planta de las pilas 3 a 10. Distribución de la cimentación

El procedimiento es similar a los descritos anteriormente. En primer lugar, se llevan a cabo los movimientos de tierra necesarios para generar las superficies de trabajo. En este caso, es preciso realizar una excavación suficiente en la que se pueda ejecutar un encepado de 5,0 x 5,0 x 1,80 m sobre los que irá colocado cada fuste, a esto se le suma la excavación necesaria a realizar para la ejecución de la riostra que unirá los dos encepados más 10 cm de hormigón de limpieza y que permita colocar y retirar el encofrado de este. Durante el movimiento de tierras se deberá prestar especial atención a no perforar ni retirar parte de la costra de lodos existente puesto que en caso de hacerlo cambiarían radicalmente las condiciones del suelo, pasando de un terreno

firme a una superficie de lodos saturados. Para este caso es de vital importancia puesto que la superficie del terreno afecta mucho en el caso de pilotes hincados.

En este caso, al tratarse de diferentes pilas, la longitud de los pilotes varía, este dato es un factor clave a tener en cuenta de cara a la ejecución de la cimentación puesto que el numero de tramos a empalmar o la longitud de estos es diferente para cada pila. La longitud de los pilotes para cada cimentación se recoge en la siguiente tabla.

Pila	Longitud pilotes (m)
3	52
4	51
5	47
6	43
7	39
8	35
9	31
10	27

Tabla 14 Longitud de los pilotes hincados pilas 3 a 10

El procedimiento de ejecución de los pilotes hincados es el mismo que en el caso del estribo 2. Los pilotes se hincarán por percusión empleando un martinete de mazas. Una vez hincados, se procederá al descabezado de estos para posteriormente, colocar las armaduras de los encepados y el encofrado y la viga riostra sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza y finalmente, hormigonar. Una vez fraguado el hormigón y desencofrado el encepado y la viga riostra, se impermeabilizará su superficie.

2.3.2. Ejecución de los estribos

El estribo 1 es de tipo cerrado, con un cuerpo principal-fuste de 2,10 m de espesor formado por un muro de 0,60 m de espesor y un plinto de apoyos de 1,50 m que se asemeja en forma a los plintos de apoyo de las pilas 1 y 2 para mantener una coherencia formal entre todos los elementos. La altura de las mesetas de apoyo es de 2,35 m. Debido a la asimetría de la sección, la altura del estribo es diferente en cada uno de los lados, siendo de 4,95 m en lado derecho según avance de p.k., y de 4,89 m en el lado izquierdo aproximadamente. Las aletas se diseñan en vuelta de 0.60 m de espesor, que se recrecen a 0,70 m en la parte superior de la aleta derecha (según avance de p.k.) para albergar el anclaje del pretil.

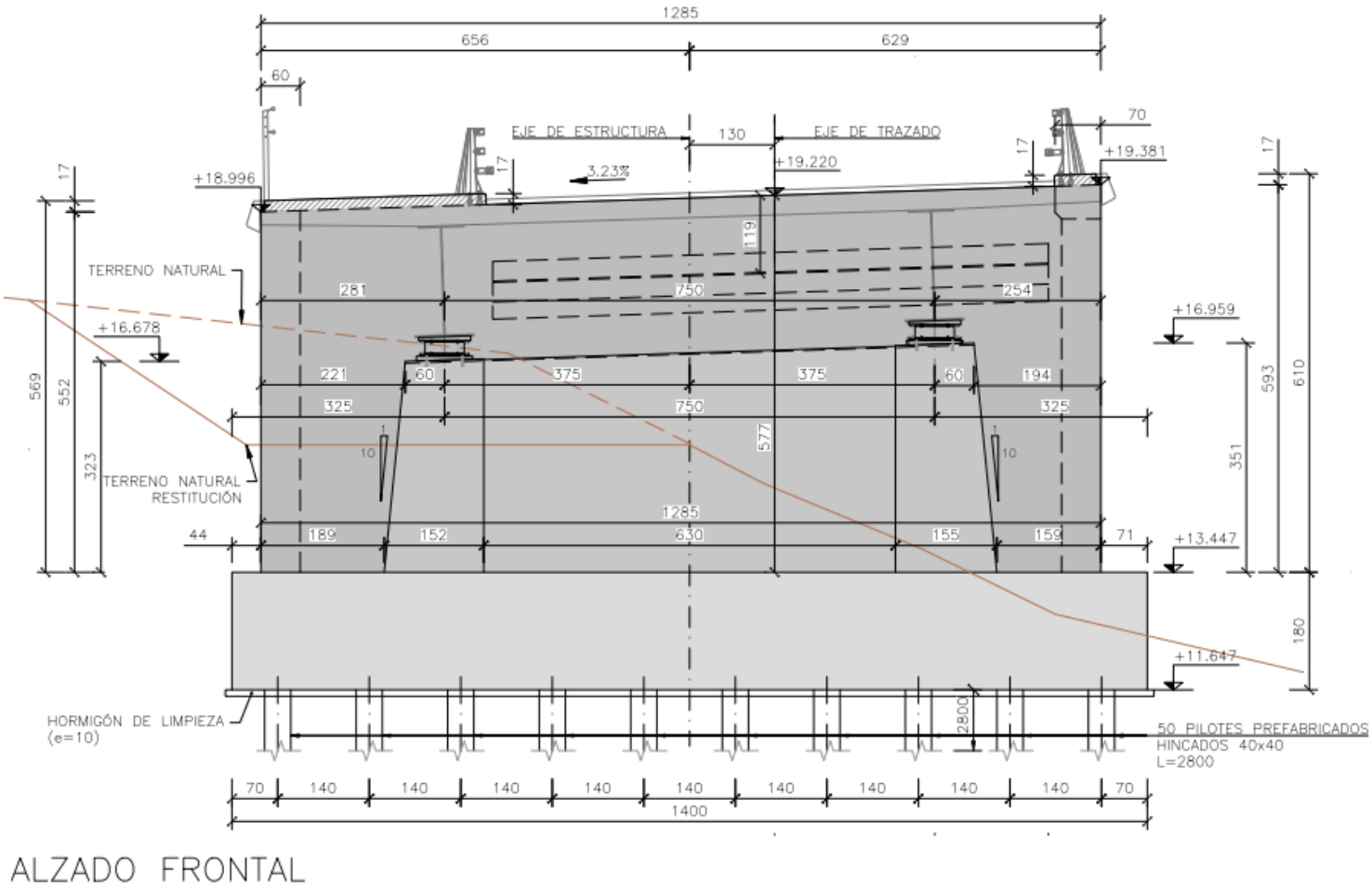


Figura 29 Alzado del estribo 1

El estribo 2 es de tipo cerrado, con un cuerpo principal-fuste de 2,10 m de espesor formado por un muro de 0,60 m de espesor y un plinto de apoyos de 1,50 m que trata de simular los pórticos de las pilas adyacentes para mantener una coherencia formal entre todos los elementos. La altura de las mesetas de apoyo es variable debido al peralte del tablero en este tramo, entre 3,23 m y 3,51 m. La altura del estribo es diferente en cada uno de los lados, siendo de 5,93 m en lado derecho según avance de p.k., y de 5,52 m en el lado izquierdo aproximadamente. Las aletas se diseñan en vuelta de 0,60 m de espesor, que se recrecen a 0,70 m en la parte superior de la aleta derecha (según avance de p.k.) para albergar el anclaje del pretil.

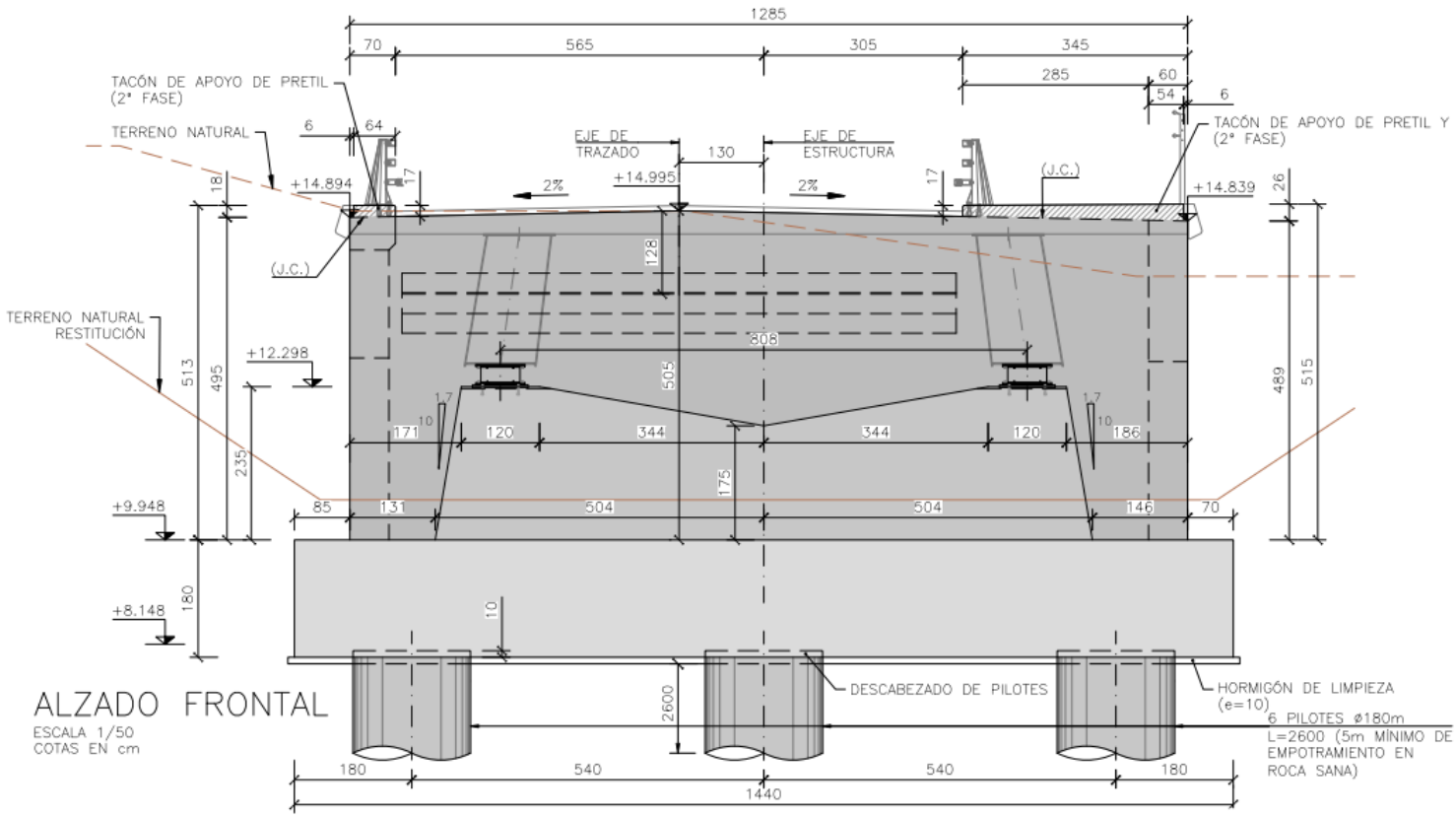


Figura 30 Alzado del estribo 2

En cuanto a la sección de los estribos, es el mismo en ambos casos, como se muestra en la siguiente figura, es necesario incluir durante su ejecución distintos elementos de drenaje que sirvan para asegurar la estabilidad del terreno que soporta el estribo.

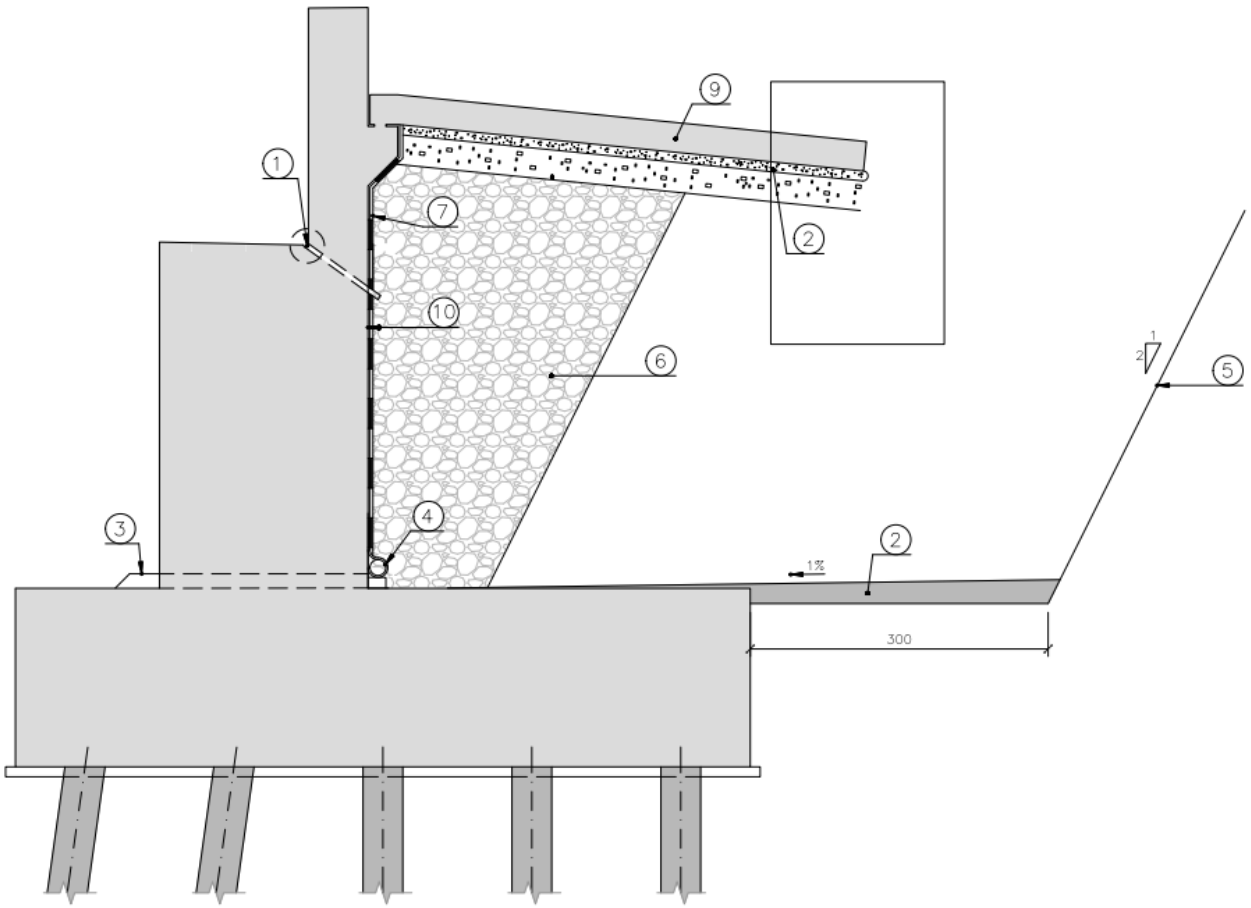


Figura 31 Sección del estribo

A continuación, se procede con la descripción detallada de la ejecución completa de los estribos.

Una vez realizado el movimiento de tierras necesario para la ejecución de la cimentación y posteriormente del estribo, se procede con la ejecución de los estribos, como se ha comentado en el apartado anterior, durante el armado del encepado de la cimentación de los estribos, se deben de colocar una serie de armaduras de anclaje las cuales se unirán a los alzados de los estribos. Para la ejecución de los estribos el procedimiento a seguir es el siguiente, se comenzará colocando la ferralla correspondiente para cada estribo, esto incluye la armadura tanto del alzado y las aletas como de los plintos. Una vez colocada la ferralla se dispondrán los encofrados, correspondientes, hay que tener en cuenta que en la cara delantera se han de colocar encofrados rectos vistos y en el trasdós, rectos ocultos. Durante el proceso de colocación de las armaduras y el encofrado, se han de incluir una serie de elementos dentro del estribo. Como se muestra en la figura anterior, para poder facilitar el drenaje dentro del cuerpo del estribo, se colocarán un tubo de acero galvanizado (1) encargado de recoger el cagua acumulada en los plintos, para poder recoger las aguas, se ejecutará una pequeña canaleta en cada plinto que conducirá las aguas hasta el tubo situado en el punto bajo de la zona central del elemento. Además de este tubo, se incluirán, cada 5 metros, pasamuros de acero galvanizado a modo de mechinales (3) que verterán las aguas recogidas en el cuerpo del estribo.

Con el alzado del estribo ya ejecutado, se procederá con el relleno de este. Previo al relleno, en el trasdós de los estribos, se colocarán, primeramente, una lámina impermeabilizante (10) que proteja al elemento, junto con una napa drenante protegida con geotextil (7) la cual se encargará de recoger las aguas y dirigirlas hasta un tubo dren de PVC ranurado (4) que conectará con los pasamuros de acero galvanizado.

En cuanto a la ejecución de los rellenos, se comenzará con la ejecución de una capa de hormigón de nivelación (2) la cual servirá para aportar una pequeña pendiente a la base y favorecer la dirección del drenaje. Con la base ya ejecutada, se rellenará el estribo de material drenante, en este caso grava limpia, que, al ser poroso, favorecerá la circulación de las aguas infiltradas a través del estribo. La ejecución de los rellenos se realizará por tongadas con el fin de controlar los empujes negativos sobre los estribos y su cimentación.

Finalmente, tras haber ejecutado los rellenos de los estribos, en la coronación de estos, se extenderá una capa de grava compactada, sobre la que se extenderá una nueva capa de 10 cm de hormigón de nivelación. Con la base ya ejecutada, el último paso consistirá en el armado y hormigonado de las losas de transición (9).

2.3.3. Ejecución de las pilas

Dentro de las pilas a ejecutar en el viaducto, se distinguen 2 tipos de pilas, las pilas 1 y 2 las cuales se sitúan sobre la ría son pilas en V que surgen como prolongación de las vigas metálicas de la sección cajón del tablero mientras que de la pila 3 hasta la pila 10, las pilas son de tipo pórtico con sección hexagonal en los fustes.

Para la ejecución del primer tipo de pilas al tener una geometría un tanto distinta a lo convencional, se emplearán encofrados vistos con madera machihembrada que permitirán generar la geometría del plinto de las pilas 1 y 2. Una vez se coloca la ferralla y se encofra la pila, se procederá al hormigonado de esta.

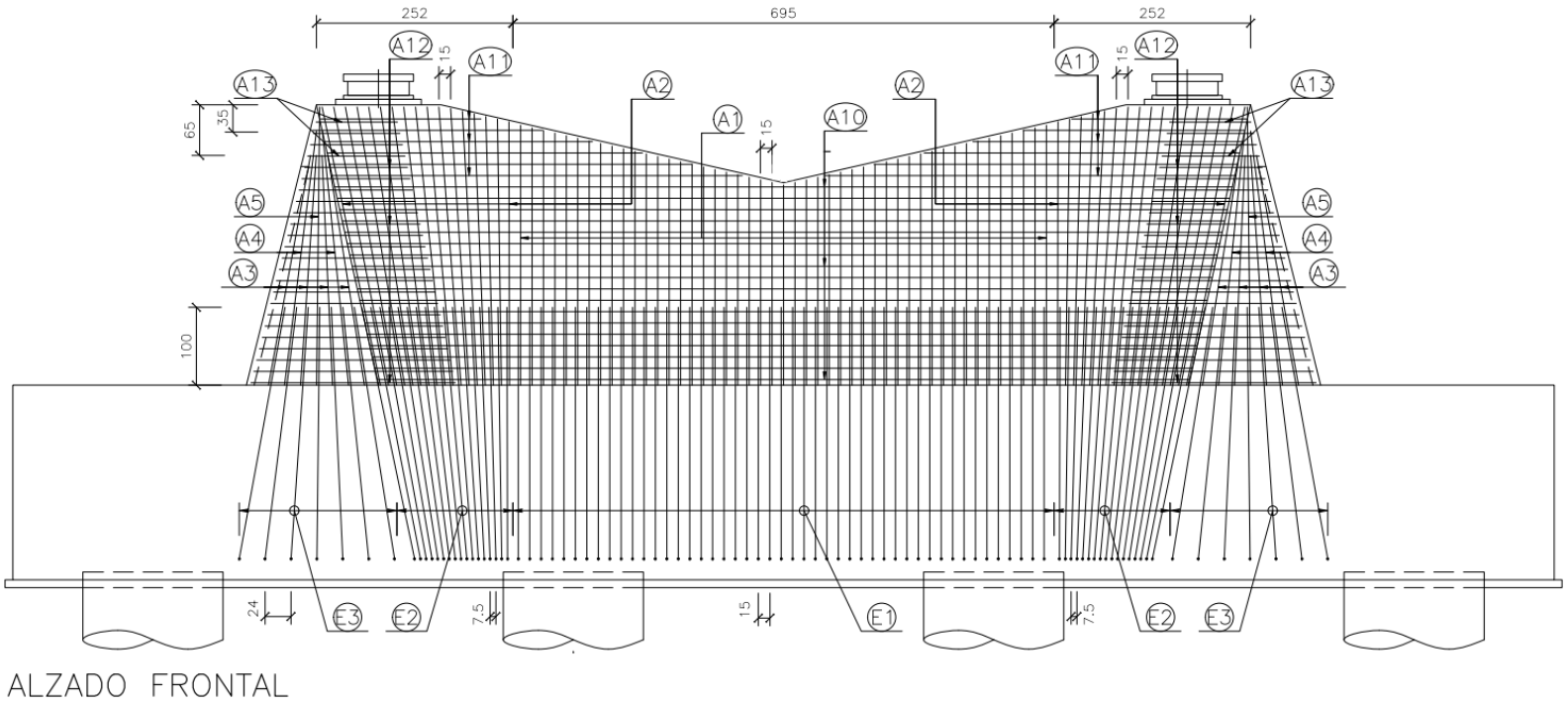


Figura 32 Armado de las pilas 1 y 2

En cuanto a las pilas del tipo 3 a 10, al ser de tipo pórtico, el procedimiento de ejecución de estas varía en ciertos aspectos con respecto a las pilas 1 y 2. Los fustes de las pilas se ejecutan del mismo modo, se colocarán las armaduras de estas y posteriormente el encofrado visto machihembrado. En este caso, los fustes son de sección hexagonal variable.

Una vez armados y encofrados los fustes, previo al hormigonado de estos, se colocará la armadura y el encofrado de la jácena que completará el pórtico de las pilas. Para poder soportar el peso de las armaduras y el hormigón de la viga, se colocará una cimbra bajo el encofrado que soportará todo el peso de la parte superior de la pila.

Finalmente, una vez formado el conjunto, se hormigonará la pila y una vez fraguado el hormigón, se descimbrará y desencofrará la pila.

2.3.4. Viaducto sobre la ría

ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica del viaducto es una de las principales partidas dentro de esta obra y una de las que más volumen económico ocupa dentro del presupuesto.

Esta estructura, como se ha comentado previamente en el planteamiento del viaducto, se trata de una estructura metálica de sección variable la cual plantea una sección de tipología aporticada con cajones paralelos en los 3 primeros vanos con apoyos sobre las pilas 1 y 2 mediante fustes inclinados de sección metálica cerrada. En el resto de vanos, se plantea una sección constante tipo bijácena con nervios doble T. En el vano 4 se realiza una transición entre las dos tipologías.

La estructura metálica se ejecutará en acero S355 J2+N y requerirá de un total de 1.300.645,08 kg de este para su ejecución.

Los distintos tramos de la estructura metálica se ejecutarán en bancadas adyacentes a las pilas situadas en la obra y su montaje se realizará mediante el empleo de grúas telescópicas.

En cuanto al coste del material, como se comenta en la introducción, fue uno de los principales condicionantes que motivaron la revisión y la modificación de este proyecto. Para poder realizar una estimación del coste del material, se ha solicitado presupuesto a distintos talleres metálicos. En el estudio económico se comentarán las ofertas recibidas y la selección de la oferta empleada para el estudio.

Para realizar una estimación del coste de la estructura metálica se plantea un coste de 3,95 €/kg de acero estructural tomado de la oferta recibida por la empresa Talleres Metálicos DINAMETAL.

$$Coste\ acero\ estructural\ = 3{,}95\ {}^{€}/_{kg} * 1.300.645{,}08\ kg\ = 5.137.548{,}07\ €$$

TABLERO DEL VIADUCTO

El tablero del viaducto está compuesto por un sistema de prelosas de 7 cm de espesor las cuales interconectarán entre ellas para formar un tramo continuo a lo largo de todo el recorrido del viaducto. Las prelosas se colocarán apoyadas sobre las alas de la estructura metálica y su geometría servirá como encofrado para la ejecución de la losa de hormigón.

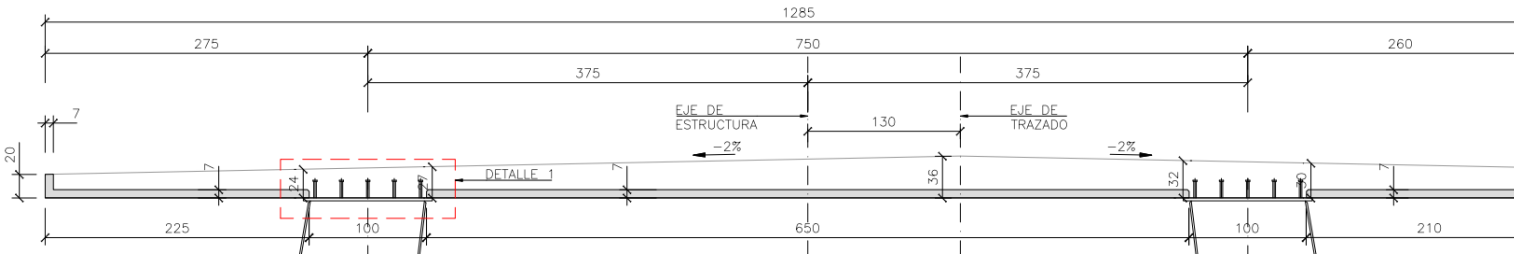


Figura 33 Sección tipo de la prelosa

Al unir las prelosas se mantendrá una junta de 10 mm, las cuales deberán de rellenarse antes del hormigonado del estribo para evitar la filtración de la lechada.

La losa del viaducto es una losa de hormigón continua que se ejecuta directamente sobre las prelosas. Para su ejecución, se colocará la ferralla que contará con una parrilla superior e inferior, y con horquillas que garanticen la distancia requerida entre ambas parrillas.

Una vez colocada la ferralla es momento de hormigonar la losa, colocar las juntas de dilatación y realizar una impermeabilización completa del tablero empleando mortero bituminoso. Para aplicar esta capa impermeabilizante, primero se ejecutará una capa de imprimación a base de emulsión bituminosa sobre la cual se verterá la capa de impermeabilizante mediante el empleo de una barredora autopropulsada que la repartirá homogéneamente.

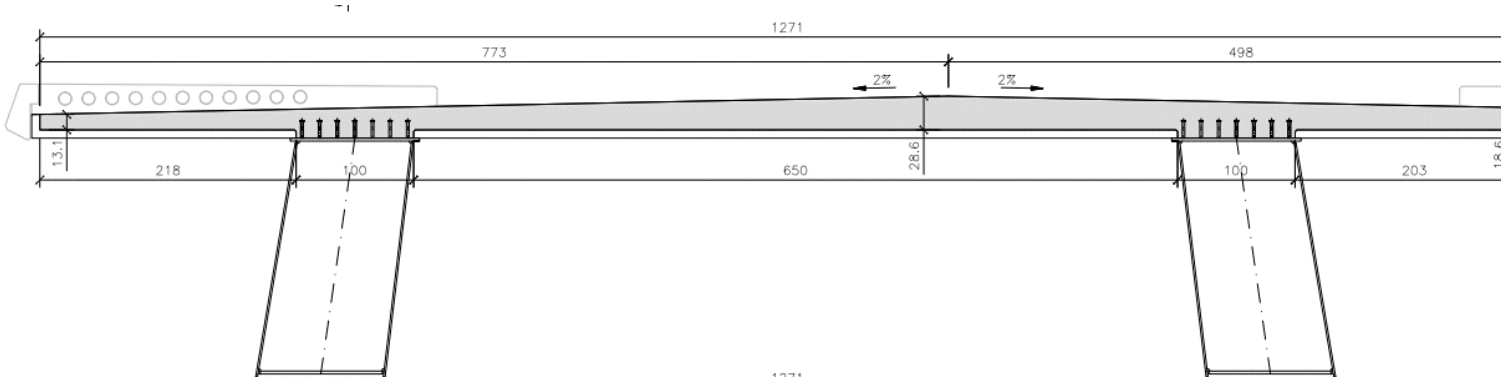


Figura 34 Sección tipo de la losa

2.3.5. Proceso constructivo del viaducto

En este apartado, se definirán cada una de las fases de ejecución del viaducto completo. Para la correcta legibilidad de los datos, este apartado se orienta horizontalmente.

FASE 1

En esta primera fase, tras haber realizado el desbroce se los márgenes de la ría y la ejecución de los caminos de acceso, se ejecutará el tratamiento del terreno en la zona donde se ubicará el estribo 2.

Durante la consolidación de la precarga, se realizarán las penínsulas provisionales para la ejecución de las pilas 1 y2. Una vez ejecutadas estas, se procederá con la hinca del recinto de tablestacas para la ejecución de las pilas y se realizarán todas las cimentaciones, incluyendo dentro de estas tanto la ejecución de los pilotes, hincados e in situ, como la ejecución de los encepados.

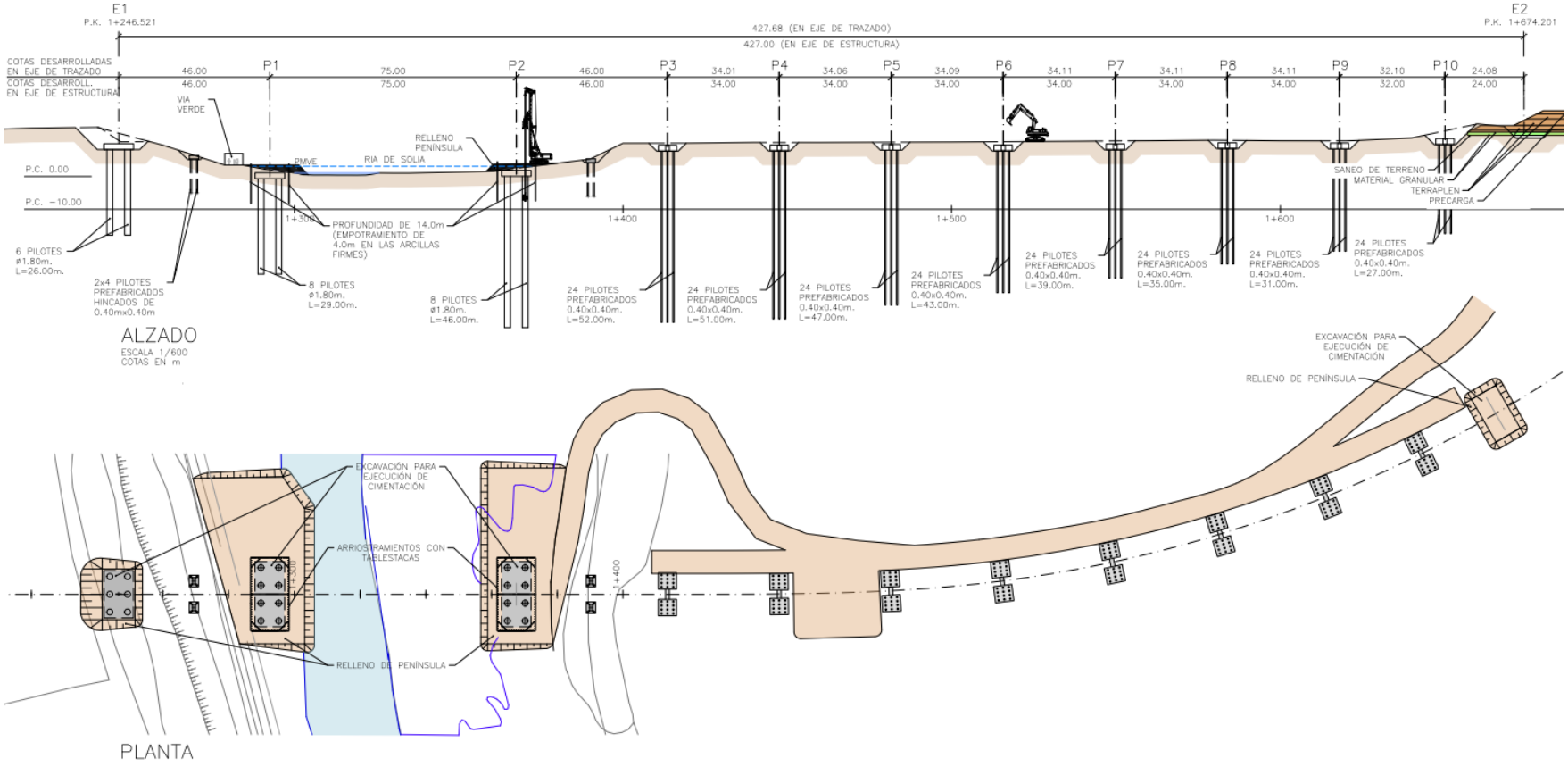


Figura 35 Fase 1 de ejecución del viaducto

FASE 2

Durante esta segunda fase se ejecutarán los alzados del estribo 1 y las pilas y se rellenarán las excavaciones realizadas para la ejecución de las cimentaciones.

Junto a estos trabajos, se realizará la excavación de la cimentación del estribo 2 una vez ya consolidado el terreno tras la precarga y se ejecutará su cimentación, tanto pilotes como encepado.

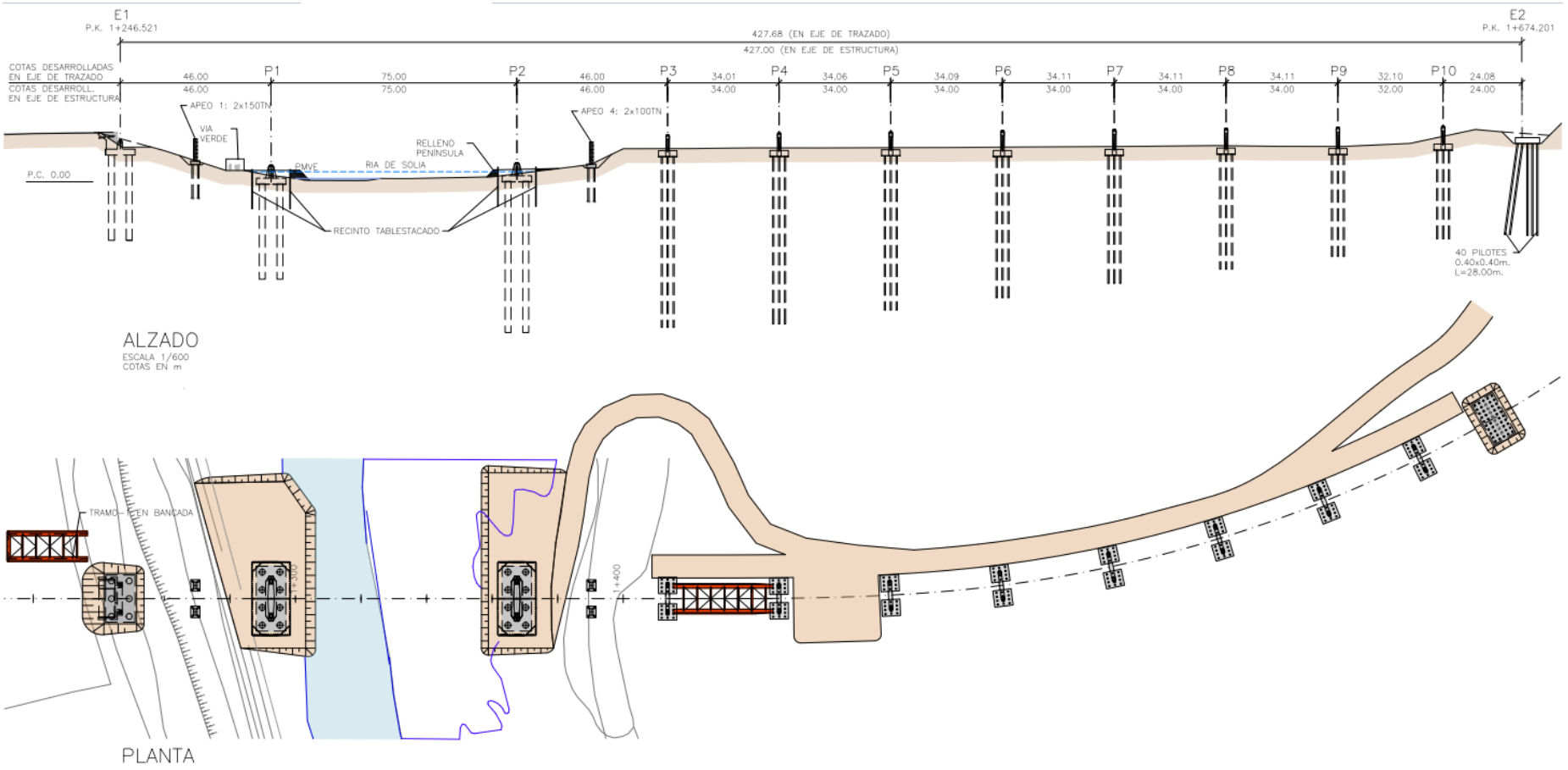


Figura 36 Fase 2 de ejecución del viaducto

Se ejecutarán también los apeos provisionales que servirán para la ejecución del tramo del viaducto que se sitúa directamente sobre la ría. Se colocarán 2 apeos provisionales a cada lado compuestos por torres metálicas las cuales se apoyarán sobre una cimentación compuesta por un encepado de 3,50 x 2,80 x 1,10 m sobre 4 pilotes prefabricados de 40 x 40 cm de 22 m de longitud en el caso del apeo más próximo a la pila 1 y 27 m en el caso del apeo mas cercano a la pila 2.

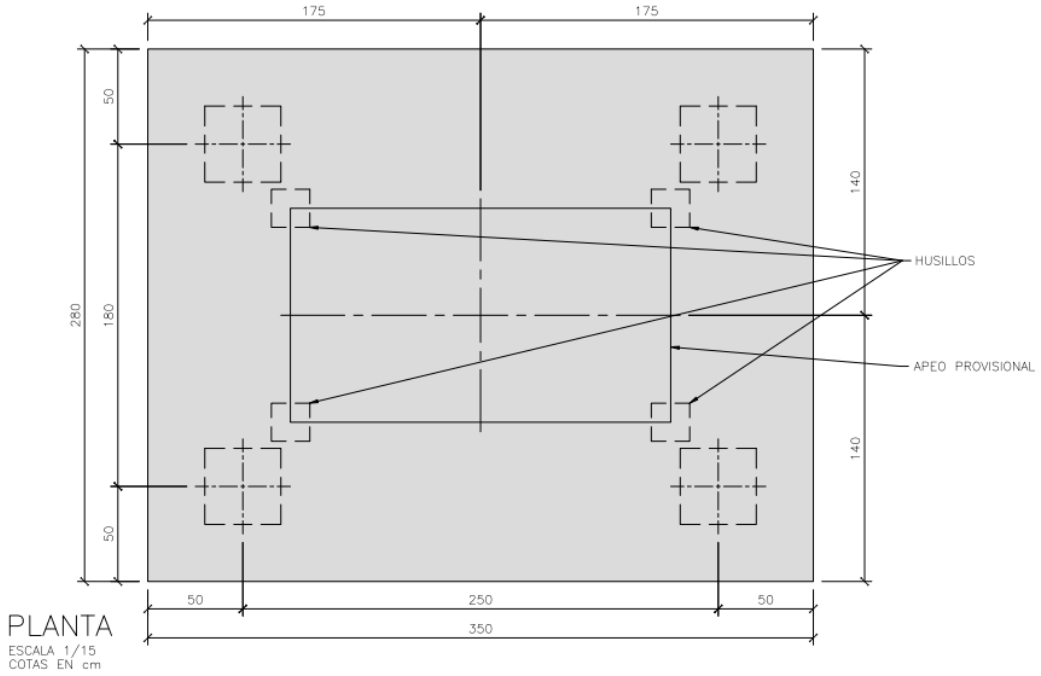


Figura 37 Planta de la cimentación del apeo provisional

En esta segunda fase se comenzará también con el ensamblaje de los tramos 1 y 7 de la estructura metálica del viaducto en una bancada ubicada en la explanada del estribo 1.

FASE 3

En la tercera fase de ejecución del viaducto se ejecutará el alzado del estribo 2 y se colocarán los tramos 1 y 7, ensamblados en la fase anterior. El tramo 1 se anclará al estribo 1 y al apeo provisional 1 mientras que el tramo 7 se colocará entre el segundo apeo provisional y la pila 3.

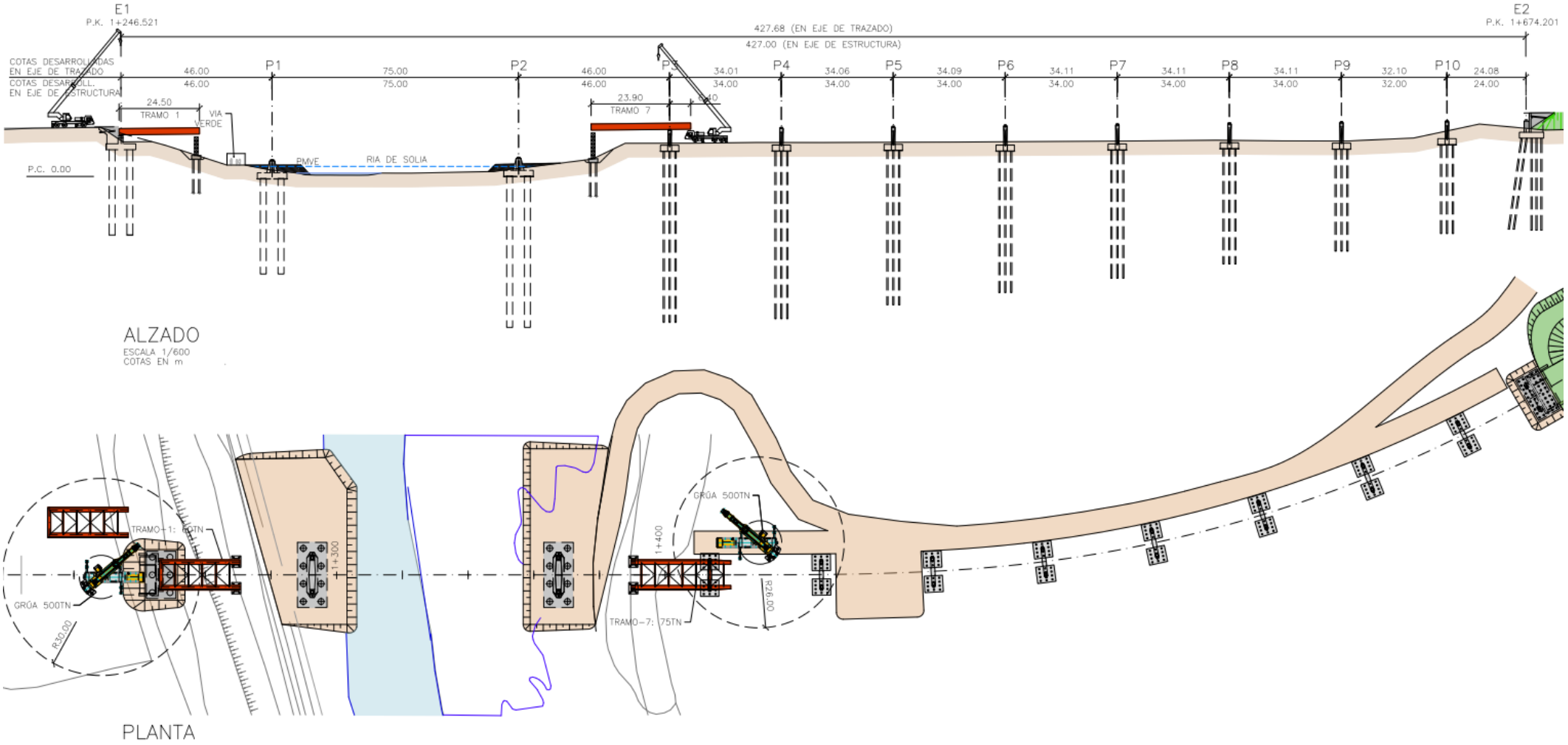


Figura 38 Fase 3 de ejecución del viaducto

FASE 4

La fase 4 comenzará con la colocación de los tramos 2A Y 6A, que corresponden con los inicios de las V metálicas de apoyo en pilas 1 y 2. El izado se realiza por jácenas individuales y directamente desde los transportes. Una vez colocadas las jácenas longitudinales de montarán las vigas transversales del tablero y la riostra inferior de pila.

En esta fase también se comenzará con la instalación del viaducto de prolongación desde el estribo 2 con el tramo 15.

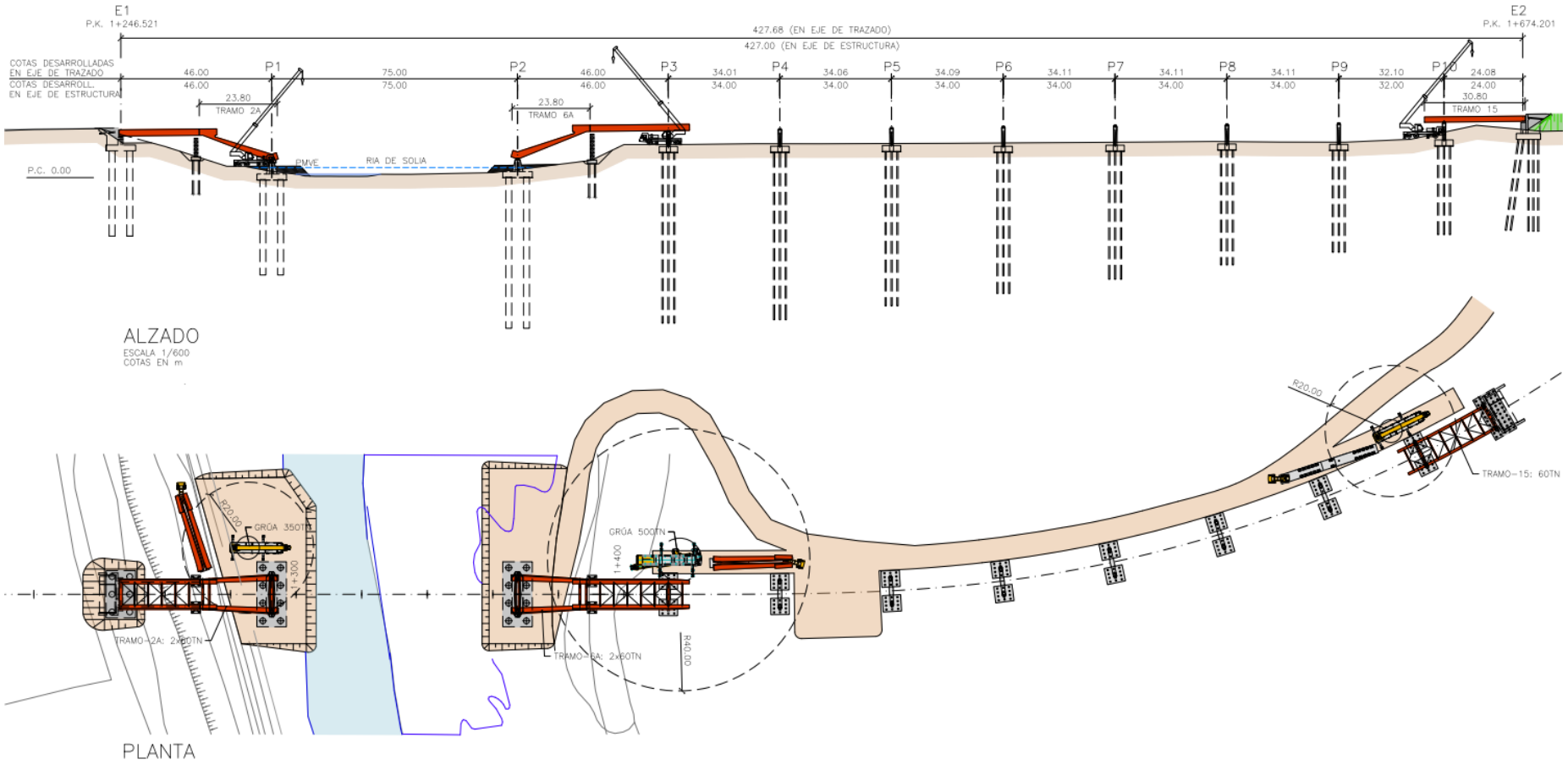


Figura 39 Fase 4 de ejecución del viaducto

FASE 5

En esta fase se realizará el montaje de los tramos 2b, 6b y 14 mediante grúa. El izado se realizará por jácenas individuales y directamente desde los transportes. Una vez colocadas las jácenas longitudinales de montarán las vigas transversales del tablero.

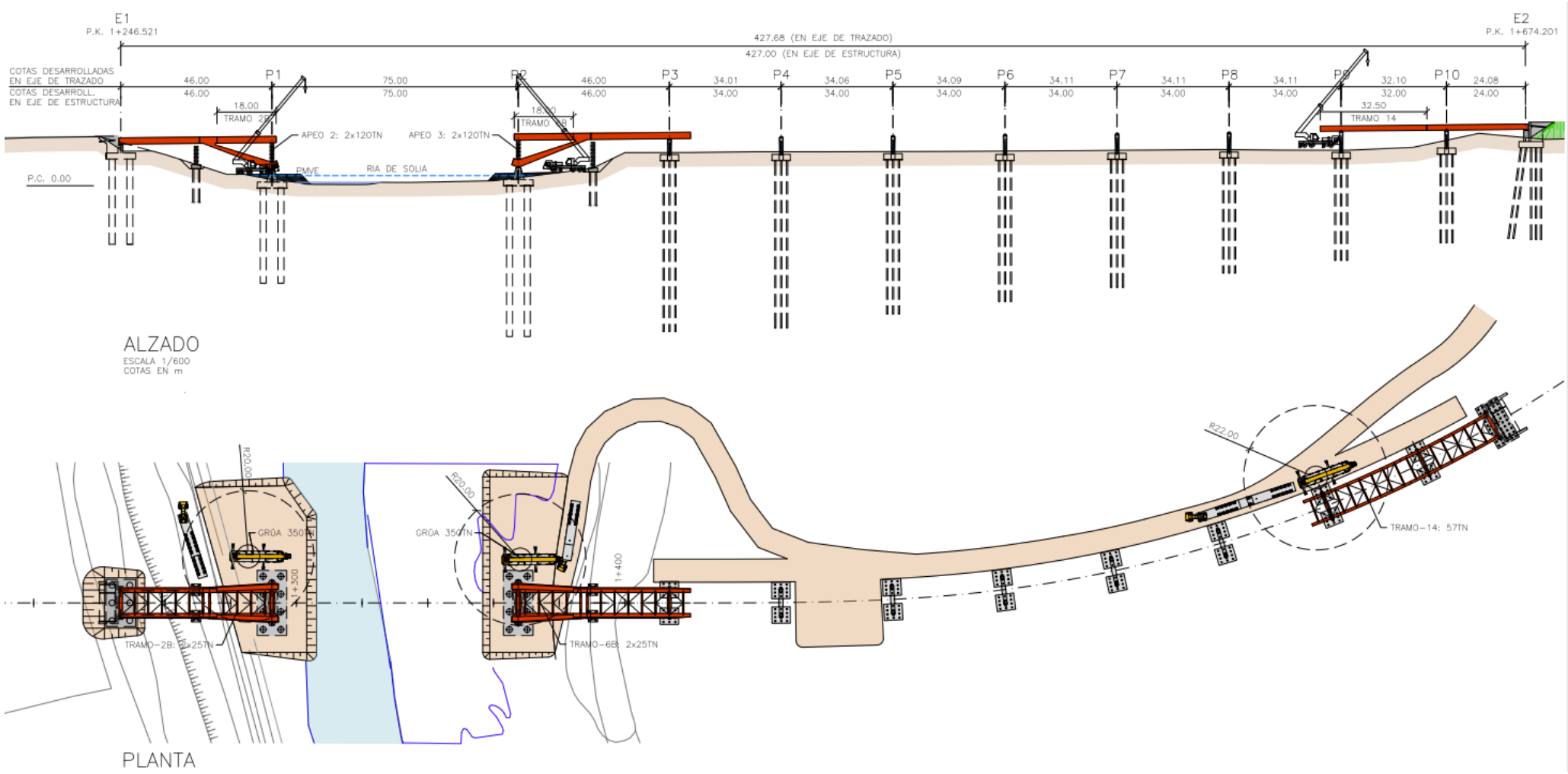


Figura 40 Fase 5 de ejecución del viaducto

FASE 6

En la fase 6 se realizará el premontaje de los tramos 3 y 5 en bancadas situadas en las penínsulas provisionales de las pilas 1 y 2 respectivamente. El montaje de estos tramos se realizará con la pieza de ancho completo mediante el empleo de una grúa telescópica.

Se montará también el tramo 13, en este caso el izado se realizará por jácenas individuales y directamente desde los transportes. Una vez colocadas las jácenas longitudinales de montarán las vigas transversales del tablero.

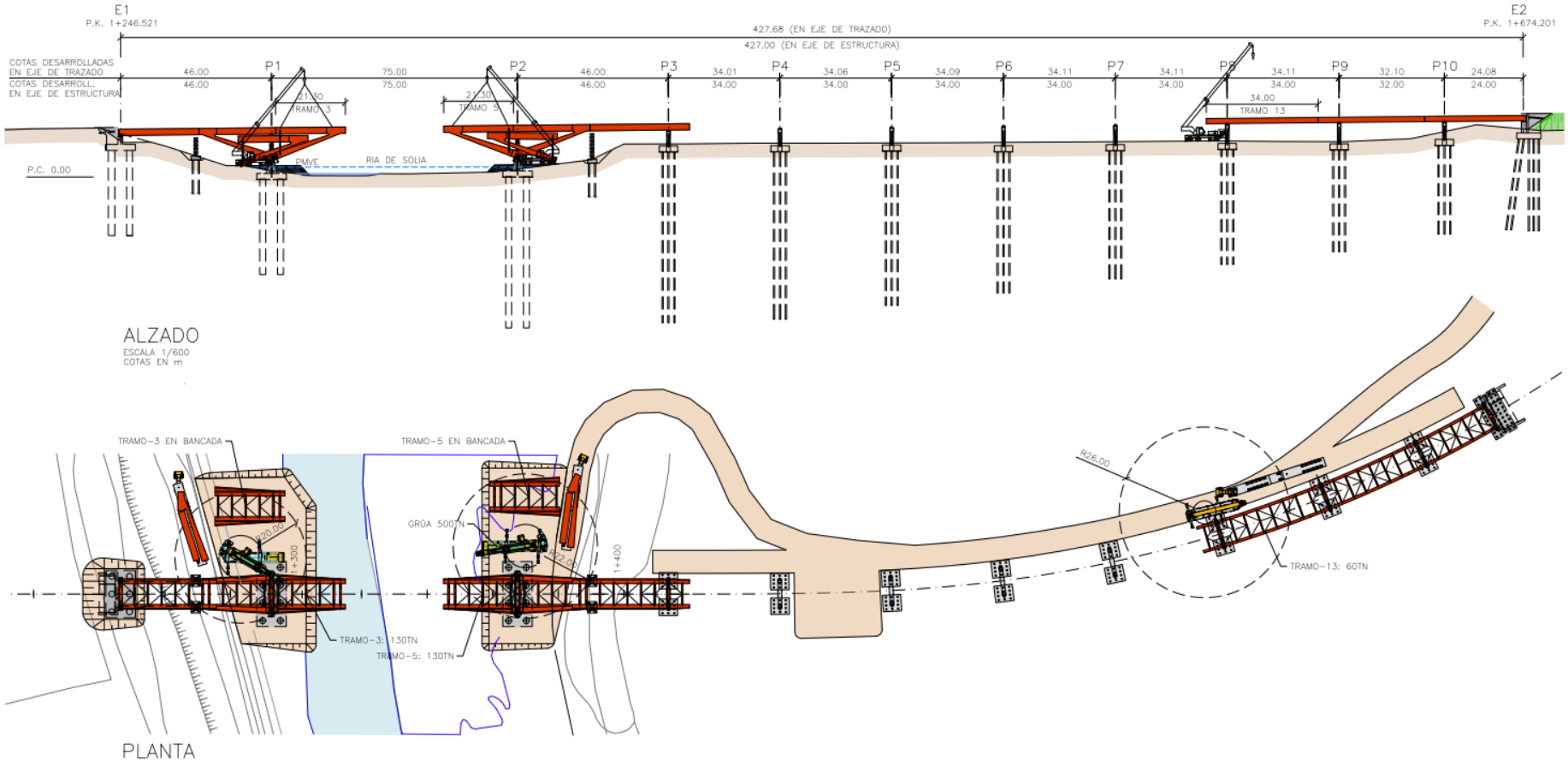


Figura 41 Fase 6 de ejecución del viaducto

FASE 7

En esta fase, el tramo 4 se pre montará en la bancada dispuesta en la península provisional de la pila 1. El montaje del tramo se realizará con la pieza de ancho completo mediante el empleo de una grúa telescópica.

EL montaje de tramo 12 se realizará mediante grúa y en jácenas independientes desde el transporte. Una vez colocadas y aseguradas las vigas principales se procederá al montaje de las vigas transversales.

Una vez ejecutados estos tramos, se hormigonará el contrapeso interior de las vigas ubicadas en el arranque del vano 1. Tras su ejecución, se procederá con la liberación del bloqueo provisional de la pila 3.

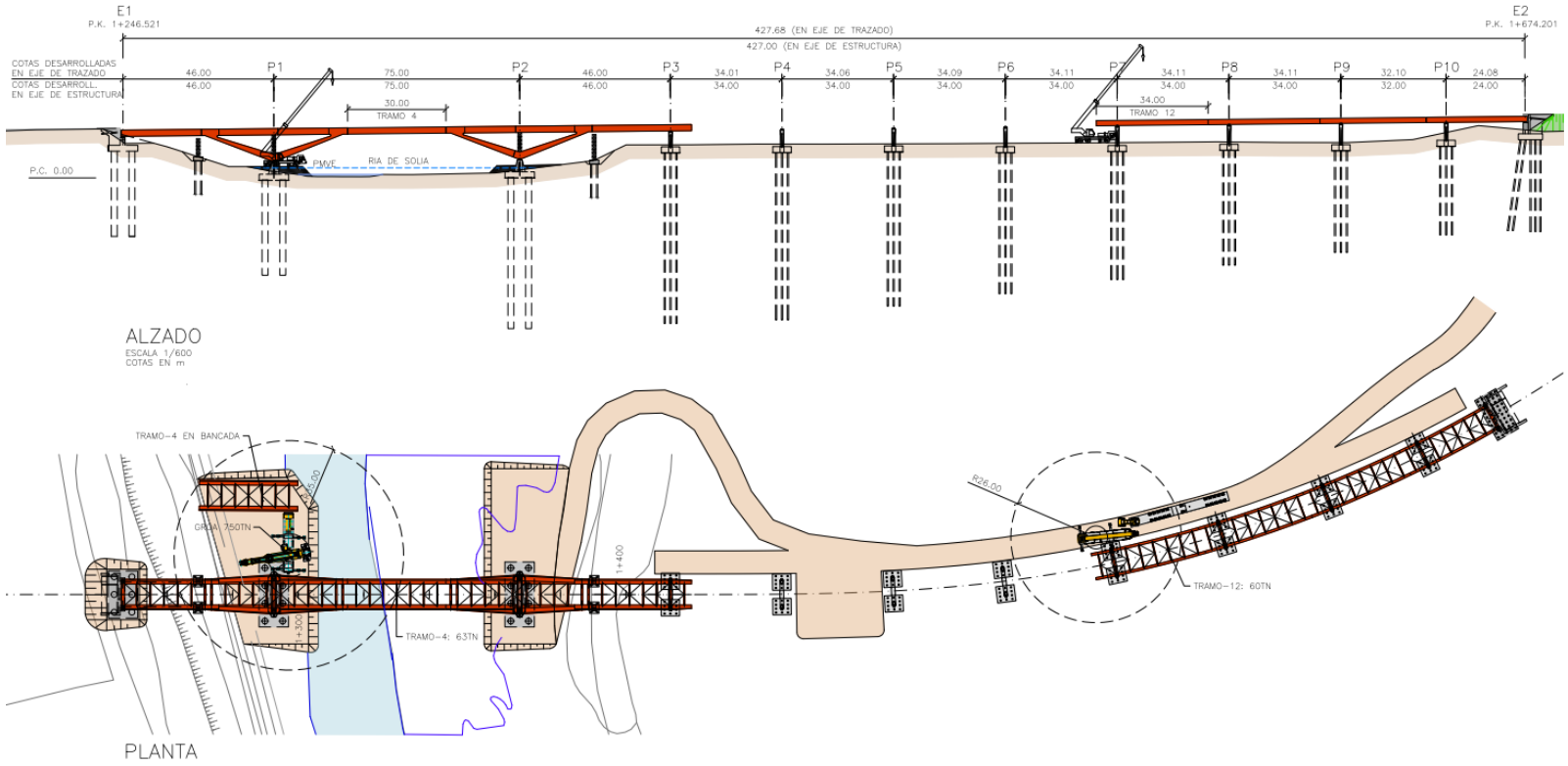


Figura 42 Fase 7 de ejecución del viaducto

FASE 8

En la octava fase de ejecución del viaducto, se retirará el apeo del vano 3 y se realizará el montaje de los tramos 8 y 11. El izado se realizará por jácenas individuales y directamente desde los transportes. Una vez colocadas las jácenas longitudinales de montarán las vigas transversales del tablero.

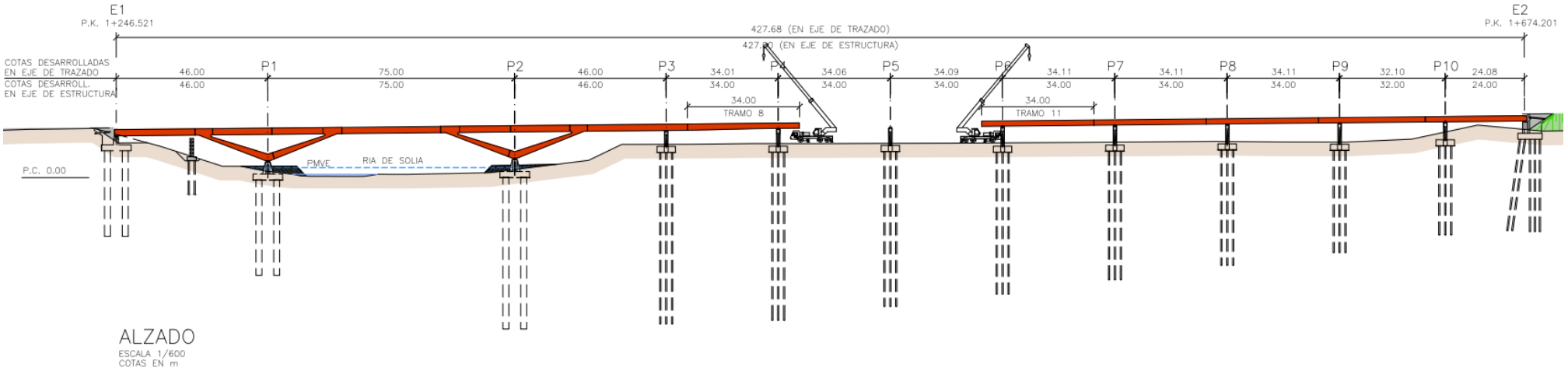


Figura 43 Fase 8 de ejecución del viaducto

FASE 9

En esta fase se realizará el montaje del tramo 10.

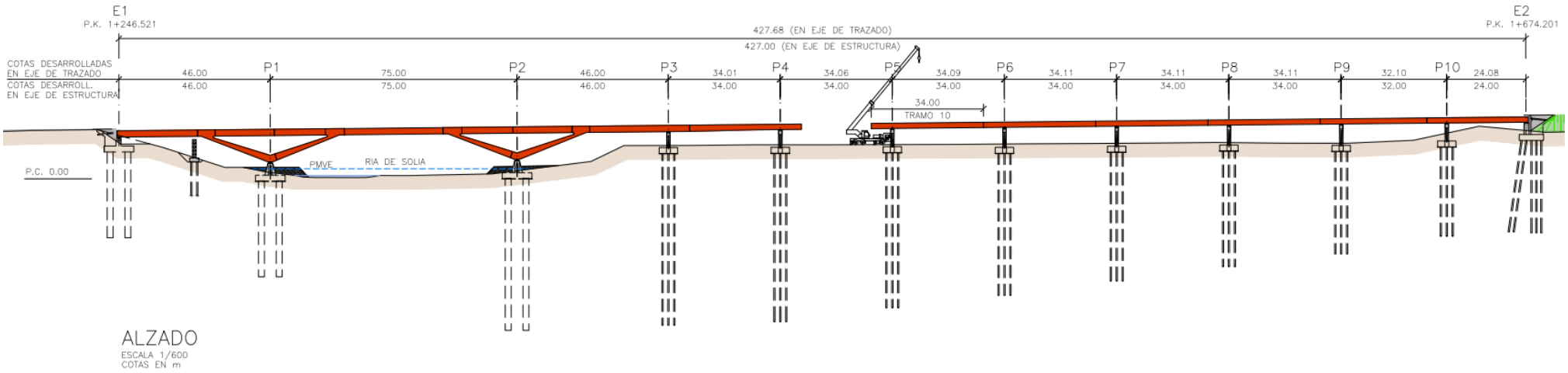


Figura 44 Fase 9 de ejecución del viaducto

FASE 10

En la fase 10, se realizará el montaje del tramo 9 con el que se cerrará la estructura metálica del viaducto. Una vez montada esta, se procederá con la liberación de los bloqueos provisionales en los estribos.

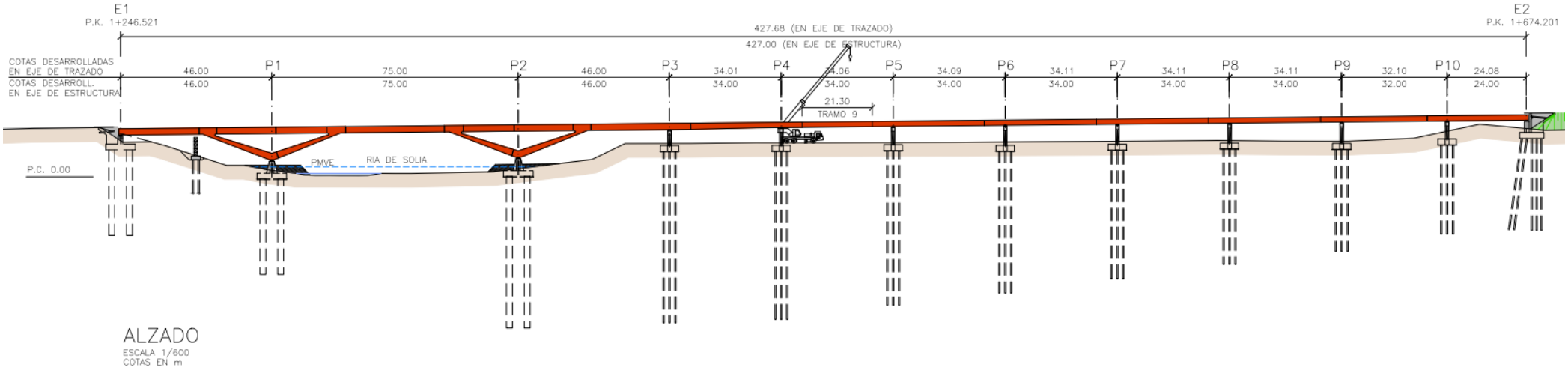


Figura 45 Fase 10 de ejecución del viaducto

FASE 11

En esta fase se realizará el hormigonado del interior de los nervios y diafragma adyacentes al estribo

En esta misma fase se colocarán las prelosas y se realizará el ferrallado in situ. Una vez colocadas las armaduras, se realizará el hormigonado por fases de la losa.

Acabados estos trabajos, se retirarán las penínsulas provisionales de manera definitiva.

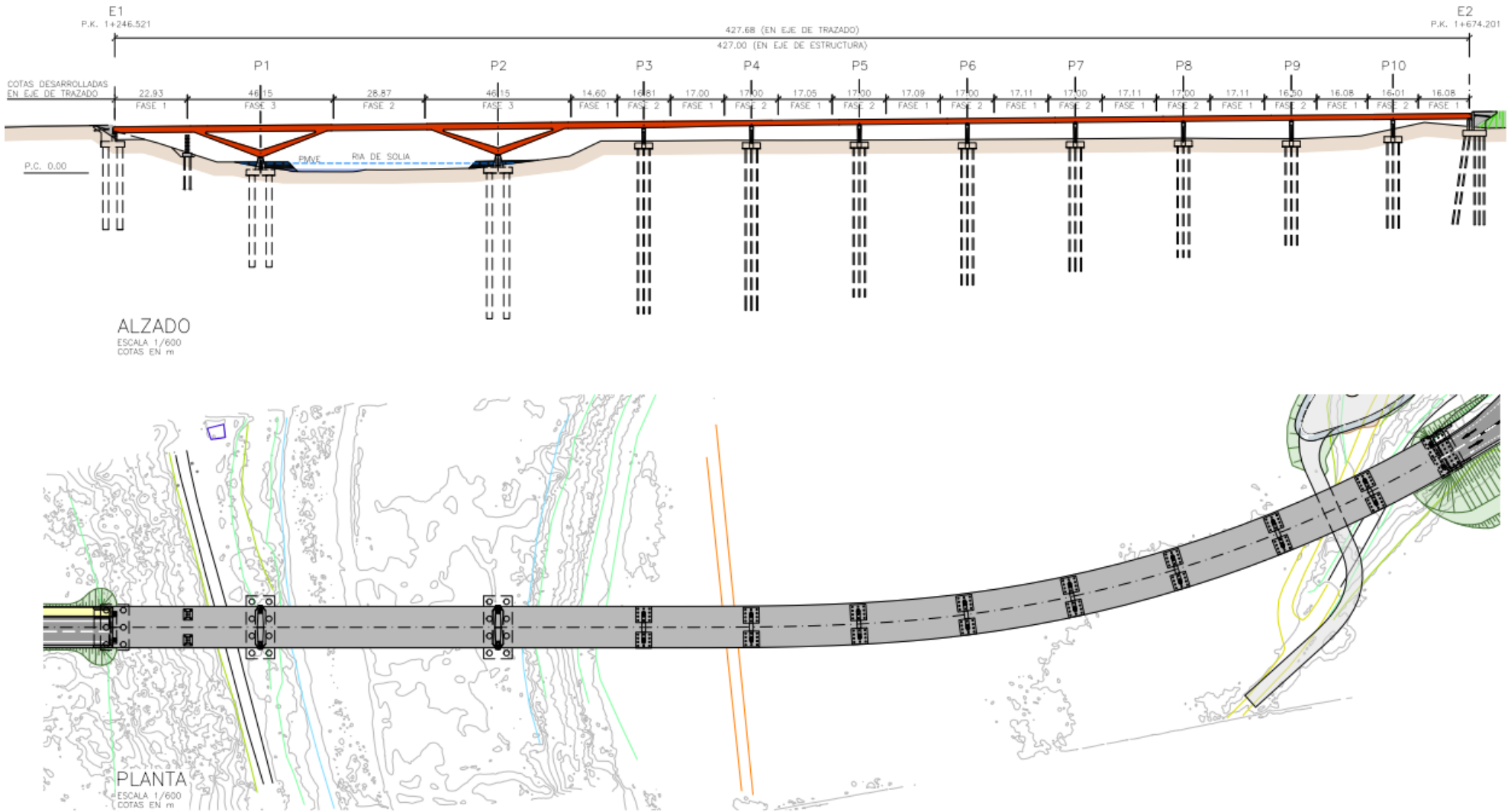


Figura 46 Fase 11 de ejecución del viaducto

FASE 12

En esta última fase, se realizarán todas las tareas de acabado del viaducto, impermeabilización, afirmado, colocación de barreras, iluminación y el resto de acabados. Finalmente, se restituirán los caminos de acceso provisionales.

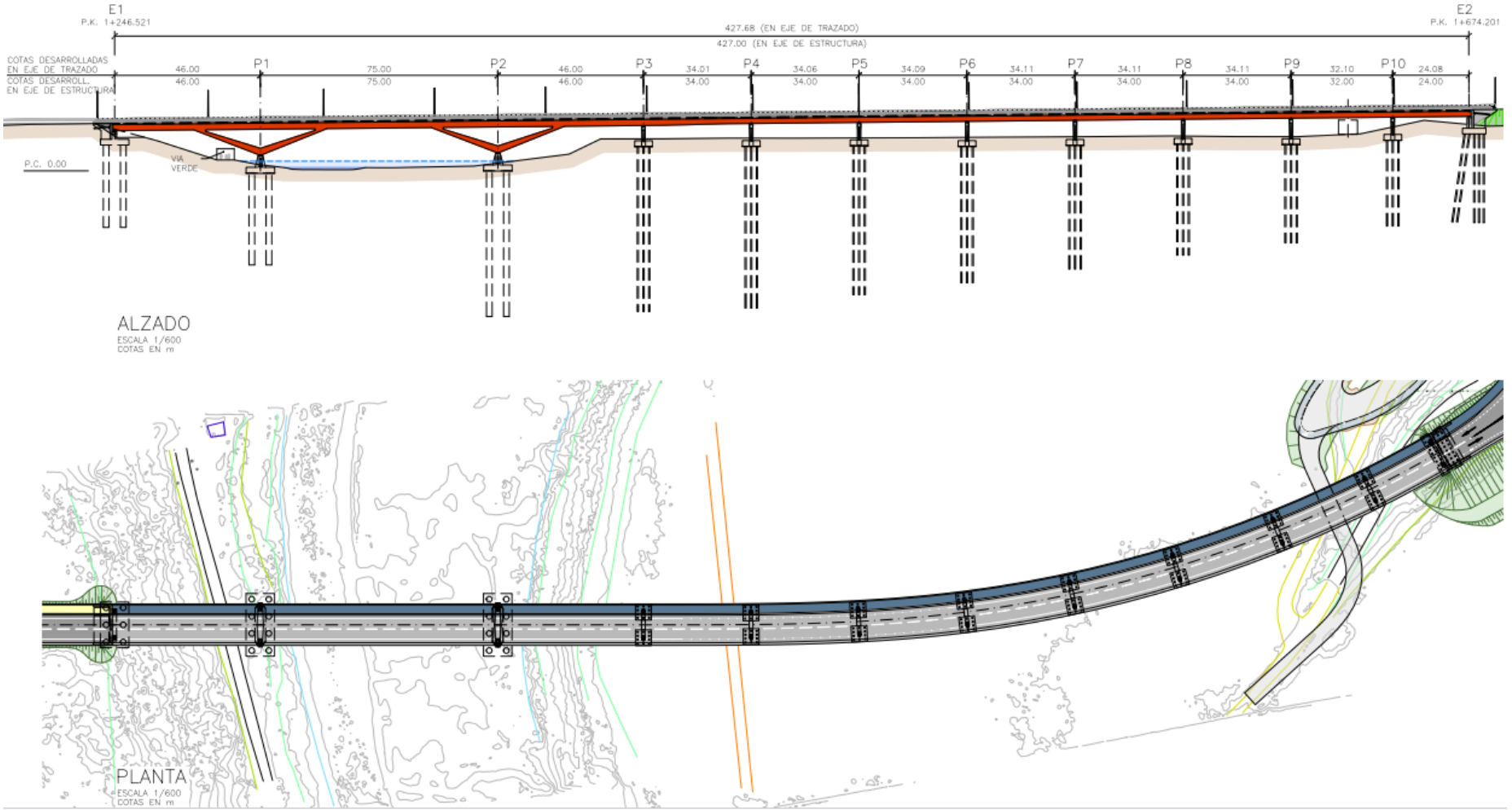


Figura 47 Fase 12 de ejecución del viaducto

2.3.6. Ejecución de las pruebas de carga

Las pruebas de carga se realizan con objeto de controlar la adecuada concepción y buena ejecución de las obras, demostrando experimentalmente, antes de su puesta en servicio, su capacidad para resistir adecuadamente las cargas de explotación.

Los camiones que se van a emplear en la prueba de carga son camiones volquete, cuyas dimensiones y pesos máximos por eje se recogen en la siguiente imagen.

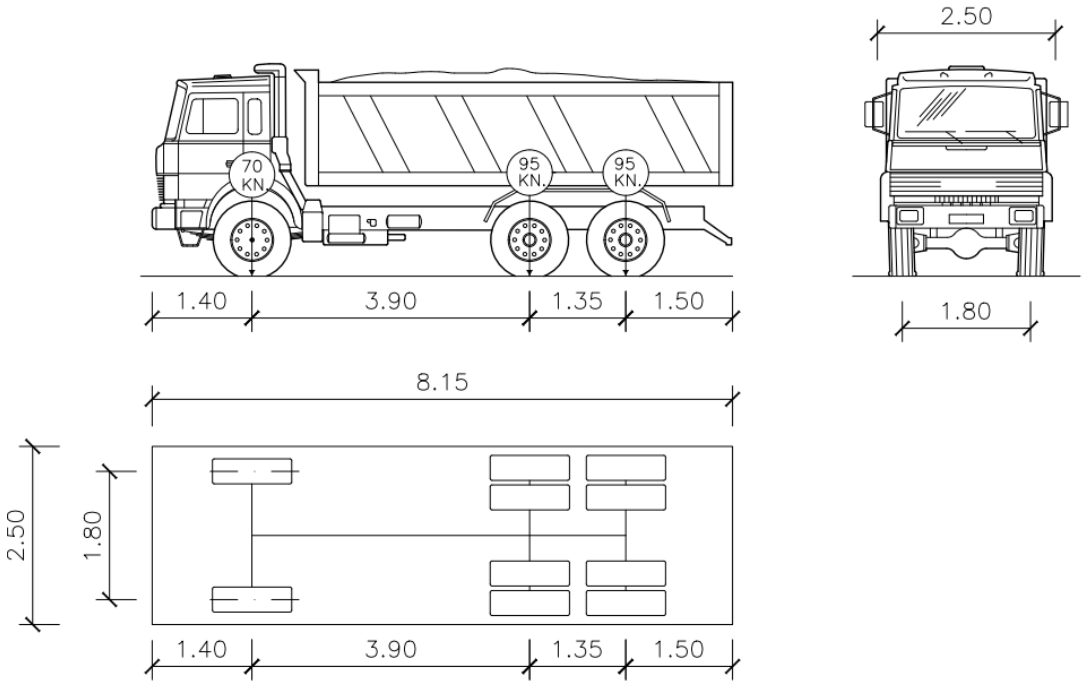


Figura 48 Dimensiones y cargas por eje de los camiones empleados en la prueba de carga.

Se realizarán mediciones sobre la cara superior de la sección central de cada vano, en cada uno de los siguientes estados de carga:

- Con el tablero descargado.
- Con el tablero cargado según la correspondiente fase de la prueba de carga.
- Una vez retirada la carga.

Las mediciones de flechas se llevarán a cabo mediante flexímetros. En los puntos donde no se puedan emplear, se deberán utilizar niveles de alta precisión. Para las mediciones de las deformaciones angulares se colocarán clinómetros. Además, se emplearán termómetros para medir las temperaturas de las caras superior e inferior del tablero.

La posición de los camiones debe reproducir las situaciones de flexión longitudinal que produzcan los efectos más desfavorables en las secciones centrales de los vanos y en la sección sobre apoyos de pila.

La ejecución de las pruebas de carga incluye las siguientes operaciones, de acuerdo a lo establecido en el proyecto de prueba de carga:

- Preparación de la prueba de carga.
- Desarrollo de la prueba.
- Informe de resultados.
- Acta de la prueba de carga.

La preparación de la prueba de carga se basa en tomar referencias fijas, nivelando los puntos de medición referidos a puntos de referencia fijos fuera del puente y no afectados por la prueba de carga, y en observar previamente la estructura de forma concienzuda, prestando especial atención a las fisuras existentes.

A continuación, se procede con el desarrollo de la prueba de carga, que consiste en colocar primero un camión en su posición exacta antes de entrar el siguiente camión de la misma fila, y así sucesivamente. Una vez situadas las cargas correspondientes a cada una de las fases se tomarán las medidas de los valores instantáneos de la flecha en los puntos establecidos. Transcurridos 10 minutos de esta lectura se tomará una nueva lectura de estos mismos datos, si la diferencia entre los nuevos valores y los iniciales es inferior al 5%, se considerará estabilizado el proceso de carga.

En caso contrario, se mantendrá la carga durante un nuevo intervalo de 10 minutos, y deberá cumplirse al final de los mismos que la diferencia de lecturas correspondientes a ese intervalo no supere en más de un 20% a la diferencia de lectura del intervalo anterior.

Una vez alcanzada la estabilización, se tomarán las lecturas finales en todos los puntos de medida. Entre fase y fase se debe dejar un tiempo prudencial para que el tablero recupere las deformaciones elásticas. El tiempo entre prueba y prueba será como mínimo de 30 minutos.

Una vez finalizada la prueba de carga, se redactará un informe. En las conclusiones del informe figurarán expresamente la aceptación o no del puente ensayado, la exigencia de nuevas pruebas de carga, puesta en servicio provisional o definitiva, refuerzo, etc.

2.4. FIRMES Y PAVIMENTOS

En el presente capítulo se exponen los estudios previos relativos al tráfico esperado que circulará sobre el nuevo enlace y la determinación previa de las categorías de firme presentes en la obra. Finalmente, se definirán tanto los componentes como los procesos constructivos necesarios para llevar a cabo las distintas secciones de firme establecidas.

2.4.1. Estudio de tráfico

Para la obtención de la IMD atraída por la variante proyectada, necesaria para la determinación de la capa de firmes necesaria, se realiza un estudio de tráfico.

Inicialmente, se solicita un estudio de tráfico en el año 2011, fecha de realización del proyecto, al Servicio de Carreteras Autonómicas del Gobierno de Cantabria, estos datos hacen referencia al proyecto completo del tramo Crucero de Boo.

Símbolo	Denominación carretera	Tramo	IMD	% pesados	IMDp	año
CA-144	Boo de Guarnizo-Cianca	Cruce CA140-Pte.s/FFCC	15.280	10	1.583	2011

Tabla 15 IMD obtenida en proyecto completo

A fecha de 2023, se solicitó el estudio de tráfico del Proyecto Nuevo tramo de carretera CA-144A de conexión entre las autovías S-10 y S-30. Tramo: Polígono de Morero – Enlace de Liaño. Los datos facilitados por el Gobierno de Cantabria fueron los siguientes.

Símbolo	Denominación carretera	Tramo	IMD	% pesados	IMDp	Año
CA-144	Enlace S-10 y S-30	Polígono de Morero – Enlace de Liaño	16.000	17	2.720	2025

Tabla 16 IMD para el proyecto del enlace

Como se puede ver, se establece una IMD de 16.000 vehículos con un porcentaje de pesados del 17%, este porcentaje de vehículos pesados viene dado por la intención de quedar del lado de la seguridad a la hora del dimensionamiento ya que en este enlace se conecta la autovía con el Polígono Industrial de Mortero.

Debido a la falta de exactitud en el momento de inicio de las obras y la duración de estas, se establece el año 2025 como puesta en servicio del nuevo tramo.

En cuanto al tráfico de vehículos que discurre diariamente por el camino rural se estima en 20 vehículos/día de los cuales se estima, del lado de la seguridad, el 100% de ellos son pesados.

Esta estimación se considera conservadora debido a la escasa superficie de parcelas agrícolas que este camino rural da acceso (<15 hectáreas).

2.4.2. Categorización del tráfico del nuevo tramo

Para establecer la categoría de tráfico del presente proyecto se han considerado la Instrucción 6.1-IC "Secciones de firme" (aprobada por Orden FOM/3460/2003) y la "Norma para el dimensionamiento de firmes para la red de carreteras del País Vasco".

Según la Instrucción 6.1-IC "Secciones de Firme" la categoría de tráfico pesado para el dimensionamiento del firme se obtiene en función de la IMD de vehículos pesados en el carril de proyecto, en el año en que se prevé la puesta en servicio de la carretera, de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	IMDp
T00	> 4.000
T0	3.999-2.000
T1	1.999-800
T2	799-200
T31	199-100
T32	99-50
T41	49-25
T42	< 25

Tabla 17 Categorías de tráfico según la 6.1-IC

No disponiendo de datos de distribución de los vehículos pesados por carriles, se sigue lo señalado en la Instrucción; *"En calzadas de 2 carriles y doble sentido de circulación, se considera que incide sobre cada carril el 50 % de la IMD de vehículos pesados de la carretera".*

A continuación, se presenta una tabla con la IMD total, y la evolución de la IMDp en el carril de proyecto:

Año	IMD	IMDp carril de proyecto
2025	16.000	1.360

Tabla 18 IMD e IMDp de proyecto

Según la instrucción 6.1-IC, para el año de puesta en servicio del nuevo tramo, se obtiene una categoría de tráfico pesado de tipo T1.

Según la "Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco" la categoría de tráfico se obtiene a partir del tráfico de proyecto, definido como el número acumulado de vehículos pesados que se prevé que circularán por el carril de proyecto durante el período de proyecto, clasificándose en las siguientes categorías:

CATEGORÍA		TRÁFICO DE PROYECTO (en millones)
T00		43,80 - 87,60
T0		21,90 - 43,80
T1	T1A	15,30 - 21,90
	T1B	8,80 - 15,30
T2	T2A	4,40 – 8,80
	T2B	2,20 - 4,40
T3	T3A	1,10 - 2,20
	T3B	0,55 - 1,10
T4	T4A	0,27- 0,55
	T4B	< 0,27

Tabla 19 Categorías de tráfico según la norma del País Vasco

Para la obtención de la categoría de tráfico, se hace uso de la siguiente fórmula:

$$IMD_p^{APS} = IMD_0 * \%pesados + (1+r)^T$$

Esta fórmula plantea la obtención de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo en función de la Intensidad Media Diaria del tramo en el año actual multiplicada por el porcentaje de pesados que circularán por el tramo y una tasa de crecimiento anual acumulativo (r, estimada del 2%) en función del tiempo.

Esta IMD obtenida sirve para la obtención del Tráfico de Proyecto, el cual se determina a través de la siguiente formulación.

$$TP = IMD_p^{APS} * 365 * f * \gamma_T$$

Siendo f, el factor de crecimiento del tráfico (en este caso 25, puesto que previamente se ha determinado que r =2%) y γ_T un coeficiente de ponderación de las cargas de tráfico (0,65).

Una vez conocido el valor de todos los factores que intervienen en el cálculo del Tráfico de Proyecto, el resultado de este se ha estimado de 16.133.000 vehículos, que, de acuerdo con la tabla 13, resulta una categoría de tráfico de proyecto T1A.

Con respecto a los caminos rurales 1 y 3, según la estimación realizada IMDp=20 vehículos/día, atendiendo a lo indicado en la instrucción 6.1-IC, se determina una categoría de tráfico T42.

Empleando la normativa vasca y utilizando la formulación descrita anteriormente, resulta una categoría de tráfico de proyecto T4B.

2.4.3. Sección estructural de los firmes

Tras los estudios de tráfico realizados sobre la zona, se definen 3 secciones de firme distintas a lo largo del trazado a ejecutar.

El parámetro fundamental para la caracterización del tipo de explanada a colocar viene determinado según la n Norma 6.1-IC "Secciones de Firme" por el valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (EV_2) del "Ensayo de carga con placa". En función de los valores que toma este parámetro se definen tres categorías de explanada, que son las siguientes:

CATEGORÍA DE LA EXPLANADA	EV_2 (MPa)
E1	$EV_2 \geq 60$
E2	$EV_2 \geq 120$
E3	$EV_2 \geq 300$

Tabla 20 Categorías de explanada

La categoría de las explanadas depende del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, así como de las características y espesores de los materiales disponibles para su ejecución. En el caso concreto de la obra, no se contempla la posibilidad de trabajar con los suelos presentes en la zona de forma natural ni en su versión estabilizada, es por eso que se adopta una explanada de tipo E2, que consta de 30 cm de mezcla bituminosa en caliente y 25 cm de zahorra artificial.

Además de las tres categorías de explanada recogidas en la Norma 6.1-IC "Secciones de Firme", la Dirección General de Obras Públicas, de acuerdo a su dilatada experiencia recogida en obras anteriores, dadas las características del terreno y de los materiales existentes en Cantabria, ha definido una nueva categoría de explanada intermedia entre la E2 y la E3, denominada E25. Esta categoría de explanada se caracteriza por lo siguiente:

- Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga $EV2 \geq 200$ MPa
- Relación entre módulos de compresibilidad del segundo y primer ciclo de carga K (EV_2/EV_1) inferior a dos unidades y cinco décimas (2,5) para una densidad exigida inferior al 103 % del ensayo Proctor modificado. Se admitirán valores superiores cuando el módulo de compresibilidad del primer ciclo de carga, $EV1$, sea superior a 120 MPa.
- Deflexión patrón ≤ 160 x 10−2 mm.

Esta nueva categoría de explanada se consigue mediante una capa de 70 cm de espesor de material para pedraplén procedente de cantera, de 300 mm de tamaño máximo. Sobre esta capa de material para pedraplén se extenderá una capa de 10 cm de zahorra artificial con el fin de regularizar la superficie resultante.

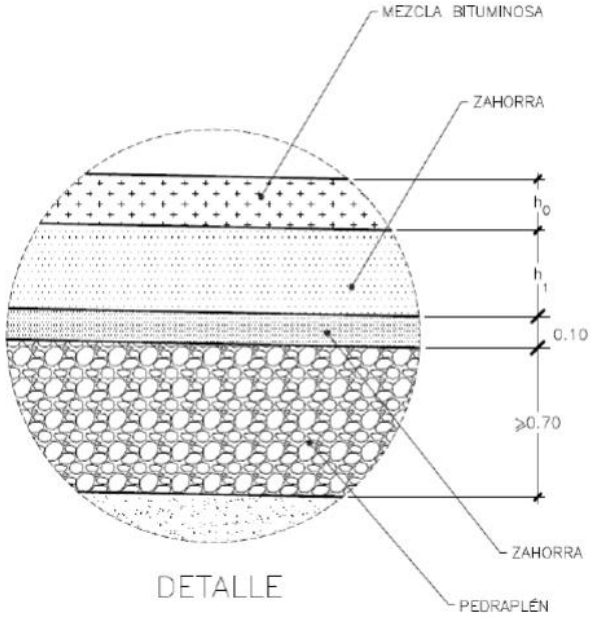


Figura 49 Explanada tipo E25

Las diferentes secciones estructurales del firme para una explanada de categoría E25, se recogen en la siguiente tabla.

SECCIONES DE FIRME EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO PARA CATEGORÍA DE EXPLANADA E25						
	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T1	T2	T3	T32	T41	T42
h0	0,28	0,22	0,17	0,14	0,10	0,05
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30

Tabla 21 Secciones de firme para explanada E25 según la categoría de tráfico

Como complemento a las recomendaciones indicadas por la Dirección General de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria se hace referencia a la "Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco" la cual incluye una categoría de explanada, EX2, con características similares a la E25.

Esta categoría nueva de explanada se denomina categoría de explanada mejorada. Dentro de las explanadas mejoradas, se consideran 3 categorías en función de su capacidad de soporte la cual es función del tráfico proyectado.

TRÁFICO DE PROYECTO	CATEGORÍA DE EXPLANADA MEJORADA
T2A o superior	EX2 o EX3
T2B o inferior	Ex1, EX2 o Ex3

Tabla 22 Categorías de explanada mejorada

La capacidad soporte de la explanada vendrá definida por el módulo de compresibilidad, EV_2, obtenido en el segundo ciclo del ensayo de carga con placa, y la relación, K (EV_2/EV_1), de manera que la elección final de la categoría de la explanada dependerá en cada caso de los materiales

disponibles para su formación, del coste global de la solución y de los condicionantes medioambientales.

Dado que la orografía, geología y climatología de Cantabria son similares a los del País Vasco, se adopta una categoría de explanada EX2.

TRONCO Y RAMALES DE ACCESO A LAS GLORIETAS

Considerando lo indicado en los apartados anteriores, se adopta la sección estructural de firme tipo 1.1. establecida en la "Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco" correspondiente a una categoría de tráfico T1A y a una categoría de explanada EX2, sobre la explanada E25 definida por la Dirección General de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria.

Para este tramo, la sección proyectada estará compuesta por las siguientes capas:

- Sección tipo 1.1.
    - 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo AC 16 surf D en capa de rodadura.
    - 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin S en capa intermedia.
    - 18 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 base G en capa de base, dividida en dos tongadas de 9 cm.
    - 25 cm de zahorra artificial.
- Explanada E25
    - 10 cm de zahorra artificial de regularización de explanada.
    - 70 cm de pedraplén.

El firme en los arcenes será prolongación del de la calzada adyacente, sin junta longitudinal entre calzada y arcén.

ESTRUCTURA

Sobre la estructura se dispondrá una o varias capas de mezclas bituminosas en caliente directamente sobre el tablero o sobre losa. Estas capas de mezcla bituminosa serán continuación en la medida de lo posible de las capas de la calzada adyacente, de modo que se mantenga una perfecta continuidad estructural del firme.

De esta forma, la sección estructural del firme sobre el tablero del viaducto, estará compuesta por las siguientes capas:

- 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo AC 16 surf D en capa de rodadura.
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin S en capa intermedia o de regularización.
- 3 mm de capa de impermeabilización y adherencia.

CAMINOS RURALES

En el caso de los caminos rurales, considerando una explanada de categoría EX2 y un tráfico de categoría T4B, de acuerdo con la "Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco" se elige la siguiente sección:

- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 16 surf S en capa de rodadura
- 30 cm de zahorra artificial

Como es preceptivo, se aplicará un riego de imprimación siempre que se vaya a aplicar una capa de mezcla bituminosa sobre una granular, y un riego de adherencia siempre que se vaya a aplicar una capa de mezcla bituminosa sobre otra bituminosa.

2.4.4. Secciones tipo

Se distinguen 4 tipos de secciones a lo largo de la obra, estas corresponden al tramo de conexión del estribo 1 con la glorieta 3, a la conexión del estribo 2 con la glorieta 4, al propio viaducto y a los caminos rurales. La velocidad de proyecto para la cual se han dimensionado es de 60 km/h.

Figura 50 Secciones tipo sobre la planta

SECCIÓN TIPO A-A. TRONCO ESTRIBO 1

La sección tipo contará con dos carriles de 3,25 m (calzada de 6,50 m) más arcenes de 1,10 m, que conformarán una plataforma total de 8,70 m. Además, se dispone de una acera compartida en un único lado de la calzada con un ancho de 2,75 m, en el otro margen se dispone de una berma pavimentada que aporta un sobreancho de 0,80 m.

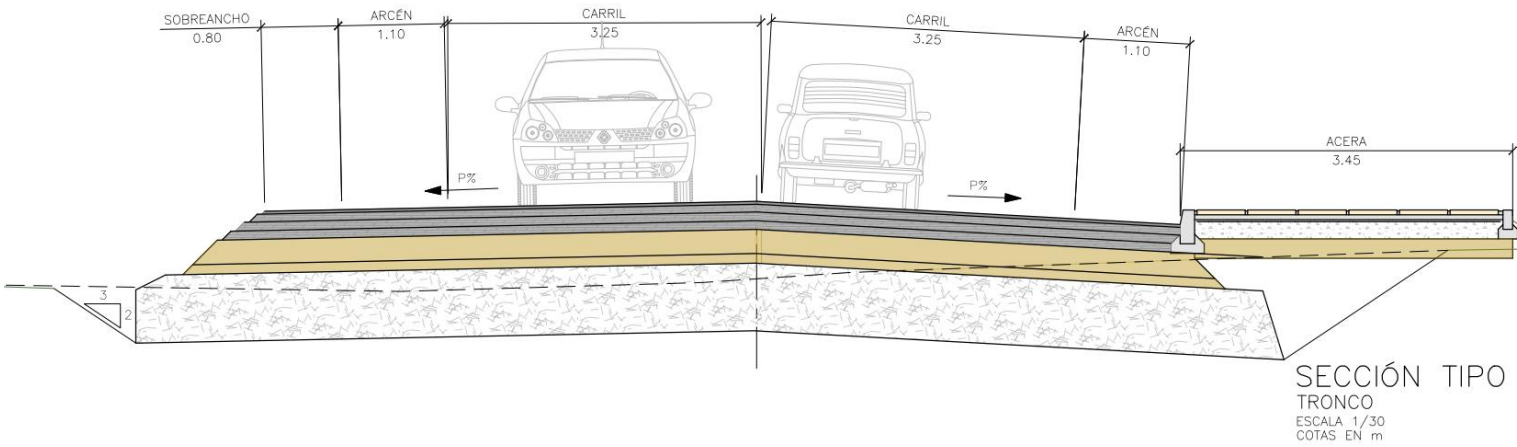


Figura 51 Sección tipo A-A

SECCIÓN TIPO C-C. TRONCO ESTRIBO 2

La sección tipo será similar a la anterior, se sigue contando con una plataforma de 8,70 m de ancho junto con una acera de compartida de 2,75 m a un margen de la calzada, en este caso, la acera estará separada 0,50 m de la calzada para la colocación de una barrera de seguridad para los peatones. En el otro margen, se seguirá disponiendo de un sobreancho de 0,80 m en el cual se colocará una barrera de seguridad que servirá de protección a los vehículos frente a una posible precipitación sobre el talud.

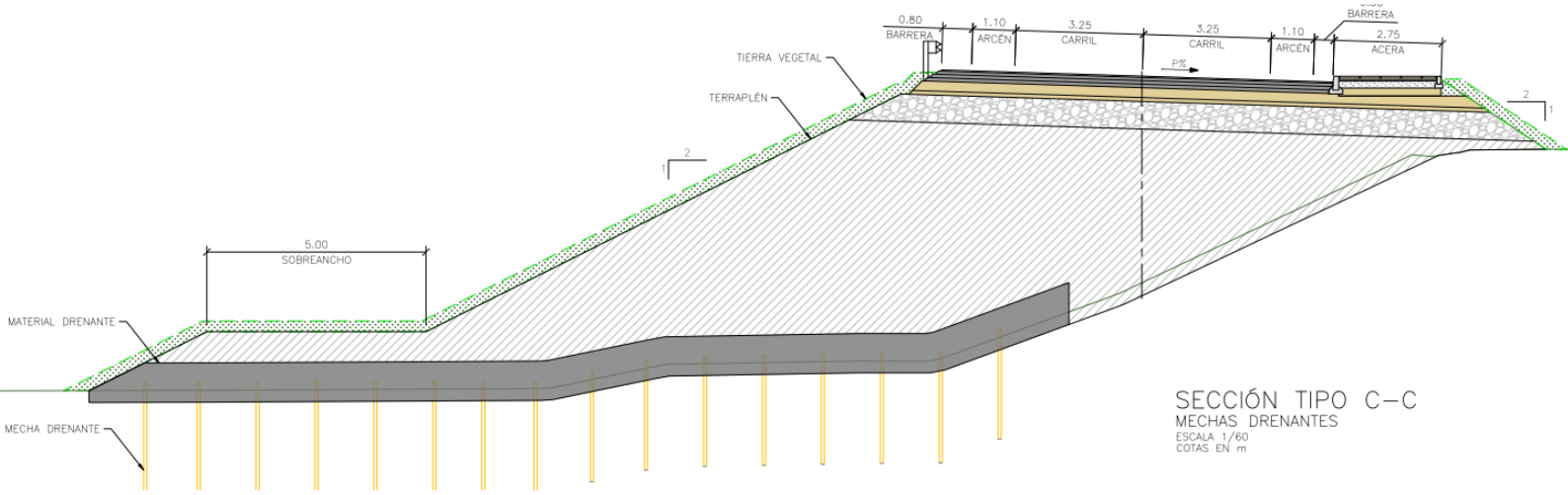


Figura 52 Sección tipo C-C

SECCIÓN TIPO VIADUCTO

En la sección tipo del viaducto se dispone acera por un único lado de la calzada. La calzada estaría formada en este caso por dos carriles de 3,25m y arcenes de 1,10m. En un lateral de la sección se incluye la acera compartida de 2,75m, 0.50m para la barrera y 0,30m para la baran-dilla. En el otro lateral se incluyen 0,80m para la barrera. La sección es por tanto asimétrica, quedando el eje de trazado desplazado respecto del eje de estructura. A ambos lados de la calzada se disponen los pretiles de contención de vehículos, en este caso pretiles metálicos tipo

H2-W2, para lo que se requiere de 0,50m de anchura en el lado acera y 0,80m en el otro lado. La anchura final de la sección resulta de 13,05m.

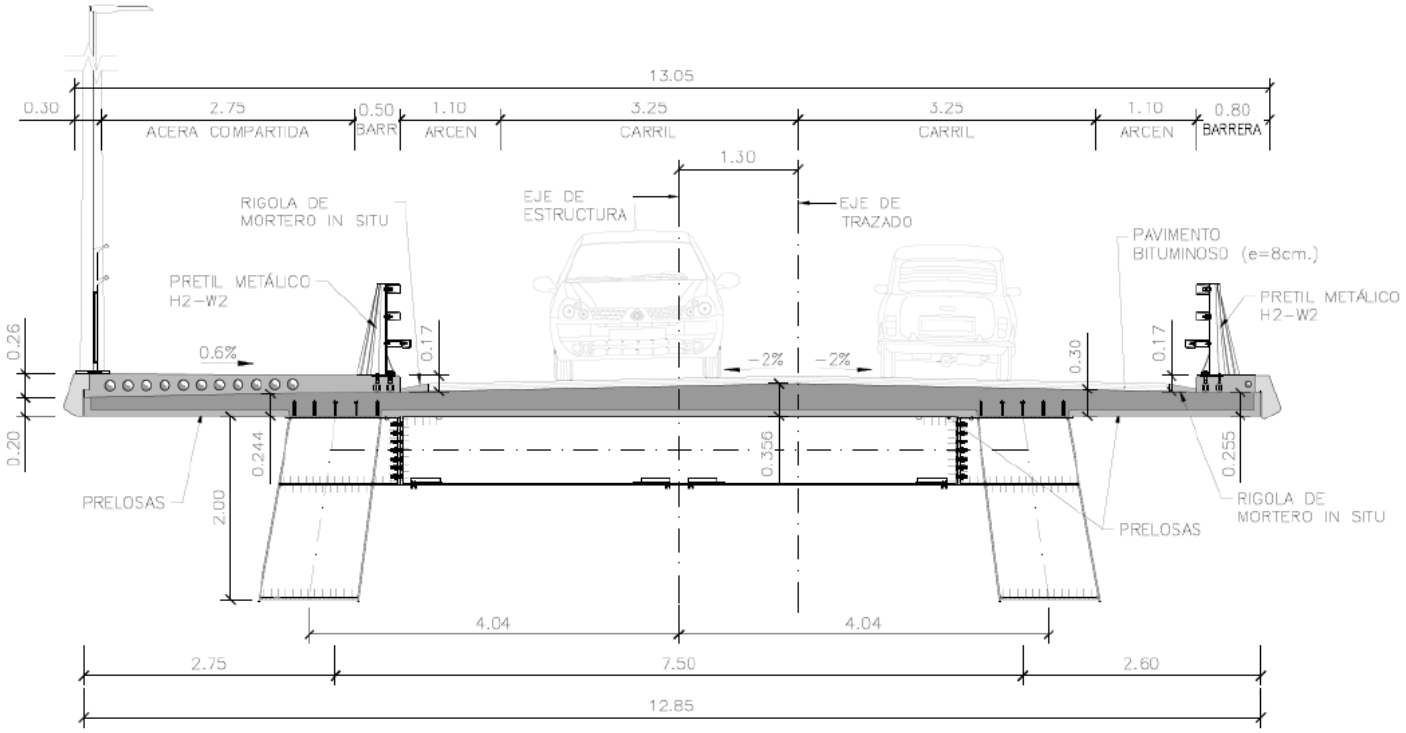


Figura 53 Sección tipo viaducto

SECCIÓN TIPO CAMINOS RURALES

La sección tipo de los caminos rurales a ejecutar consta de una calzada existente de ancho 3 m la cual se pretende ampliar hasta los 5 m.

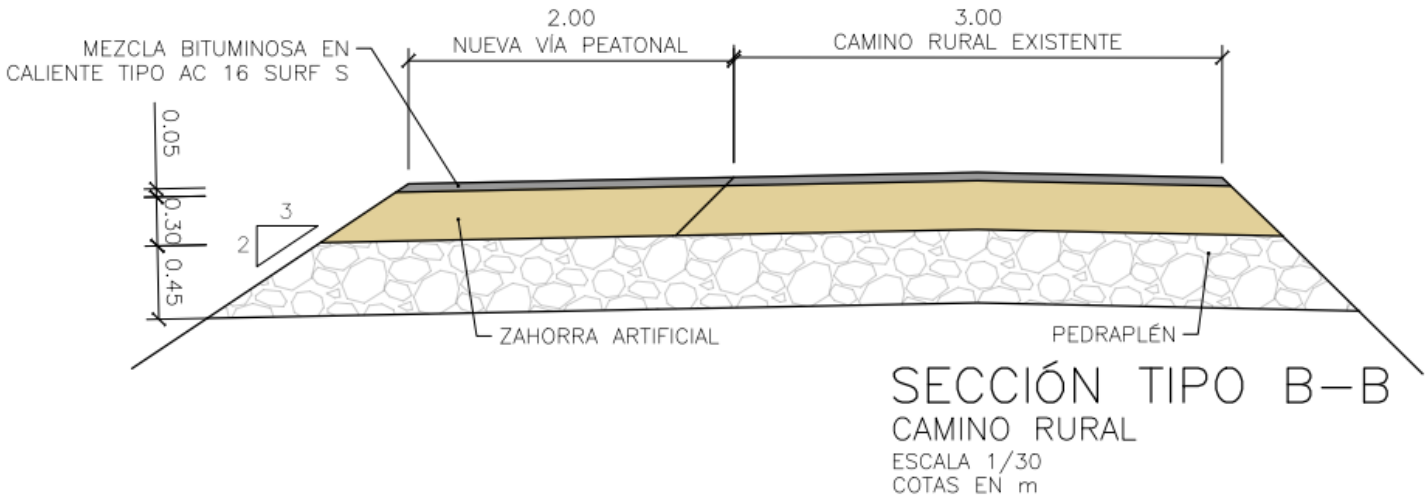


Figura 54 Sección tipo caminos rurales

2.4.5. Ejecución de los firmes

Una vez ejecutado el movimiento de tierras, es necesario realizar la ejecución de la explanada para poder ejecutar así el paquete de firmes. Durante los rellenos ya se habrá ejecutado la primera capa de 70 cm de pedraplén, como se ha comentado con anterioridad, esta capa se verterá sobre la traza desde los camiones y se extenderá mediante el empleo de un bulldozer al cual le acompañará un rodillo el cual compactará esta capa.

Sobre la primera capa de la explanada, ya nivelada y compactada, se colocará la capa de zahorra de 10 cm de espesor con el objetivo de regularizar la superficie para la posterior ejecución de la capa de firmes necesaria.

Una vez ejecutado el extendido y compactado de la explanada E25 para el caso del tronco y la zona necesaria con pedraplén en los caminos rurales, el siguiente paso consiste en la ejecución del firme.

TRONCO, VIADUCTO Y RAMALES DE ACCESO A LAS GLORIETAS

En el caso del tronco y los ramales de acceso, la primera capa de firme consiste en 25 cm de zahorra artificial, la zahorra se lleva a obra mediante camiones bañera los cuales irán volcando el material evitando la acumulación de este y facilitando su extendido. Una vez volcada la zahorra, una motoniveladora la extiende de manera uniforme a la vez que un rodillo vibratorio mixto va compactándola. Durante este proceso de compactación, es importante tener en cuenta la humedad del material por lo que se empleará un camión cisterna para regar la zahorra.

A continuación, se procede a la extensión y compactación de las diferentes capas de mezcla bituminosa en caliente. Antes de extender la capa base, es necesario colocar un riego de imprimación que permita la buena conexión entre la capa de zahorra y la de mezcla bituminosa en caliente. El proceso de extensión del riego de imprimación se realiza mediante el empleo de un camión bituminador equipado con una lanza, previo a este irá una barredora mecánica equipada a un tractor. Una vez aplicado el riego, se ha de esperar 24 horas para extender la capa base, esto se debe a que el riego es una emulsión de rotura lenta.

A continuación, se procede a los trabajos de extensión y compactación de las mezclas bituminosas. El proceso de ejecución de todas las capas es el mismo tanto para la capa base, la capa intermedia y la capa de rodadura.

El material se trae a obra a través de camiones bañera desde la planta de aglomerado, los cuales descargarán su contenido directamente sobre la extendedora de aglomerado la cual extenderá uniformemente la mezcla bituminosa sobre la traza. Una vez es extendido el material, es necesario compactarlo, para ello, se emplearán de forma alternada, un compactador de neumáticos junto a un rodillo vibratorio.

Durante el proceso de extendido de las distintas capas que componen el paquete de firmes, se procederá a la aplicación de un riego de adherencia entre las distintas capas de aglomerado. En

la zona del tablero del viaducto, puesto que el firme se ejecuta sobre la losa de hormigón del tablero, se debe aplicar previamente a la extensión de las capas de mezcla bituminosa, un riego de impermeabilización del tablero que a su vez servirá como riego de adherencia para la capa de aglomerado. La metodología de aplicación de estos riegos es idéntica a la metodología empleada en el riego de imprimación.

Para poder unir la capa de rodadura del tronco con la existente en las glorietas 3 y 4 se procederá al fresado del pavimento existente en los puntos de conexión con el nuevo firme. En este caso se fresan unos 6-10 cm para colocar después dos capas de mezclas bituminosas en caliente, compuestas por una capa base de 8 cm de AC22 bin S y otra de rodadura de 3 cm de AC16 surf D.

Es necesario calcular el coste unitario de la unidad de zahorra procedente de cantera, teniendo en cuenta que esta incluye el transporte y la extensión y compactación del material.

Para la extensión se va a usar una motoniveladora, con un coste de 90 €/h, y para la compactación se va a emplear un rodillo vibratorio, cuyo coste es 65 €/h. A partir de estos datos, y de un rendimiento de 700 m^3/día, se puede obtener el coste que repercute el extendido – compactación al coste unitario de la zahorra.

$$Coste\ extendido\ y\ compactación = \frac{90\ {}^{€}/_{h} + 65\ {}^{€}/_{h}}{700\ {}^{m^3}/_{dia}} * 10\ {}^{h}/_{día} = 2{,}21\ {}^{€}/_{m^3}$$

Además, es necesario regar la zahorra. Para ello se va a usar un camión con una cuba de riego durante 2 horas al día (1 hora por la mañana y 1 hora por la tarde), con un coste de 30 €/h. A partir de un rendimiento de 700 m^3/día, el coste del riego que repercute sobre el coste unitario de la zahorra es el siguiente:

$$Coste\ riego\ de\ zahorra = \frac{30\ {}^{€}/_{h}}{700\ {}^{m^3}/_{h}} * 2\ {}^{h}/_{día} = 0{,}09\ {}^{€}/_{m^3}$$

Conocidos los costes de extendido de la zahorra, se han de añadir los costes del material. Se disponen de los siguientes datos:

- Densidad del material: 2,20 t/m^3
- Coste del material: 9,03 €/t
- Coste del transporte: 2,00 €/t
- Coste de extendido y compactación: 2,21 €/m^3
- Coste de riego del material: 0,09 €/m^3

Los materiales empleados provendrán de la cantera de Canteras la Verde situada en Herrera de Camargo. La oferta de Canteras la Verde se adjunta en el estudio económico.

Con todos estos datos conocidos, es posible realizar el coste unitario de la zahorra artificial:

$$Coste\ unitario\ zahorra = \left(9{,}03\ {}^{€}/_{t} + 2{,}00\ {}^{€}/_{t}\right) * 2{,}20\ {}^{t}/_{m^3} + 2{,}21\ {}^{€}/_{m^3} + 0{,}09\ {}^{€}/_{m^3} = 26{,}57\ {}^{€}/_{m^3}$$

En el caso del tronco y de los ramales, se han de colocar un total de 838,46 m^3, estimando un rendimiento de 700 m^3 diarios, el tiempo de ejecución necesario para colocar la zahorra artificial es el siguiente:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{838{,}46\ m^3}{700\ {}^{m^3}/_{día}} = 2\ días$$

Para la ejecución de las distintas capas de aglomerado, se empleará, como se ha indicado anteriormente, una extendedora de aglomerado a la cual se le estima un rendimiento de 500 t/día, a partir de este rendimiento, se pueden estimar los tiempos de ejecución para las distintas capas de mezcla bituminosa. El precio unitario de ejecución de la capa base es de 25 €/t.

$$Tiempo\ de\ ejecución\ capa\ base = \frac{929{,}28\ t}{500\ {}^{t}/_{día}} = 2\ días$$

$$Coste\ capa\ base = 25\ {}^{€}/_{t} * 929{,}28\ t = 23.232{,}00\ €$$

El precio unitario de ejecución de la capa intermedia es de 25 €/t.

$$Tiempo\ de\ ejecución\ capa\ intermedia = \frac{883{,}19\ t}{500\ {}^{t}/_{día}} = 2\ días$$

$$Coste\ capa\ intermedia = 25\ {}^{€}/_{t} * 883{,}19\ t = 22.079{,}75\ €$$

El precio unitario de ejecución de la capa de rodadura es de 32 €/t.

$$Tiempo\ de\ ejecución\ capa\ de\ rodadura = \frac{436{,}99\ t}{500\ {}^{t}/_{día}} = 1\ día$$

$$Coste\ capa\ de\ rodadura = 32\ {}^{€}/_{t} * 436{,}99\ t = 13.983{,}68\ €$$

CAMINOS RURALES

Para el caso de los caminos rurales, el procedimiento de ejecución de la capa de firmes seleccionada es más sencillo puesto que precisa de una menor cantidad de materiales.

La colocación de la primera capa de 30 cm de zahorra artificial se ejecuta del mismo modo que en el caso anterior, la zahorra se lleva a obra mediante camiones bañera los cuales irán vertiendo el material evitando la acumulación de este y facilitando su extendido. Una vez vertida la zahorra, una motoniveladora extiende de manera uniforme la zahorra a la vez que un rodillo vibratorio mixto va compactándola. Al igual que en el caso del tronco y los ramales, se deberá controlar la humedad del material haciendo uso de un camión cisterna para regar la zona en caso de ser necesario.

Previo a la colocación de la capa de aglomerado, es necesario colocar un riego de imprimación que permita la buena conexión entre la capa de zahorra y la de mezcla bituminosa en caliente. El proceso de extensión del riego de imprimación se realiza mediante el empleo de un camión

bituminador equipado con una lanza, previo a este irá una barredora mecánica equipada a un tractor. Una vez aplicado el riego, se ha de esperar 24 horas para extender la capa base, esto se debe a que el riego es una emulsión de rotura lenta.

Una vez asentada la capa de imprimación aplicada, se procede al extendido de la capa de rodadura, esta capa de rodadura de tipo tipo AC 16 surf S posee un espesor de 5 cm, debido a su pequeño espesor, no será necesario aplicar la mezcla en distintas tongadas, se podrá extender toda de una sola vez.

En cuanto a los costes unitarios de extendido y a los tiempos de ejecución de las distintas capas, son idénticos a los calculados para la ejecución del tronco y los accesos, de modo que para los caminos rurales el resultado obtenido es el siguiente.

En el camino rural 1:

$$Tiempo\ de\ ejecución\ zahorra = \frac{398{,}26\ m^3}{700\ {}^{m^3}/_{día}} = 1\ día$$

$$Tiempo\ de\ ejecución\ capa\ de\ rodadura = \frac{136{,}24\ t}{500\ {}^{t}/_{día}} = 1\ día$$

$$Coste\ capa\ de\ rodadura = 32\ {}^{€}/_{t} * \ 136{,}24\ t = 4.359{,}68\ €$$

En el camino rural 3:

$$Tiempo\ de\ ejecución\ zahorra = \frac{1.276{,}75\ m^3}{700\ {}^{m^3}/_{día}} = 2\ días$$

$$Tiempo\ de\ ejecución\ capa\ de\ rodadura = \frac{419{,}80\ t}{500\ {}^{t}/_{día}} = 1\ día$$

$$Coste\ capa\ de\ rodadura = 32\ {}^{€}/_{t} * \ 419{,}80\ t = 13.439{,}36\ €$$

Para el cálculo del coste total de la ejecución del resto de partidas, se asumen los siguientes costes unitarios. El riego de imprimación tiene un coste de 460 €/t, el riego de adherencia 500 €/t y el betún de cualquier penetración 600 €/t.

Conociendo estos valores, el coste del volumen total empleado en la obra de las siguientes partidas será el siguiente.

$$Coste\ total\ riego\ imprimación = 460\ {}^{€}/_{t} * \ 12{,}86\ t = \ 5.915{,}60\ €$$

$$Coste\ total\ riego\ de\ adherencia = 500\ {}^{€}/_{t} * \ 5{,}2\ t = \ 2.600{,}00\ €$$

$$Coste\ total\ betún = 600\ {}^{€}/_{t} * \ 140{,}64\ t = \ 84.384{,}00\ €$$

2.4.6. Pavimentos

En el presente proyecto se considera la ejecución de 2 tipos de pavimentos peatonales.

En la zona que comunica la glorieta 3 con el estribo 1 del viaducto, se plantea la ejecución de una acera peatonal de baldosas de terrazo.

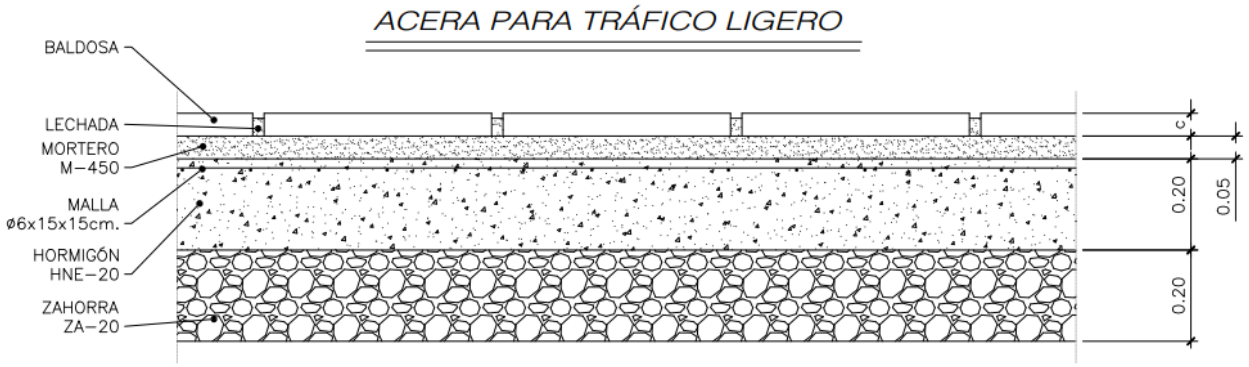


Figura 55 Sección tipo acera

El procedimiento constructivo a seguir para la ejecución de este tipo de acera es el siguiente.

Una vez realizada la excavación necesaria para conseguir las dimensiones definidas en el proyecto, se extenderá y compactará la capa de zahorra artificial, que servirá de apoyo al hormigón. A continuación, se procederá a la regularización del lecho de asiento de hormigón hasta la cota precisa para conseguir los espesores especificados en el proyecto, durante el vertido del lecho de hormigón se colocará una malla electrosoldada con el fin de conferir una mayor resistencia al lecho de hormigón. Tras ello, se procederá al extendido del mortero de agarre.

Sobre este mortero, se colocarán a mano las piezas prefabricadas golpeándolas con un mazo de goma para reducir las juntas y realizar un principio de hinca. Asentadas las piezas prefabricadas, se macearán con pisones de madera, hasta que queden perfectamente enrasadas.

$$Coste\ baldosa\ de\ terrazo = 40\ {}^{€}/_{m^2} * 407{,}370\ m^2 = 16.294{,}80\ €$$

Una vez preparado el pavimento, se procederá a regarlo y seguidamente se rellenarán las juntas con lechada de cemento vertida con ayuda de jarras de pico. Entre 3 y 4 horas después de realizar esta operación se efectuará el llagueado de las juntas.

Durante el proceso de ejecución de la acera, se ejecutarán a su vez los bordillos de esta. Una vez extendido el lecho de hormigón y la capa de mortero, 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 las mismas.

En esta obra se contemplan 2 tipos de bordillos, el bordillo C5-R3.5 que se empleará en la zona adyacente a la calzada y el bordillo A2-R3.5 que se colocará en el lado adyacente al terreno.

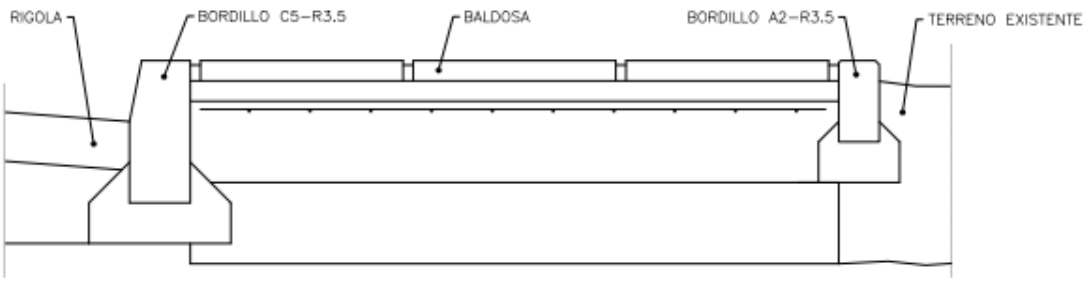


Figura 56 Sección tipo acera con bordillos

$$Coste\ bordillo\ C5 - R3.5 = 14\ {}^{€}/_{m} * \ 215{,}00\ m = \ 3.010{,}00\ €$$

$$Coste\ bordillo\ A2 - R3.5 = 12\ {}^{€}/_{m} * \ 210{,}00\ m = \ 2.520{,}00\ €$$

En la zona del viaducto y en la conexión de la vía verde con el parking existente, se ha optado por la ejecución de un pavimento de mortero acrílico. Este tipo de tratamiento se define como tal al revestimiento rugoso aplicado sobre pavimentos asfálticos o de hormigón, constituido por una mezcla de granulometría cerrada a base de emulsiones acrílicas, áridos y cargas minerales, coloreado, empleado en la formación de paseos peatonales, carriles para bicicletas, isletas de bifurcación de carreteras, y otras obras de similar naturaleza.

Para la ejecución del tratamiento se emplearán morteros epoxi para la preparación del soporte, el propio mortero acrílico y una capa de pintura acrílica como sellado del sistema.

El procedimiento constructivo para la aplicación del tratamiento es el siguiente. Se comenzará con la preparación de la superficie a tratar, esta preparación consistirá en la aplicación de chorro de arena y cepillo de mano, caso de que fuera necesario, hasta que la superficie quede perfectamente limpia, seca y exenta de polvo, grasa y materias extrañas.

Una vez esté preparada la superficie soporte, se aplicará una capa de imprimación a base de mortero bicomponente epoxi, para posteriormente, aplicar sobre ella la primera capa de mortero acrílico.

Cuando se haya secado la primera capa de mortero acrílico, y nunca antes de 24 horas, se aplicará la segunda capa del mismo.

Tanto el mortero epoxi como el mortero acrílico se aplicarán mediante rastra de goma, llana o paleta.

Por último, sobre el revestimiento se aplicará pintura acrílica de sellado.

2.4.7. Bajada a vía verde

Paralelo a las obras de ejecución de los firmes y los distintos pavimentos presentes en la obra, se ejecutará una rampa que de acceso a la vía verde desde el estribo 1 del viaducto.

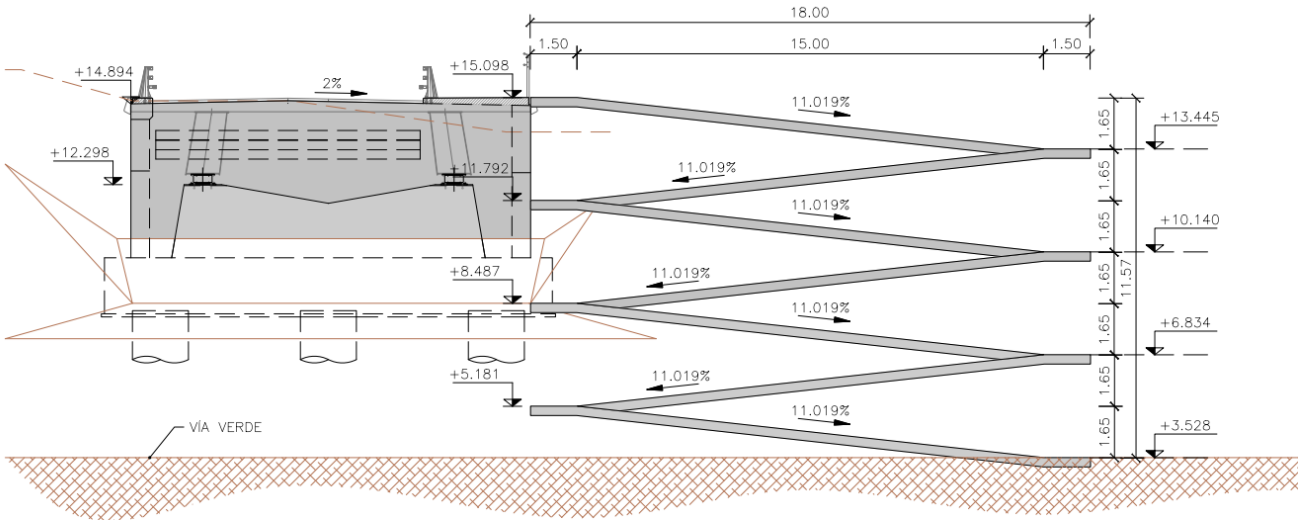


Figura 57 Disposición de la bajada vía verde

El proceso de ejecución de estas rampas de acceso es el siguiente.

Durante el movimiento de tierras, se ejecutarán, mediante el uso de medios mecánicos, las pendientes de las rampas para la conexión de la vía verde con el estribo 1. Una vez ejecutada la rampa, se procederá a la colocación de los encofrados a lo largo de todo el desarrollo de la rampa junto con el vallado de madera que quedará embebido en la capa de hormigón.

Una vez colocados los encofrados, se procederá con el vertido de una capa de 10 cm de hormigón de limpieza el cual permitirá adecuar y enrasar la superficie además de servir como lecho para la colocación de un emparrillado doble sobre el que se extenderá una capa de 30 cm de hormigón HA-30 el cual se verterá mediante bombeo.

Finalmente, una vez fraguado el hormigón, se procederá con la aplicación de un tratamiento superficial de mortero acrílico el cual se ha definido anteriormente.

2.5. DRENAJE

En este capítulo se definen los distintos elementos que compondrán la red de drenaje necesaria para la correcta evacuación de las aguas de escorrentía superficial a lo largo de la traza. El drenaje desempeña un papel fundamental en la explotación de la obra, puesto que permite garantizar la seguridad y el buen funcionamiento del proyecto, además de prolongar la vida útil de la estructura.

En el caso concreto de este proyecto, se define únicamente el trazado longitudinal del tramo a ejecutar, esto se debe a la falta de necesidad de ejecutar un drenaje transversal puesto que la mayoría del trazado a ejecutar se encuentra sobre la ría de Solía y las partes del terreno a

ejecutar adyacentes a esta se encuentran con una pendiente orientada en dirección a la ría para así poder realizar una correcta evacuación de las aguas.

2.5.1. Drenaje longitudinal

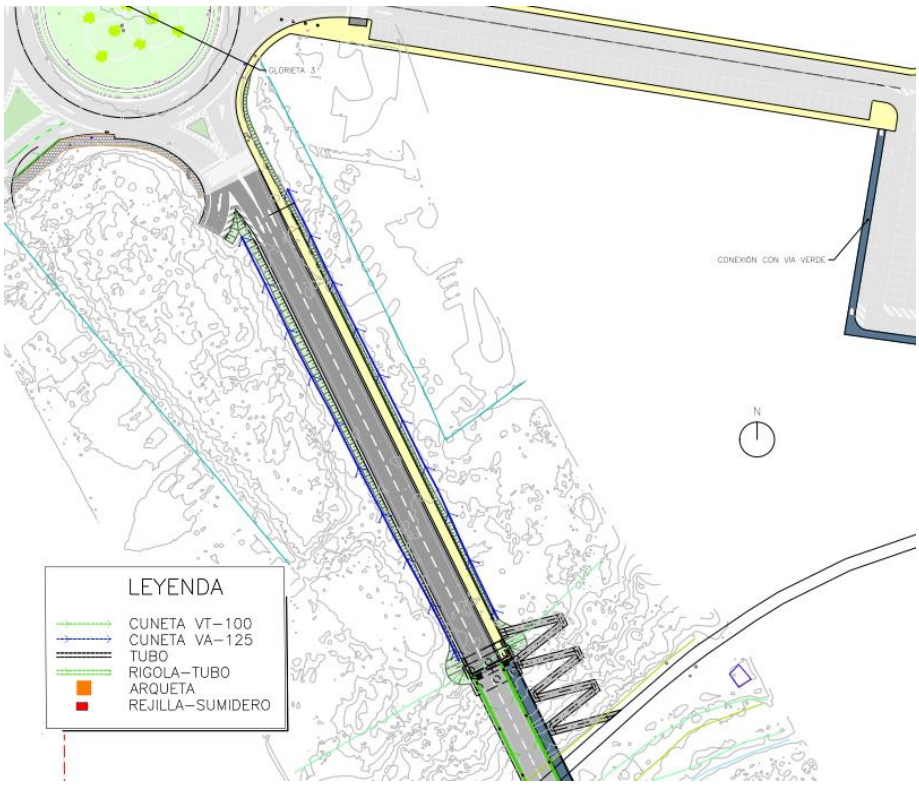
El drenaje longitudinal consiste en una sucesión de cunetas y colectores cuyo fin principal es recoger el exceso de agua de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que vierten a ella, y conducirla hasta la obra de drenaje transversal más próxima.

En este caso, la red de drenaje longitudinal se articula mediante una serie de cunetas de diversas características ubicadas en los distintos caminos rurales, el viaducto y el tramo de carretera que conecta con el Polígono de Morero.

En el drenaje longitudinal se plantean los siguientes elementos:

- Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-125
- Cuneta en tierra tipo VT-150
- Trasdosado de cuneta
- Bajante prefabricada de hormigón
- Sumidero de acero inoxidable
- Arqueta de hormigón 80x60 cm^2
- Rigola de hormigón in situ

La disposición de la red de drenaje se muestra a continuación.



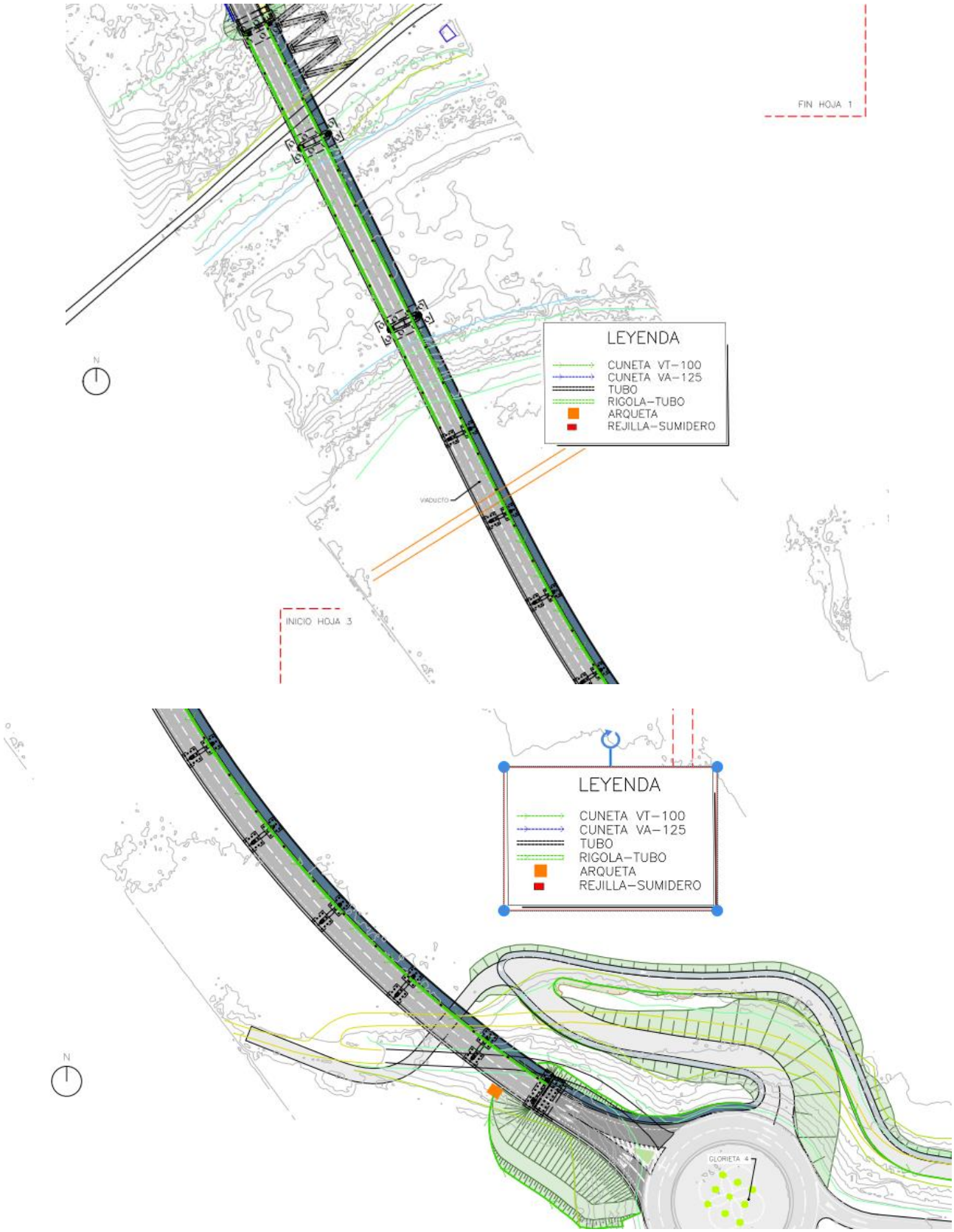
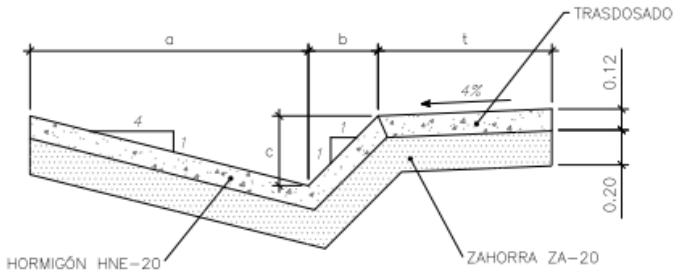


Figura 58 Elementos del drenaje longitudinal

CUNETA DE HORMIGÓN EJECUTADA EN OBRA TIPO VA-125

Este tipo de cunetas, se definen como zanjas longitudinales de sección abierta ejecutadas a los márgenes de la carretera cuyo fin es recibir las aguas de lluvia y canalizarlas. En este caso concreto a la cuneta se le realiza un revestimiento de hormigón sobre una capa previa de zahorra para el asiento del lecho.

En este caso, se cuenta con una cuneta tipo VA-125, esta cuneta es una cuneta de sección triangular asimétrica con las siguientes dimensiones.



CUNETA TRIANGULAR ASIMÉTRICA				
	a	b	c	t
VA-75	0.60	0.15	0.15	0.25
VA-100	0.80	0.20	0.20	0.375
VA-125	1.00	0.25	0.25	0.50

Figura 59 Sección cuneta de hormigón tipo VA-125

El proceso constructivo a seguir para la ejecución de este tipo de cunetas es el siguiente. Se comienza con la excavación de la zanja mediante medios mecánicos, se suele emplear una pequeña retroexcavadora que sea capaz de perfilar levemente la cuneta. Una vez realizada la excavación, se emplea una motoniveladora la cual es capaz de ejecutar el surco en forma de V y dar ya las pendientes laterales deseadas. Con la sección ya ejecutada, el siguiente paso consiste en la colocación de la capa de zahorra, esta capa posee un espesor de 20 centímetros y se ejecuta mediante el empleo de una motoniveladora. Finalmente, con la capa de zahorra ya colocada y nivelada, se ejecuta, según indicaciones de proyecto, una capa de hormigón no estructural (clase C16/20) de 12 centímetros mediante el empleo de una extendedora de hormigón autopropulsada. Debido a las dimensiones de esta cuneta, se considera adecuada la ejecución manual del extendido de la capa de hormigón no estructural.

Al tratarse de un drenaje superficial, es recomendable realizar primero la pavimentación de las capas de firme y, una vez finalizadas, ejecutar la cuneta para asegurar la correcta canalización del agua.

La descripción de la ubicación y mediciones de la cuneta de hormigón tipo VA-125 se muestra a continuación:

Eje	Tipo	P.K. Inicio	P.K. Final	Lado	Longitud (m)
Tronco	VA-125	0+380	0+520	Izquierdo	137,50
Tronco	VA-125	0+380	0+520	Derecho	137,50
				TOTAL (m)	275,00

Tabla 23 Medición de cunetas de hormigón tipo VA-125

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C400_10.03	Cuneta VA-125.			36,60 €
Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
Capataz.	0,004	h	25,00	0,1
Oficial 1ª.	0,04	h	22,00	0,88
Peón especialista.	0,04	h	18,00	0,72
Peón señalista.	0,025	h	18,00	0,45
Excavación mecánica en zanjas y pozos.	0,6	m3	4,00	2,4
Zahorra artificial procedente de cantera.	0,5	t	26,57	13,285
Motoniveladora de 12/15 Tn	0,005	h	85,00	0,425
Hormigón C16/20	0,18	m3	82,09	14,7762
Extendedora de hormigón autopropulsada.	0,0155	h	230,00	3,565

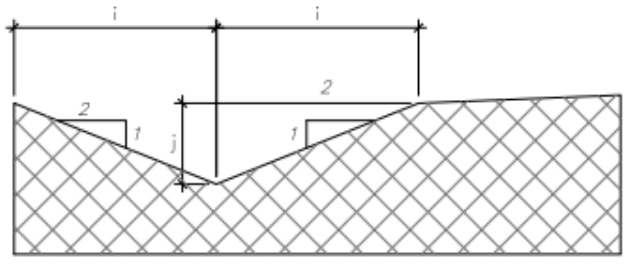
Teniendo en cuenta un rendimiento de ejecución de este tipo de cunetas de hormigón de forma manual es de unos 60 metros diarios y que su medición total es de 275 m, se puede obtener el tiempo de ejecución.

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{275{,}00\ m}{60\ {}^{m}/_{día}} = 5\ días$$

CUNETA EN TIERRA TIPO VT-150

Las cunetas ejecutadas en tierra siguen el mismo concepto de funcionamiento que las cunetas de hormigón teniendo en cuenta que este tipo de cunetas no presentan un revestimiento de hormigón apoyado sobre un lecho de zahorra, su concepto es el mismo, una zanja longitudinal de sección abierta cuyo fin es recibir y canalizar las aguas de escorrentía superficial.

Para este proyecto, se ha considerado la ejecución de cunetas tipo VT-150, de forma triangular, con taludes 2H/1V, de anchura 1,50 metros y altura 0,38.



CUNETA TRIANGULAR		
	i	j
VT−100	0.50	0.25
VT−125	0.63	0.33
VT−150	0.75	0.38

Figura 60 Sección cuneta de hormigón tipo VT-150

El proceso constructivo a seguir para la ejecución de este tipo de cunetas es bastante más simple que el anterior ya que no precisa ni siquiera del empleo de una motoniveladora. Para la ejecución de las cunetas en tierra, bastará con el empleo de una retroexcavadora la cual irá excavando y perfilando la sección de la cuneta a lo largo de toda su extensión.

Este tipo de cunetas se localizan principalmente en los caminos rurales adyacentes al viaducto, su ubicación y medición se muestra a continuación:

Tipo	Ubicación	Lado	Longitud (m)
VT-150	Esrtibo 2	Derecho	82,00
VT-150	Estribo 2	Izquierdo	78,00
VT-150	Camino 1	Derecho	32,60
VT-150	Camino 3	Izquierdo	517,40
		TOTAL (m)	710,00

Tabla 24 Medición de cunetas de hormigón tipo VT-150

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C402_05.01	Cuneta en tierra, VT-150.				0,65 €
	Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
	Peón señalista.	0,0066	h	18,00	0,119
	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	0,125	m3	4,00	0,535

Teniendo en cuenta un rendimiento de ejecución de este tipo de cunetas de forma manual es de unos 60 metros diarios y que su medición total es de 710 m, se puede obtener el tiempo de ejecución.

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{710{,}00\ m}{60\ {}^{m}/_{día}} = 12\ días$$

TRASDOSADO DE CUNETA

El trasdosado de cuneta se define como la placa de hormigón que se ejecuta como transición entre la cuneta de hormigón y el terreno u otros elementos, el objetivo de este trasdosado, consiste en recoger el agua procedente del talud de desmonte y conducirlo hasta la cuneta, este elemento ayuda también en labores de contención de tierras en función de su tamaño y ayuda a evitar el crecimiento de vegetación la cual entorpecería la misión principal de la cuneta.

La ejecución del trasdosado de las cunetas es similar a la ejecución de la cuneta de hormigón, primeramente, se procede a la excavación de la superficie mediante una retroexcavadora pequeña, para después preparar y comprobar la superficie de asiento.

Una vez ejecutada la excavación, y preparada la superficie de asiento, se debe extender una capa de zahorra de 20 cm, coincidente con la de la cuneta. Es necesaria su compactación mediante un rodillo vibratorio.

Por último, una vez ejecutada la capa de zahorra artificial, se encofra y hormigona el trasdós de la cuneta.

Las dimensiones del trasdosado se muestran en la sección de la cuneta de hormigón tipo VA-125, este se ejecutará junto a la cuneta y poseerá un ancho de 50 centímetros.

Tipo	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m2)
VA-125	275	0,5	137,5
		TOTAL (m2)	137,5

Tabla 25 Medición del trasdosado de cuneta

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C403_07	Trasdosado de cuneta.				13,57 €
	Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
	Capataz.	0,004	h	25,00	0,1
	Oficial 1ª.	0,02	h	22,00	0,44
	Peón especialista.	0,04	h	18,00	0,72
	Peón señalista.	0,04	h	18,00	0,72
	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	0,25	m3	4,00	1,07
	Encofrado paramentos rectos.	0,05	m2	19,00	0,878
	Zahorra artificial procedente de cantera.	0,15	t	26,57	1,355
	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	0,02	h	4,00	0,08
	Hormigón C16/20	0,1	m3	82,09	8,209

Teniendo en cuenta un rendimiento de ejecución del trasdosado de cuneta de 50 m2/día, y una medición de 137,5 m^2, se puede obtener el tiempo de ejecución:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{137{,}50\ m}{50\ {}^{m^2}/_{día}} = 3\ días$$

BAJANTE PREFABRICADA DE HORMIGÓN

La bajante prefabricada de hormigón se define como la zanja transversal a la plataforma abierta al terreno, tanto en los taludes de desmonte como de terraplén, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste 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 en caso de requerirse.

El objetivo de las bajantes consiste en canalizar el agua desde los puntos bajos en cunetas de coronación del terraplén, hasta las cunetas situadas al pie del terraplén.

La bajante prefabricada empleada en este caso es la bajante tipo BT-50, las piezas prefabricadas tienen forma trapecial en planta, con dimensiones de sus bases de 0,30 y 0,50 m, y longitud de 0,50 m.

El proceso constructivo para la ejecución de las bajantes es el siguiente. En primer lugar, se ejecutará la excavación y acondicionamiento del terreno mediante el empleo de una retroexcavadora, para, posteriormente, proceder al extendido de una capa de hormigón de limpieza que actúa como asiento de las piezas prefabricadas. Una vez preparado el lecho de asiento, se procederá a ejecutar el dado de retenida, si procede, y a la colocación de las piezas prefabricadas.

La descripción de la ubicación y mediciones de la cuneta de hormigón tipo VA-125 se muestra a continuación:

Eje	Tipo	P.K.	Lado	Longitud (m)
Tronco	BT-50	1+685	Izquierdo	3,50
Tronco	BT-50	1+685	Derecho	24,50
Tronco	BT-50	Estribos	Izquierdo	8,50
Tronco	BT-50	Estribos	Izquierdo	12,00
Tronco	BT-50	Estribos	Izquierdo	12,00
			TOTAL (m)	60,50

Tabla 26 Medición de la bajante prefabricada

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C404_05.01	Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-50.				35,60 €
	Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
	Capataz.	0,02	h	25,00	0,5
	Oficial 1ª.	0,1	h	22,00	2,2
	Peón ordinario.	0,2	h	18,00	3,6
	Peón señalista.	0,2	h	18,00	3,6
	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	0,15	m3	4,00	0,642
	Hormigón HM-20 a pie de obra.	0,0125	m3	86,80	1,085
	Hormigón HL-150/B/20.	0,05	m3	84,32	4,216
	Pieza de bajante prefabricada tipo BT-50.	2	ud	9,88	19,76

Teniendo en cuenta un rendimiento de ejecución de las bajantes de 20 m/día, y una medición total de 60,50 m, se puede obtener el tiempo de ejecución:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{60{,}50\ m}{20\ {}^{m}/_{día}} = 3\ días$$

ARQUETA DE HORMIGÓN

Las arquetas de hormigón con rejilla metálica son los elementos encargados de recibir las aguas provenientes de las cunetas para su desagüe, en este caso, se emplearán arquetas de dimensiones interiores de 80 x 60 cm^2, de clase C-250.

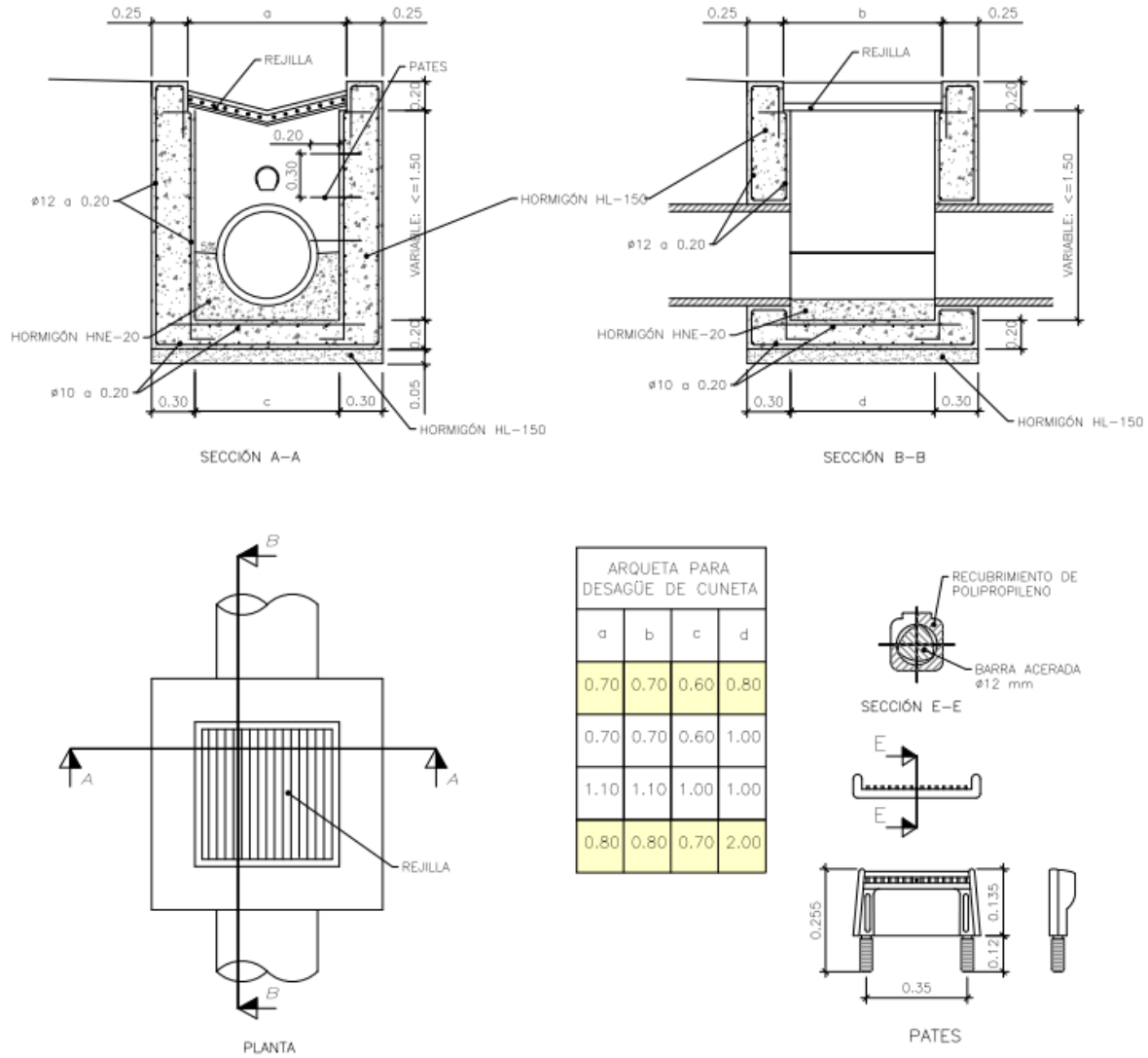


Figura 61 Arqueta de hormigón para desagüe de cunetas

El procedimiento constructivo para la ejecución de las arquetas de hormigón es el siguiente. Se comienza con una excavación en zanja mediante el empleo de una retroexcavadora, en el proceso de excavación, se deberán de realizar taludes en ambas paredes de excavación con el fin de asegurar la estabilidad de la excavación. Una vez alcanzada la profundidad de unos 2 metros, se aplicará una capa de hormigón de limpieza de 5 centímetros, una vez realizada esta pequeña solera de hormigón, se ejecutará la arqueta mediante la colocación de la ferralla, el encofrado de los alzados y finalmente, el hormigonado de estos. Durante este proceso de hormigonado, se introducirán en los alzados los pates de polipropileno que servirán tanto de acceso como de salida para futuras inspecciones, limpiezas o mantenimientos.

Una vez realizada la arqueta, se aplica en su interior una capa de hormigón en masa que servirá como apoyo a los tubos o para la formación de una pequeña cuneta de sección en V.

Finalmente, con la arqueta ya ejecutada, solamente queda colocar la rejilla de fundición, en este caso de 70x70 cm, y rellenar la zanja ejecutada con los materiales propios de la excavación de esta.

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C410_11_ARH02	Arq.HA-25 con rej.des.cun.,80x60 cm2,clase C-250				511,84 €
	Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
	Capataz.	0,085	h	25	2,13
	Oficial 1ª.	0,85	h	22	18,70
	Peón ordinario.	0,85	h	18	15,30
	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	3,276	m3	4	13,10
	Rel.con pro.pro.de la exc. y/o préstamos	1,37	m3	2	2,74
	Encofrado paramentos rectos.	9,6	m2	19	182,40
	Acero en barras corrugadas, B-500 S.	40	kg	1,1	44,00
	Vibrador de hormigón.	0,4	h	3,5	1,40
	Hormigón HA-25/B/20/IIa.	1,33	m3	99	131,67
	Hormigón C16/20	0,15	m3	82,09	12,31
	Hormigón HL-150/B/20.	0,084	m3	84,32	7,08
	Pate de polipropileno.	3	ud	7	21,00
	Mar.y rej.de fun. de 70x70 cm, clase C-250.	1	ud	60	60,00

Las mediciones indican un total de 2 arquetas y se estima un rendimiento en su ejecución de 3 unidades por semana. El tiempo de ejecución es el siguiente:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{2\ unidades}{3\ ud/_{semana}} = 1\ semana$$

SUMIDERO DE ACERO INOXIDABLE

Los sumideros se disponen a lo largo del tablero del puente con el finde recoger las aguas canalizadas a lo largo del tablero y desaguarlas en la ría. Estos sumideros se dispondrán a lo largo de toda la extensión del tablero a una distancia de separación de aproximadamente 15 metros.

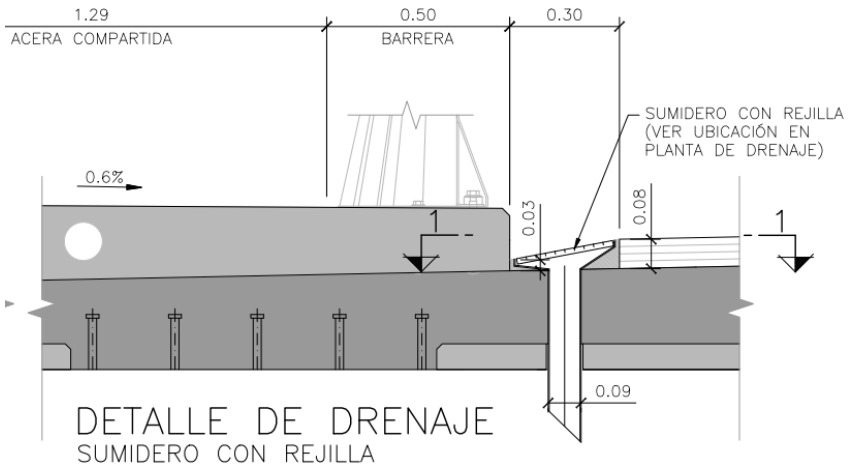


Figura 62 Sumidero en colocado en tablero

El proceso constructivo para la ejecución de los sumideros el siguiente. Durante el proceso de ejecución del tablero, se colocarán embebidos los tubos de acero inoxidable a los que irán acoplada una cazoleta por cada tubo, la misión de esta cazoleta es crear una transición entre el tamaño del sumidero y el diámetro del tubo. Finalmente, durante la ejecución de la capa de

rodadura sobre el tablero del viaducto, se colocará la parta final del sumidero junto con la rejilla de fundición dúctil que en este caso será de 20x20 cm.

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C411_07.25	Sum.ace.ino., tablero de puente, tubo 90 mm.				161,25 €
	Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
	Capataz.	0,05	h	25,00	1,25
	Oficial 1ª.	0,5	h	22,00	11,00
	Peón ordinario.	0,5	h	18,00	9,00
	Sum.de ace. inoxidable con cazoleta incorpor	1	ud	100,00	100,00
	Rej.de fun. dúctil de 20x20 cm, clase C-250.	1	ud	40,00	40,00

Estimando un rendimiento en su ejecución de 5 unidades por día, se puede obtener el tiempo de ejecución:

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{42\ unidades}{5\ {}^{ud}/_{día}} = 10\ días$$

RIGOLA DE HORMIGÓN IN SITU

La misión principal de la rigola de hormigón consiste en recoger todas las aguas de escorrentía de lluvia que caen sobre el tablero del puente y conducirlas hasta los sumideros presentes en este.

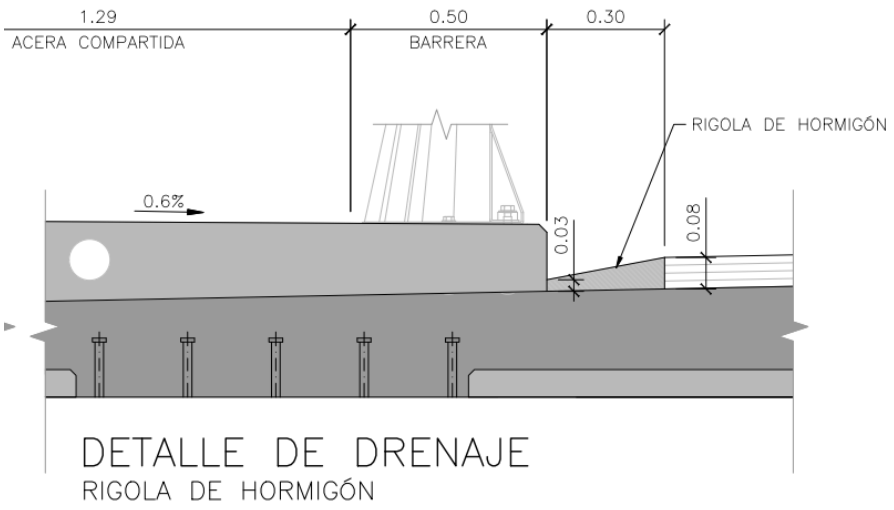


Figura 63 Rigola de hormigón en el tablero

El procedimiento de ejecución de estos elementos es simple, posterior a la fase de ejecución de la capa de rodadura sobre el viaducto, se realizará un corte longitudinal de la capa de rodadura entre esta y la acera buscado el ancho de la rigola de modo que el propio paquete de firmes servirá como encofrado para la ejecución de esta. El siguiente paso consiste en la ejecución de la rigola con hormigón en masa, en este punto hay que prestar especial atención en realizar la pendiente exigida según proyecto para así poder conducir y evacuar correctamente las aguas de escorrentía.

La descripción de la ubicación y mediciones de la rigola de hormigón se muestra a continuación:

Eje	Tipo	P.K. Inicio	P.K. Final	Lado	Longitud (m)
Tronco	R-50	1+673	1+246	Derecho	427,00
Tronco	R-50	1+408	1+246	Izquierdo	162,00
				TOTAL (m)	589,00

Figura 64 Medición de la rigola de hormigón

En la siguiente tabla se muestra las diferentes partes que componen la unidad de obra con sus correspondientes costes:

C401_07.01_M	Rígola de hormigón in situ				5,40 €
	Descripción	Rendimiento	Unidad	Coste (€/u)	Precio (€)
	Capataz.	0,0056	h	25,00	0,14
	Oficial 1ª.	0,028	h	22,00	0,62
	Peón especialista.	0,056	h	18,00	1,01
	Encofrado paramentos rectos.	0,119	m2	19,00	2,26
	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	0,015	h	4,00	0,06
	Hormigón C16/20	0,016	m3	82,09	1,31

Teniendo en cuenta un rendimiento de ejecución de este tipo de rigolas de hormigón de forma manual es de unos 60 metros diarios y que su medición total es de 589 m, se puede obtener el tiempo de ejecución.

$$Tiempo\ de\ ejecución = \frac{589{,}00\ m}{60\ {}^{m}/_{día}} = 10\ días$$

2.6. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA

En este capítulo se engloban todas las unidades de obra del proyecto necesarias para ejecutar la señalización y el balizamiento de la carretera durante las distintas fases de ejecución de la obra y en su estado definitivo.

El coste de este capítulo será de un 70% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto:

$$Coste\ señalización, balizamiento\ y\ defensa = 37.414{,}99\ € * Coef.paso\ (0{,}7) = 26.190{,}49\ €$$

2.6.1. Señalización durante las obras

En el presente capítulo se recogen las actividades que serán necesarias llevar a cabo, por una empresa subcontratada, con el fin de solventar las interferencias que se producirán al tráfico como consecuencia de la ejecución de las obras. Para ello, se seguirán los criterios establecidos en la Norma 8.3-IC "Señalización de obras" sobre balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas.

La construcción de este nuevo tramo de carretera presenta dos zonas principales de conflicto como puede apreciarse en la siguiente imagen:

Figura 65 Zonas de afección al tráfico

Estas zonas de conflicto corresponden con las glorietas 3 y 4, donde a pesar de no ser necesario cortar permanentemente el tráfico en dichos tramos durante la ejecución de las obras, Asimismo, se procurará evitar, en la medida de lo posible, que estos cortes puntuales coincidan con los horarios de máxima circulación de camiones en el Polígono de Morero.

No se contempla el planteamiento de caminos alternativos en la obra puesto que, al tratarse de un nuevo tramo, no hay una circulación previa de vehículos sobre este. Sin embargo, en las glorietas afectadas por la obra, se realizarán cortes de carril y desvíos temporales.

Las actuaciones incluidas en este proyecto se clasifican en señalización horizontal en color amarillo (marcas viales), señalización vertical con retrorreflectancia nivel I (circulares de 60 cm de diámetro y triangulares de 90 cm de lado) y balizamiento (captafaros, luces intermitentes, conos de PVC y semáforos).

2.6.2. Señalización definitiva, balizamiento y defensas

Se trata de todos los elementos necesarios para la correcta puesta en servicio de la obra, esenciales para garantizar una adecuada seguridad vial. Al igual que ocurre en el capítulo anterior, los trabajos correspondientes al presente capítulo se subcontratarán a una empresa especializada.

El presente capítulo está compuesto por cuatro grupos:

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Para su definición, se ha tenido en cuenta la Norma 8.2-IC "Marcas Viales" de la Dirección General de Carreteras. Todas las marcas viales proyectadas serán reflectantes de color blanco y su puesta en obra se realizará en dos fases:

- Al término de la obra mediante pintura acrílica con base de agua.

- Al término del período de garantía mediante pintura plástica de aplicación en frío en símbolos e inscripciones y pintura termoplástica en caliente para el resto de marcas viales.

A modo de resumen, se presenta en la siguiente tabla las marcas viales empleadas:

Continuas	Transversales	Flechas	Inscripciones	Otras marcas
M-2.1	M-4.1	M-5.2	M-6.5	M-7.2
M-2.2	M-4.2			
M-2.6				

Tabla 27 Marcas viales empleadas

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Para su definición, se ha tenido en cuenta la Norma 8.1-IC "Señalización vertical", los catálogos de señales de circulación publicados por el Ministerio de Fomento y el Real Decreto sobre "Requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del estado". Tiene como objetivo lograr una mayor calidad en el uso de la carretera, otorgando a los usuarios la seguridad, eficacia y comodidad necesarias en la circulación. Además, se ha procurado no sobrecargar de señales el tramo de carretera, estableciendo una separación mínima de 30 metros, empleando únicamente las estrictamente necesarias, todas ellas con nivel de reflectancia II.

Esta señalización vertical está compuesta por:

- - Señales de advertencia de peligro, triangulares de 135 cm de lado.
- - Señales de reglamentación, circulares de 90 cm de diámetro.
- - Señales de indicación, cuadrada de 60 cm de lado.
- Cajetines informativos complementarios de acero galvanizado.
- Carteles verticales de circulación de cualquier superficie, de lamas de acero galvanizado.

BALIZAMIENTO

Se trata de elementos fácilmente identificables que pretenden alentar al usuario sobre determinadas características de la vía. Se ha proyectado el empleo de catadióptricos de tipo "Ojo de gato" distribuidos en el tronco de la traza, en ambos márgenes de la calzada, cada 4 metros.

A modo de ejemplo se muestran a continuación un par de planos extraídos del proyecto original, correspondientes a la señalización en ambas glorietas y el tronco.

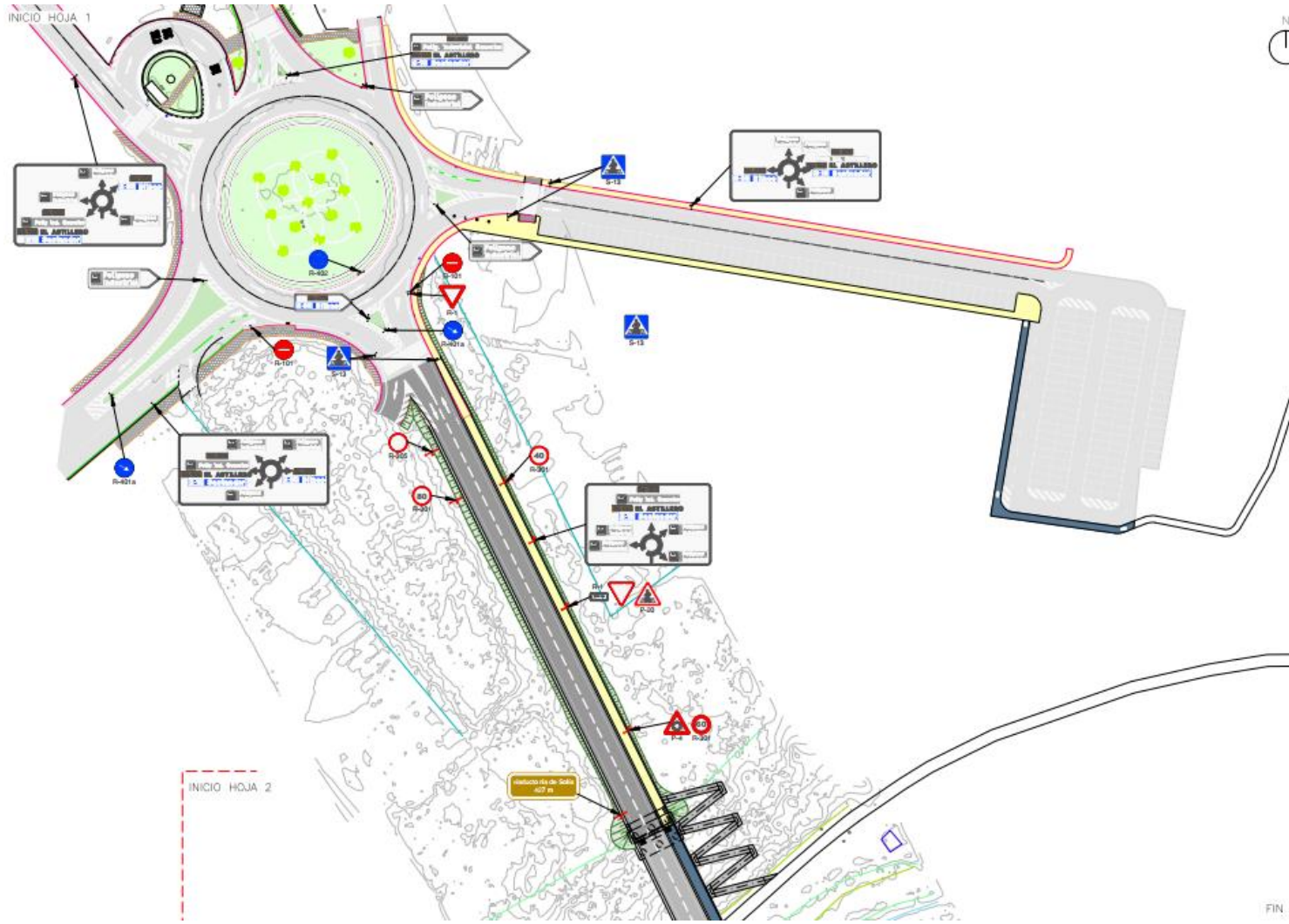


Figura 66 Señalización en la glorieta 3 y tronco

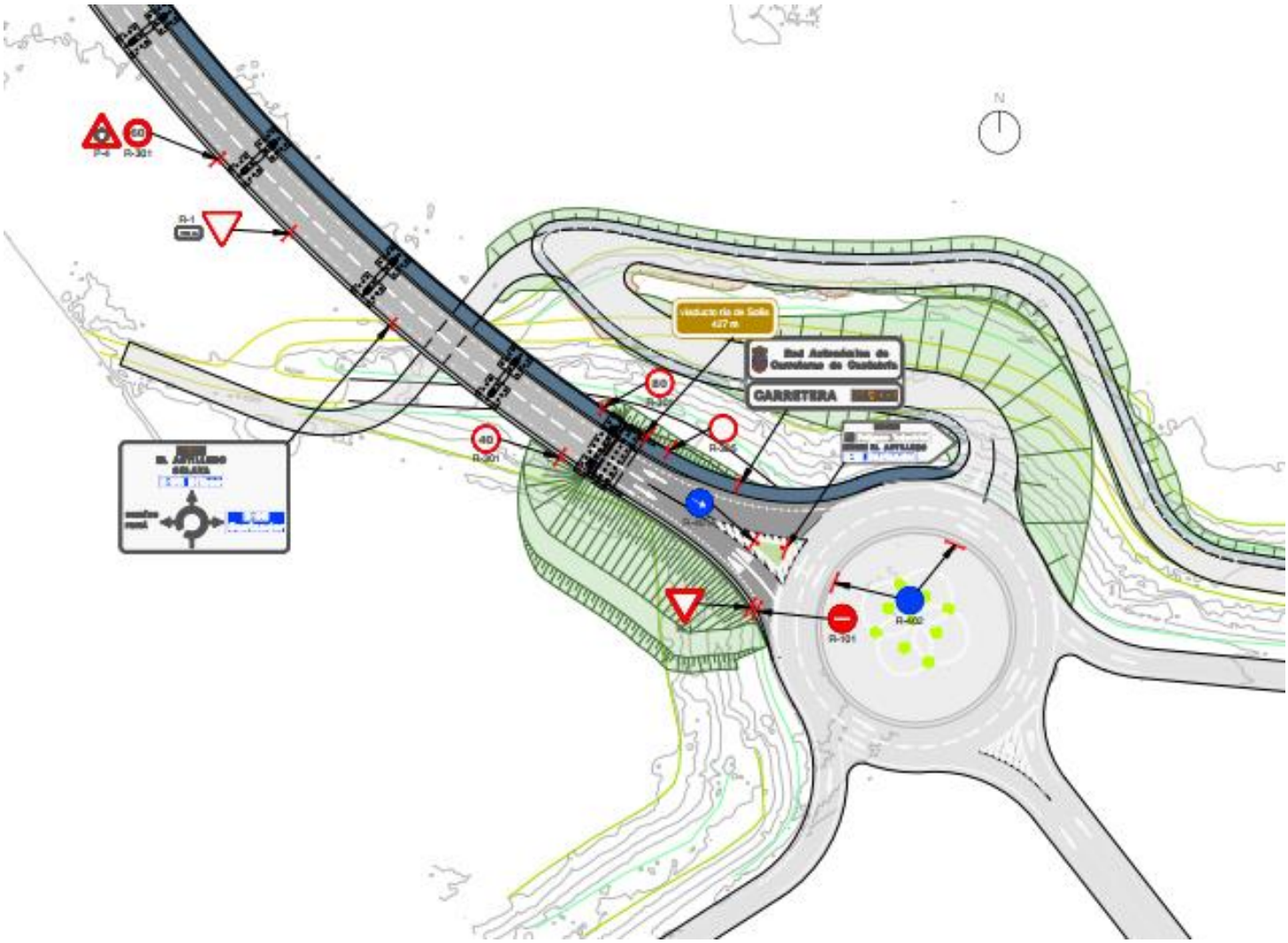


Figura 67 Señalización en la glorieta 4 y tronco

DEFENSAS

En base a lo establecido en la OC 321/95 TyP "*Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos*", modificada por la OC 28/09 sobre *"Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas"*, las ordenes circulares 18/2004 y 18bis/2008 "*Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas*" y dado que la velocidad de proyecto es de 60 km/h, el tipo de accidente posible será el denominado "Accidente normal", y en casos especiales (proximidad a cauces u otras vías) podrá darse "Accidente grave" cuando la IMD sea mayor a 10.000 vehículos/día, como es nuestro caso. Además, dadas las características de las alineaciones curvas en nuestro proyecto, no será necesario adoptar sistemas de protección de motociclistas de tipo continuo.

Se plantean 3 tipos de defensas a disponer.

Para la defensa de peatones durante su paso por el viaducto, se colocará una barandilla metálica con una altura total de 1,40 m compuesta por tubos de 10 mm de diámetro en disposición vertical y 2 tubos de 50 mm de diámetro en disposición horizontal a lo largo de todo el tablero. La barandilla se colocará anclada al tablero mediante pernos.

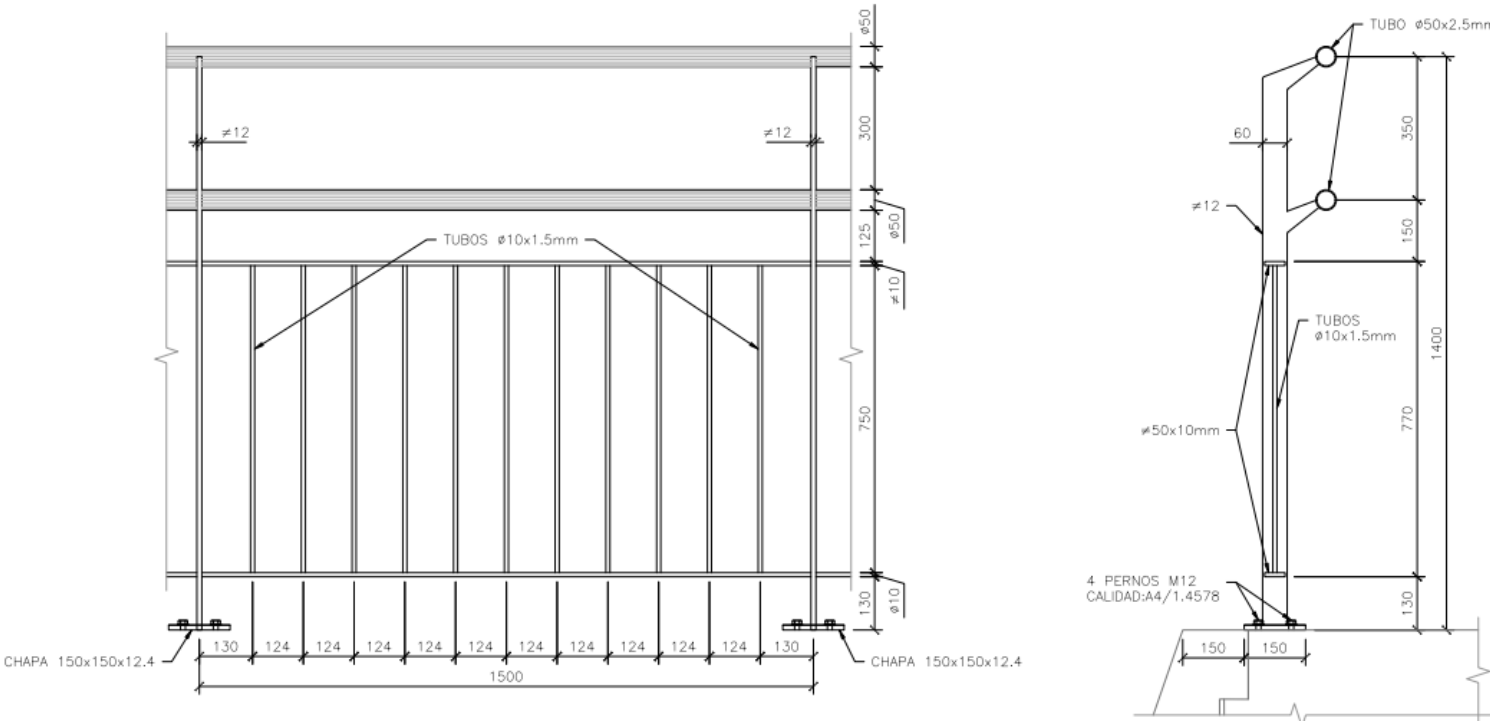


Figura 68 Detalle de la barandilla metálica

Para la protección de los vehículos, se disponen 2 tipos de defensas a lo largo del trazado. A lo largo del viaducto se colocará una barrera compuesta por 2 perfiles de 140x100 mm y un perfil de 100x100 en disposición horizontal, anclados a pretiles metálicos de tipo PMC 2/10 e, los cuales se anclarán al tablero del viaducto mediante pernos.

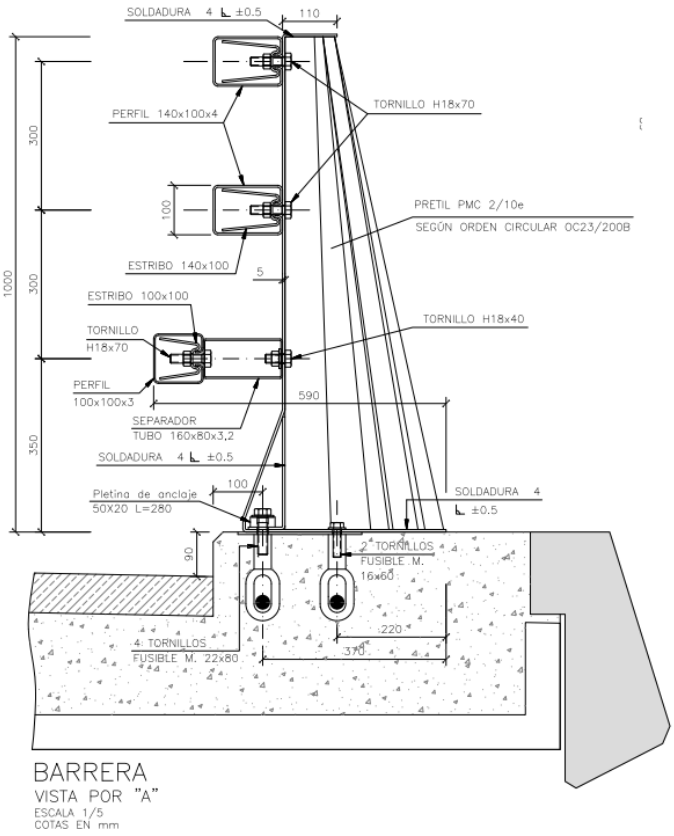


Figura 69 Sección de la barrera en el viaducto

Finalmente, en la zona final del viaducto, al realizar la conexión con la glorieta 4, se prevé la colocación de barreras flexibles de seguridad del tipo Normal/N2/W5/A, de manera que el perfil de sujeción coincida exactamente con el borde teórico del arcén. Se solaparán los perfiles en el sentido de la marcha del carril inmediato para evitar el efecto cuchillo de este en caso de accidente.

Está prevista la instalación de captafaros metálicos en la barrera de seguridad separados cada 4 metros.

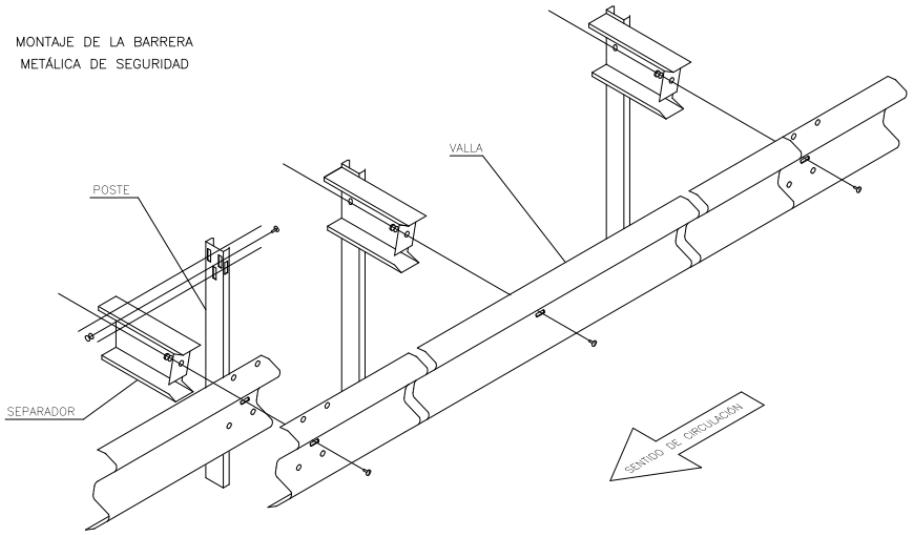


Figura 70 Montaje de la barrera de seguridad Normal/N2/W5/A

2.7. ILUMINACIÓN

En el presente capítulo se definen los sistemas de iluminación proyectados, así como, las líneas eléctricas de alimentación de los mismos, en el tramo de carretera objeto de estudio, con el fin de conseguir un alumbrado acorde con las características de la zona y del tramo en el que tienen lugar las obras.

A continuación, se muestra la normativa empleada en su diseño:

- "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior" y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, aprobado por Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Ley de Cantabria 6/2006, de 9 de junio, de prevención de la contaminación lumínica.
- Decreto 48/2010, de 11 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento por el que se desarrolla parcialmente la Ley de Cantabria 6/2006, de 9 de junio, de prevención de la contaminación lumínica.
- "Requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado", aprobado por el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo.

- "Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles", del Ministerio de Fomento.

Dado que las obras se llevan a cabo en suelos rústicos y urbanos, el nivel de protección frente a la contaminación lumínica exigido será: E2/E3. Por otro lado, al tratarse de una carretera autonómica en un entorno urbano, los niveles de iluminación del viario considerados serán clase A2.

El nuevo tramo de carretera dispondrá de alumbrado en toda su traza (actualmente las glorietas 3 y 4 ya disponen de esta dotación). En base a los criterios de diseño previamente establecidos se adopta una solución que consiste en la instalación de 19 puntos de luz, formados por columnas de chapa de acero galvanizado en caliente de 10 metros de altura, con una separación de entre 33,50 y 36,50 metros y equipados con luminarias de características similares a los existentes en las glorietas 3 y 4. Las lámparas serán de VSAP de 250 W y sus equipos serán electrónicos de doble nivel de potencia, permitiendo una reducción en el consumo del 50% a partir de las 3,5 horas de su entrada en servicio en verano y de 4,5 horas en invierno.

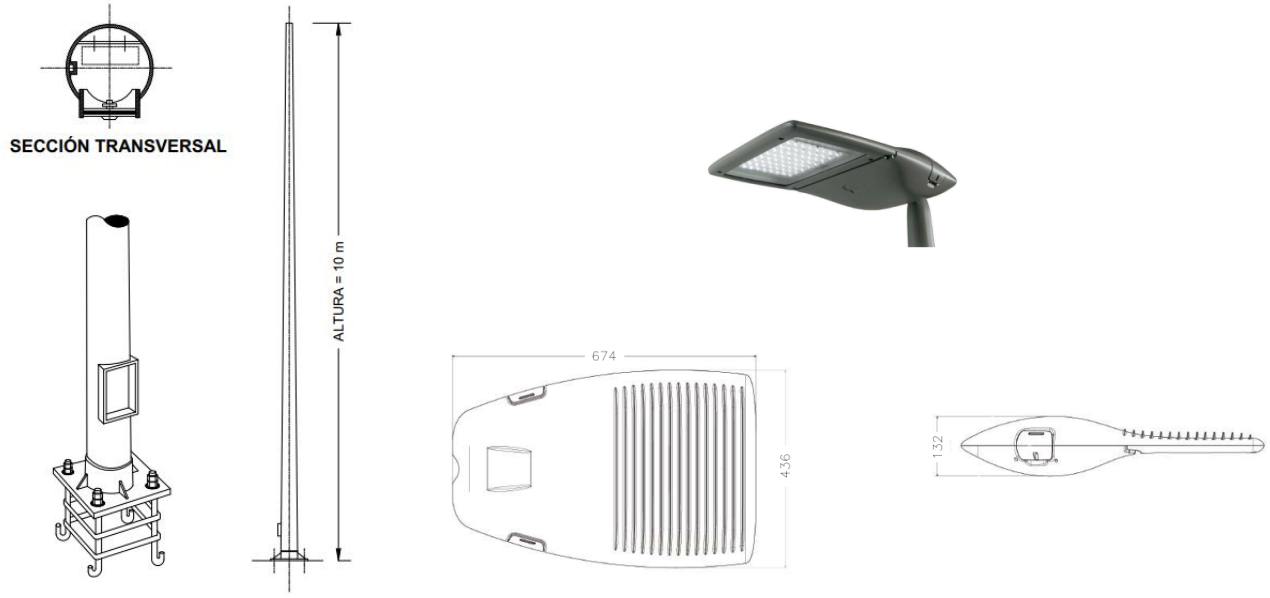


Figura 71 Detalle de los puntos de luz

Además de los puntos de luz sobre el viaducto, se instalarán a su vez 8 proyectores de iluminación artística en las pilas 1 y 2.

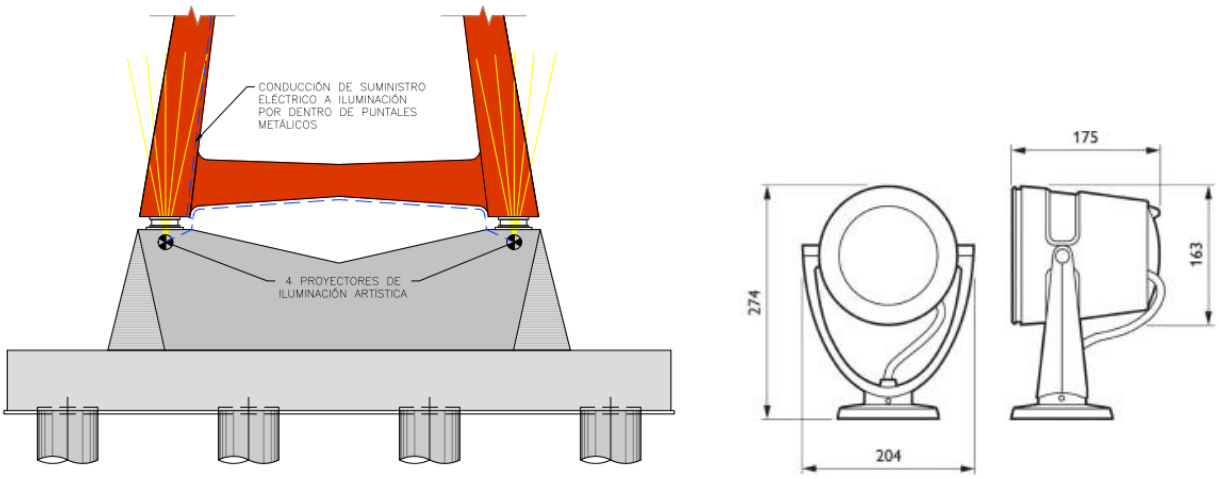


Figura 72 Detalle de los proyectores de iluminación artística

Por otro lado, la alimentación a los diferentes puntos de luz se realizará a través de canalización subterránea (con conductor de cobre tipo RV-K 0,6/1KV) desde el cuadro de mando existente en la glorieta 3.

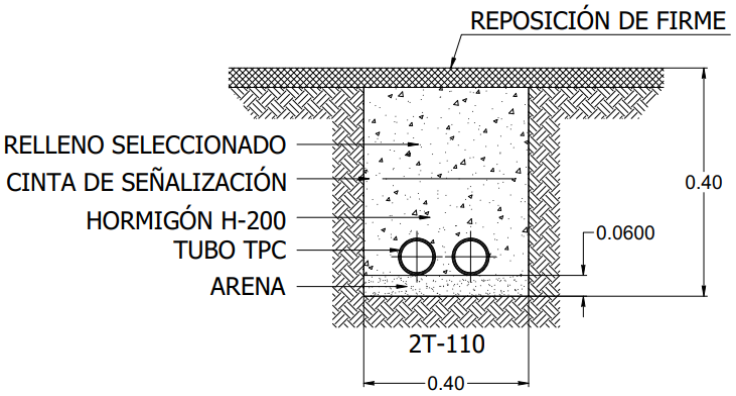


Figura 73 Sección de zanja tipo

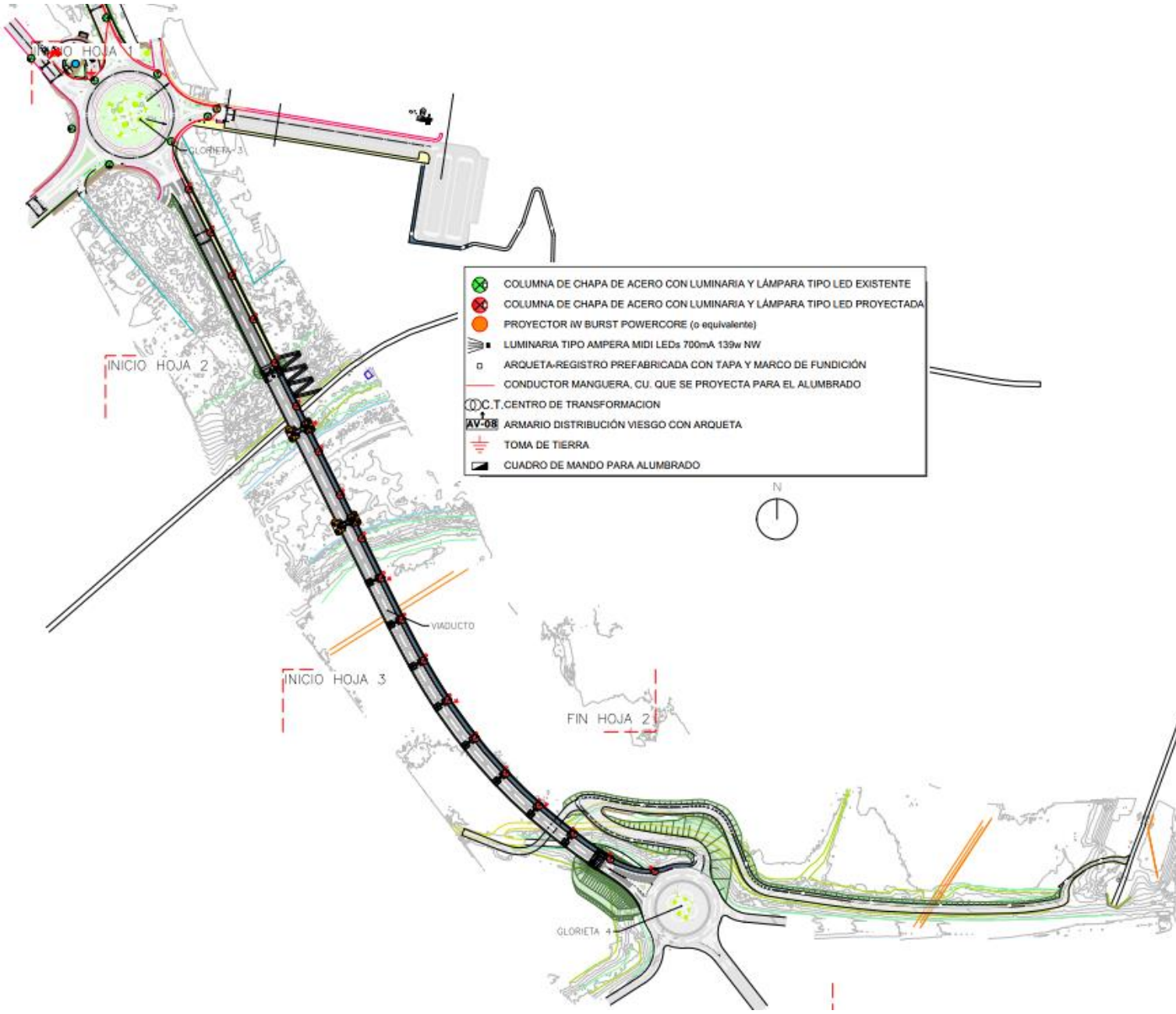


Figura 74 Disposición en planta del alumbrado

La ejecución de los trabajos relativos a este capítulo se llevará a cabo por una empresa subcontratada siendo el coste de este capítulo de un 80% del valor del presupuesto de ejecución material definido en el proyecto:

$$Coste\ iluminación = \ 45.988{,}62\ € * \ Coef.paso\ (0{,}8) = 36.790{,}90\ €$$

2.8. SERVICIOS AFECTADOS

El presente capítulo tiene como objetivo definir los servicios afectados durante la realización de las obras, así como, las actuaciones necesarias para su reposición con el fin de realizar una valoración de costes atribuibles a las mismas.

Los servicios afectados de la obra son los siguientes:

- Dos líneas subterráneas de Viesgo, una en la zona en la senda peatonal y otra en el camino rural.
- La red de saneamiento de la bahía y la red de saneamiento de Aquarbe.
- La red de alumbrado de la S-30.
- Modificación de la línea aérea de alta tensión, a 55 KV, afectada por las obras de la nueva carretera ca-144A entre el Polígono de Morero y el enlace de Liaño en la autovía S-30.

A continuación, se recoge la información recibida de los servicios afectados, con numeración de las afecciones que en ellas provocan las obras, junto con su localización. Las afecciones y trabajos a realizar son los siguientes:

Servicio afectado	Afección	Modificación a realizar	Hito temporal
Línea subterránea media tensión en senda peatonal (Viesgo)	Afección a la red en la ejecución de la pila 1	Desvío y recolocación	Durante el movimiento de tierras
Línea subterránea media tensión en camino rural (Viesgo)	Afección a la red en la ejecución del estribo 2	Refuerzo bajo camino	Antes de ejecutar la explanada
Red de saneamiento de la bahía	Afección a la red en la ejecución de la pila 1	Desvío y recolocación	Durante el movimiento de tierras
Red de saneamiento (Aquarbe)	Afección a la red en la ejecución de la pila 1	Desvío y recolocación	Durante el movimiento de tierras
Red alumbrado S-30	Afección a la red en la ejecución del estribo 2	Ejecución del alumbrado del nuevo enlace	Al realizar la iluminación
Línea aérea alta tensión (ADIF)	Afección a línea aérea	Desvío y recolocación (soterramiento)	Previo a la ejecución del viaducto, una vez se ejecutan los alzados del las pilas 3 y 4
Centro de Transformación	Conexión con alumbrado	No se precisa	Una vez ejecutado el alumbrado

Tabla 28 Servicios afectados

2.8.1. Líneas subterráneas de Viesgo

Con respecto a las líneas subterráneas de media tensión pertenecientes a Viesgo, se realizarán 2 tipos de procedimientos según la ubicación de estas líneas.

Se deberá realizar la instalación de una línea eléctrica situada sobre la línea peatonal la cual servirá para conectar la iluminación del viaducto con la red eléctrica de Viesgo existente.

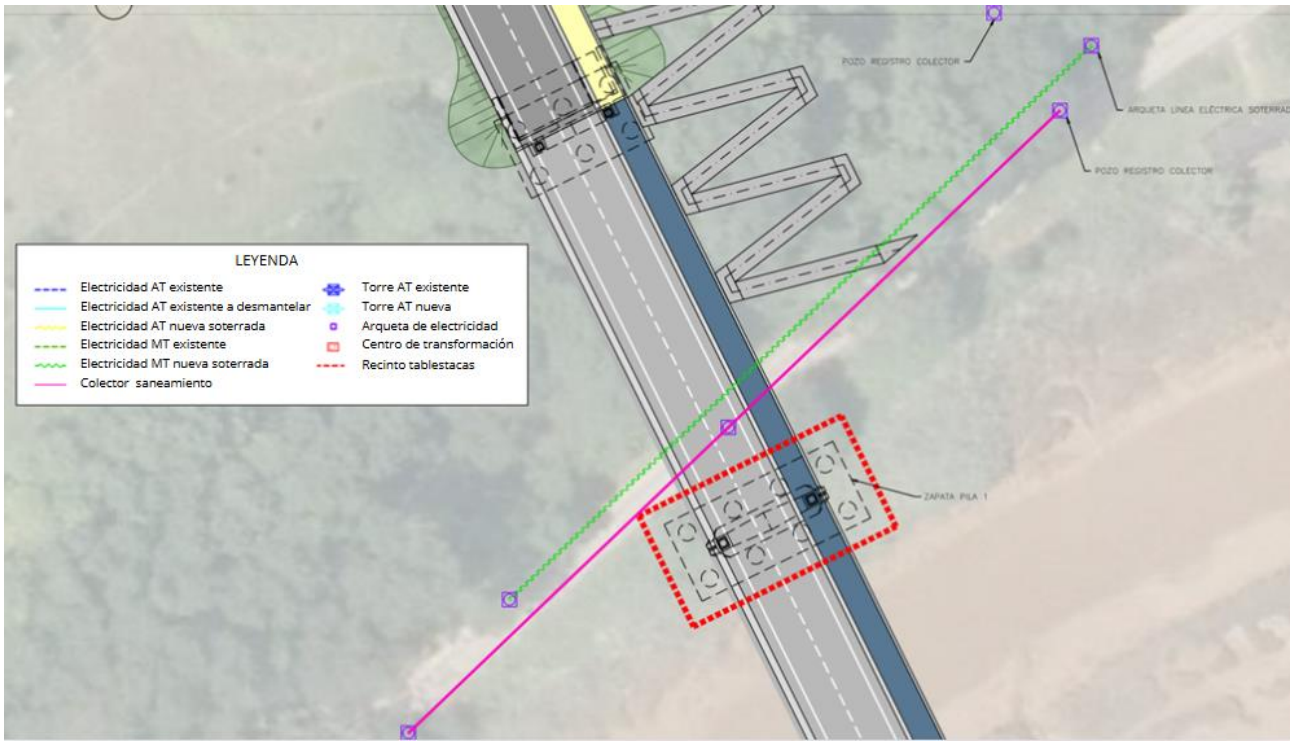


Figura 75 En verde, ubicación de la nueva línea eléctrica subterránea

Para la ejecución de esta nueva línea eléctrica se realizará una excavación en zanja suficiente para poder colocar un prisma prefabricado de hormigón capaz de albergar 6 tubos de polietileno de 160 mm de diámetro cada uno.

A lo largo de la canalización se instalarán una serie de arquetas de hormigón troncopiramidales, las cuales servirán para realizar futuras conexiones e inspecciones.

En cuanto a la línea eléctrica existente, para evitar correr riesgos de interferencia sobre esta durante las obras de ejecución del viaducto, se ejecutará una losa de protección para instalaciones eléctricas con hormigón HA-30 de espesor 30 cm y un armado superior e inferior con armadura B500S de diámetro 16 colocada en cuadricula de 15cm, sobre una capa de hormigón de limpieza la cual se habrá ejecutado previamente. Una vez realizada la losa, se cubrirá con material precedente de la excavación de esta.

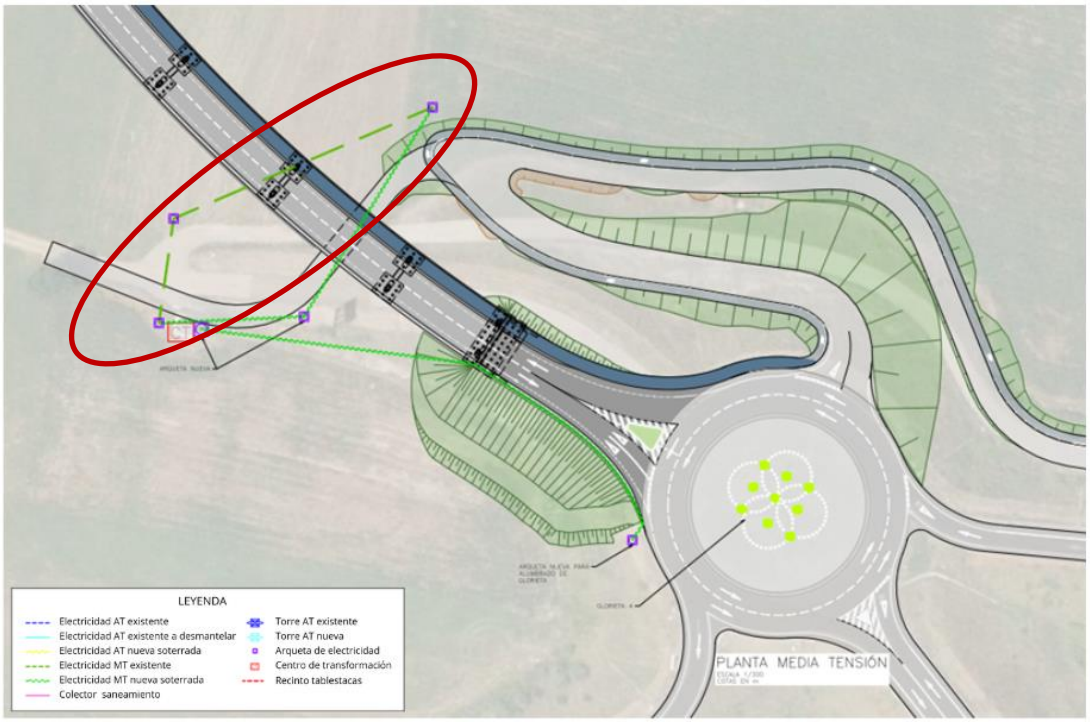


Figura 76 Ubicación de la red eléctrica existente

2.8.2. Redes de saneamiento

Con respecto a las redes de saneamiento, se plantea la restitución de estas debido a la interferencia de la cimentación de la pila 1 con las redes de saneamiento.

Para la restitución de la red de saneamiento de la bahía se realizará una excavación en zanja para la colocación de 60 m de tubo de hormigón armado sobre una capa de hormigón en masa que actuará como lecho de asiento. En cada giro y cambio de pendiente, se colocarán pozos de 120 cm de diámetro que servirán como conexión entre tubos.

Una vez ejecutada este nuevo tramo de saneamiento, se conectará con la red existente.

En cuanto a la red de saneamiento perteneciente a la compañía Aquarbe, el procedimiento de restitución del tramo afectado será el mismo. Tras ejecutar la excavación en zanja correspondiente, se instalarán 32 m de tubería de PVC liso de 400 mm de diámetro sobre un lecho de hormigón en masa. Una vez instalado el tramo se realizará la conexión con la red existente y se rellenará el hueco restante de la zanja con una capa de zahorra artificial.

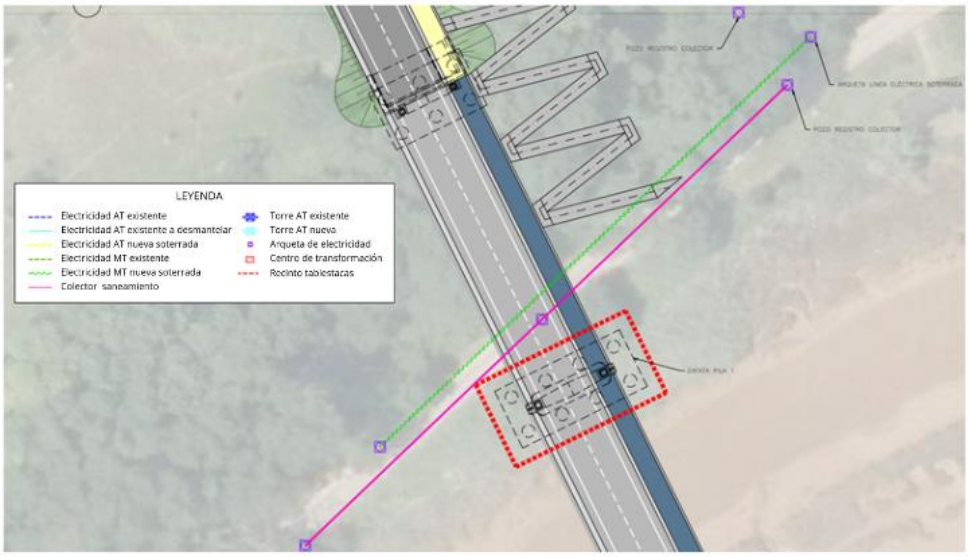


Figura 77 En morado, ubicación de la red de saneamiento

2.8.3. Red de alumbrado S-30

En este apartado se contemplan las medidas a tomar para la compensación de la afección de la ejecución de este nuevo enlace con la red de alumbrado presente en la glorieta 4.

Para su ejecución, sobre el centro de transformación presente, se ejecutarán una serie de canalizaciones a lo largo de la zona que permitirá dirigir la iluminación por la zona de la glorieta 4.

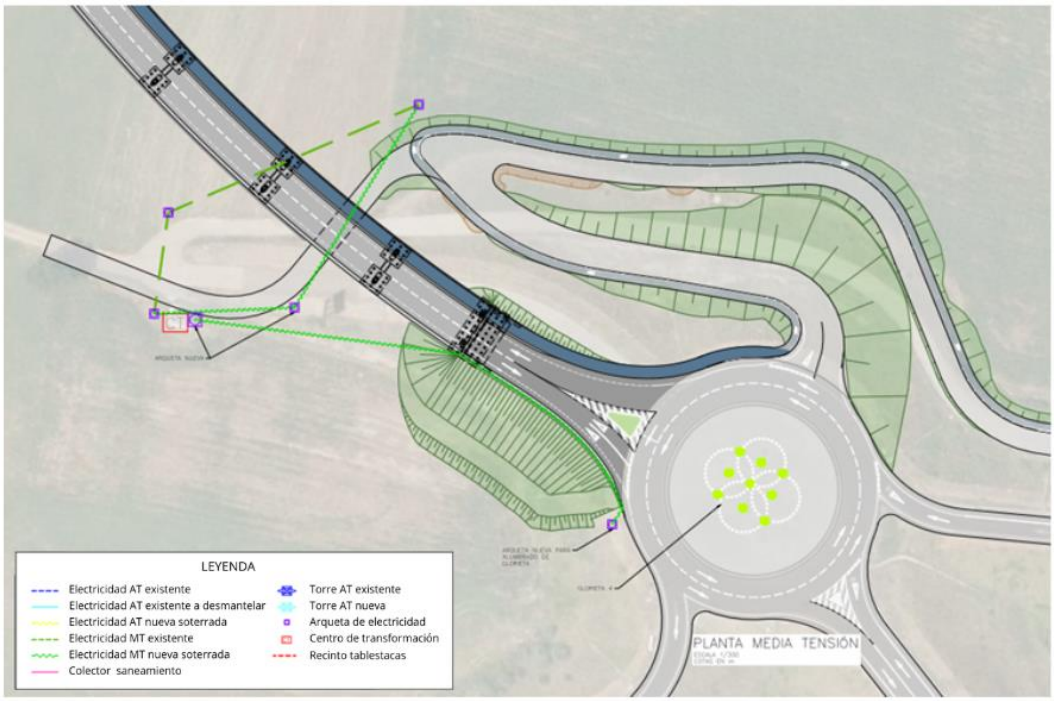


Figura 78 Ubicación de la red de alumbrado

Para su ejecución, se comenzará con la excavación en zanja del terreno para la instalación de 115 m de canalización eléctrica la cual se colocará dentro de prismas de hormigón prefabricado capaces de albergar hasta 2 tubos de 160 mm.

Figura 79 Centro de transformación presente

En los cambios de dirección, se colocarán arquetas prefabricadas las cuales servirán para el control durante la canalización de los conductores de cobre y para futuras inspecciones y mantenimientos.

2.8.4. Soterramiento de la línea aérea de alta tensión

El principal servicio afectado, tanto por importancia, como por valor dentro de este capítulo, consiste en la modificación de una línea aérea de alta tensión la cual se localiza en dirección perpendicular al trazado del viaducto.

Figura 80 Ubicación de la línea de alta tensión

El objetivo de la modificación consiste en la retirada del tendido aéreo en el tramo de interferencia con el viaducto, y realizar una canalización subterránea de este.

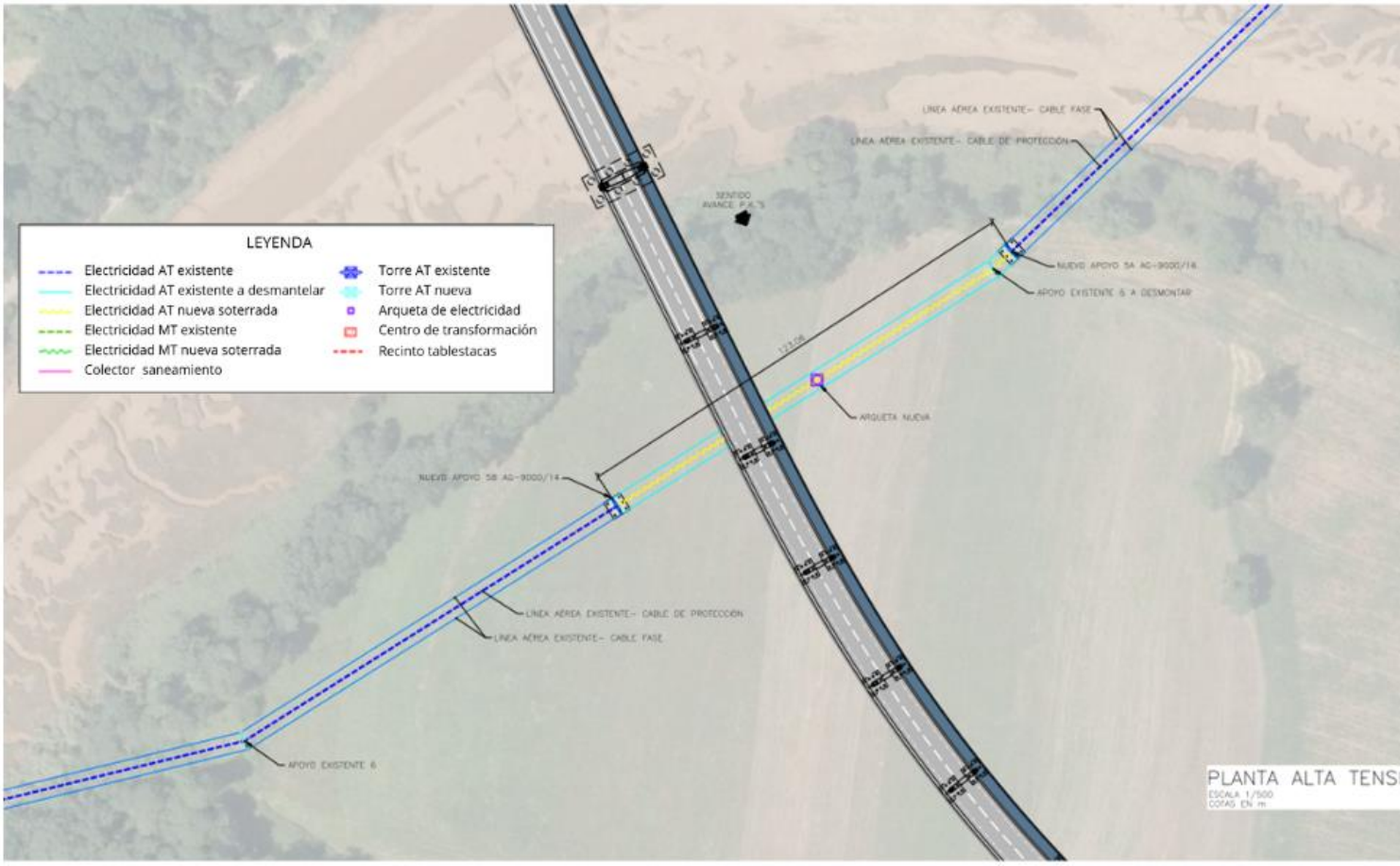


Figura 81 Soterramiento de la red aérea de alta tensión

Para poder realizar la desconexión de la línea aérea, es preciso realizar previamente la canalización que con la que se logrará modificar la línea y pasar a ser subterránea.

La canalización se compone de 3 elementos principales que son los 2 apoyos metálicos del tipo AG-9000/14 y AG-9000/16 los cuales se encargarán de pasar del tendido aéreo a uno subterráneo y de la canalización subterránea al tendido aéreo de vuelta respectivamente. El tercer elemento fundamental dentro de la obra es la propia canalización subterránea de los cables la cual estará compuesta por prismas de hormigón de hormigón capaces de albergar 6 tubos de 160 mm de diámetro.

Para la ejecución de los apoyos metálicos, se prevé la ejecución de 2 nuevos encepados de 5x5 m que recogerán 8 pilotes prefabricados de sección 30x30 cm en cada uno. No se plantea el aprovechamiento de la torre existente en la zona ni de su cimentación puesto que no se encuentra en un estado óptimo debido a los asientos diferenciales en la cimentación por el estado del terreno.

Figura 82 Estado actual del apoyo

Las operaciones de ejecución de la cimentación de los apoyos comenzarán con una fase previa de desbroce del terreno. Este trabajo consiste en la retirada de la primera capa de tierra vegetal del terreno que suele tener un espesor de unos 30 cm. Para su ejecución, se empleará un bulldozer con el que se retira la capa de tierra vegetal hacia los laterales de la pala frontal, donde se recoge mediante una retroexcavadora. Después, mediante un camión de tres ejes, se transporta hasta la zona de acopio.

Una vez ejecutado el desbroce, es preciso realizar una serie de caminos de acceso a las zonas de ejecución de las cimentaciones además de unas plataformas suficientes para colocar el equipo de pilotaje. Las plataformas y los caminos estarán formados por una capa de 50 cm de pedraplén sobre la cual se colocará una capa de 25 cm de rechazo procedente de cantera. Para su ejecución, el material se irá vertiendo desde los camiones sobre la traza de los caminos para después extender la capa con una motoniveladora y finalizar realizando una compactación mediante el empleo de un rodillo vibratorio mixto. En caso de ser necesario, se realizará un riego mediante el empleo de un camión cisterna con el objetivo de obtener una humedad óptima para la compactación del material y evitar el levantamiento de polvo.

Una vez ejecutados los caminos y las plataformas, se procederá con la ejecución de las cimentaciones de los apoyos.

En primer lugar, se llevan a cabo los movimientos de tierra necesarios para generar las superficies de trabajo. En este caso, es preciso realizar una excavación suficiente en la que se pueda ejecutar un encepado de 5 x 5 x 1,25 m más 10 cm de hormigón de limpieza y que permita colocar y retirar el encofrado de este. Durante el movimiento de tierras se deberá prestar especial atención a no perforar ni retirar parte de la costra de lodos existente puesto que en caso de hacerlo cambiarían radicalmente las condiciones del suelo, pasando de un terreno firme a una superficie de lodos saturados. Para este caso es de vital importancia puesto que la superficie del terreno afecta mucho en el caso de pilotes hincados.

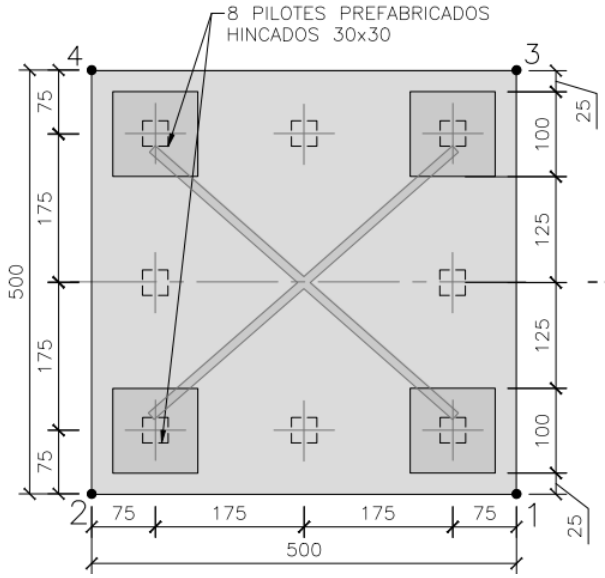


Figura 83 Planta de la cimentación

A continuación, se replantean los ejes de los pilotes, cada uno deberá estar separado a una distancia de 1,75 m en ambas direcciones. La longitud de los pilotes es de 25 m.

Con los ejes replanteados, se procede con la ejecución de los pilotes. En este caso, al tratarse de pilotes hincados se empleará un martinete de mazas. Los pilotes serán prefabricados de sección cuadrada de 30 x 30 cm y dispondrán de un azuche apuntado en la punta del pilote el cual favorecerá su hinca.

Para la ejecución de los pilotes hincados se seguirá el siguiente procedimiento constructivo. Con los ejes ya replanteados de los pilotes, se coloca el martinete con el pilote en el centro del eje donde se ha de hincar. Para la ejecución del hincado del pilote, el martinete está previsto de mazas que golpean las cabezas de los pilotes, y de dispositivos de guía que aseguran que los pilotes no sufrirán desviaciones ni golpes descentrados que puedan provocar una hinca defectuosa o su rotura. Durante la hinca, los pilotes de hormigón armado o pretensado precisarán de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado, o cualquier otro material análogo este elemento deberá tener un espesor justo sin llegar a ser excesivo puesto que podría rebajar la eficacia de la maza.

Una vez ejecutados los pilotes, el siguiente paso a realizar consiste en el descabezado de estos. En este proceso se demolerán las cabezas de los pilotes hasta dejarlas al nivel especificado. En este caso, se eliminarán los primeros 115 cm de hormigón de modo que se dejará al descubierto las armaduras para su conexión con el encepado y se asegurará el saneo de todo el hormigón que haya podido quedar resentido por el golpeo de la maza.

El siguiente paso es realizar el encepado que va a recoger a los pilotes. En primer lugar, se verterá una capa de hormigón de limpieza para nivelar el terreno y poder tener una superficie de trabajo limpia. Sobre el hormigón de limpieza se procede al replanteo del encepado, y a la

colocación tanto del encofrado como de la armadura correspondiente. A continuación, se hormigona el encepado con un camión con bomba de hormigón. Durante la colocación de las armaduras, se han de colocar, a su vez, las armaduras de los 4 pedestales que se ejecutarán en cada encepado para la posterior conexión con el apoyo metálico.

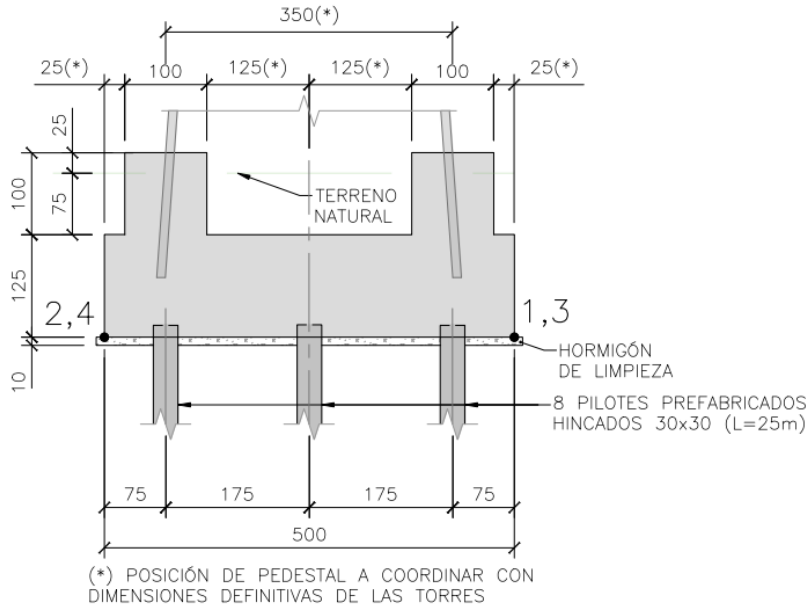


Figura 84 Sección del encepado

Una vez fraguado el hormigón del encepado, el último paso para completar la cimentación consiste en la impermeabilización de la superficie del encepado. Para ello se aplicará un chorreo de arena de sílice con el fin de preparar la superficie y garantizar que la pintura se ad-hiera al hormigón. Una vez limpia y preparada la superficie, se aplica una capa de pintura para impermeabilización que protegerá frente a posibles corrosiones al encepado.

Una vez ejecutados los encepados, se procederá a realizar la línea subterránea de alta tensión.

Para ello, se realizará una excavación en zanja para la colocación de 123 m de canalización formado por un prisma de hormigón con 6 tubos de polietileno de 160 mm de diámetro. Una vez instalada la canalización, durante los rellenos, se colocará una cinta de señalización que servirá para la detección de la línea eléctrica en futuras excavaciones.

Tras ejecutar la canalización, se instalarán los cables subterráneos junto con las conversiones aéreo – subterráneas.

Una vez ejecutado el tramo subterráneo de la línea, se procederá con el montaje e izado de los apoyos metálicos. Una vez ejecutado el nuevo tramo subterráneo se procederá a la desconexión de la línea aérea actual, para su conexión con el nuevo tramo y finalmente al desmantelamiento del apoyo metálico actual.

Una vez finalizadas las operaciones de soterramiento del tendido eléctrico, se deberá de realizar una restitución de los caminos de acceso, debiendo de retirarlos junto con las plataformas ejecutadas para la pilotadora.

2.9. RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Con el objetivo de prevenir, corregir o compensar las afecciones que pueda ocasionar la ejecución del proyecto se definen una serie de medidas relativas a la protección de la calidad atmosférica, la protección del sistema hidrológico, la calidad de las aguas, la protección de los suelos, la protección de la vegetación y la fauna, la integración paisajística, la gestión de los residuos y la protección del medio arqueológico y patrimonial.

Entre todas estas medidas podemos destacar como principales las siguientes:

- Retirada y restauración de los caminos de tierra y zonas de emplazamiento de materiales construidos para el acceso y la ejecución de las obras.
- Integración paisajística de los taludes de la infraestructura, terraplenes y desmontes. En los taludes se realizarán hidrosiembras previa colocación de una capa de tierra vegetal.
- En los desmontes que presenten roca vista, se procurará ocultar dicha superficie mediante técnicas de vegetación.
- Los vertederos de material inerte de la obra se revegetarán tras su utilización.
- Eliminación de las especies invasivas en la zona.
- Minimización de posibles impactos sobre el medio arqueológico y patrimonial, mediante seguimientos arqueológicos y medioambientales adecuados durante la fase de construcción.

A continuación, se muestran las actuaciones que se han tenido en cuenta a la hora de presupuestar este capítulo:

- Tierra vegetal procedente de la obra (2.611,06 m^3)
- Tierra vegetal procedente de préstamo (290,12 m^3)
- Estiércol (9.670,60 m^2)
- Siembra manual a base de gramíneas y herbáceas (200,00 m^2)
- Hidrosiembra arbustiva (10.420,60m^2)
- Plantación de árbol autóctono (344 unidades)
- Plantación de arbusto autóctono (147 unidades)
- Plantación de arce (15 unidades)
- Plantación de fresno común (15 unidades)
- Plantación de encina (15 unidades)
- Plantación de roble (15 unidades)
- Plantación de buxus sempervirens (60 unidades)
- Plantación de Juníperus horizontalis (60 unidades)
- Limpieza de plumero (924,00 m^2)
- Seguimiento arqueológico normal (24 meses)
- Seguimiento medioambiental normal (30 meses)
- Análisis mensual de la calidad de las aguas superficiales (28 meses)
- Barrera de retención de sedimentos (180,00 metros)

La extensión de tierra vegetal se irá ejecutando a medida que se vayan acabando los trabajos de explanación, utilizando el material de acopio a pie de obra durante las excavaciones o mediante material de aportación. Esto ayudará a que crezca cuanto antes la vegetación, que a su vez estabilizará los taludes evitando una posible erosión.

Los trabajos de abonado e hidrosiembra se realizarán una vez se haya creado una superficie suficiente. Para la hidrosiembra, se buscará un día con condiciones climáticas favorables para que prospere la plantación, una vez se hayan acondicionado los taludes en donde se vayan a realizar.

Se propone también la plantación de especies arbustivas y arbóreas en zonas donde se permita, y la colocación de un cierre perimetral para evitar el posible acceso de fauna doméstica o salvaje a nivel de carretera

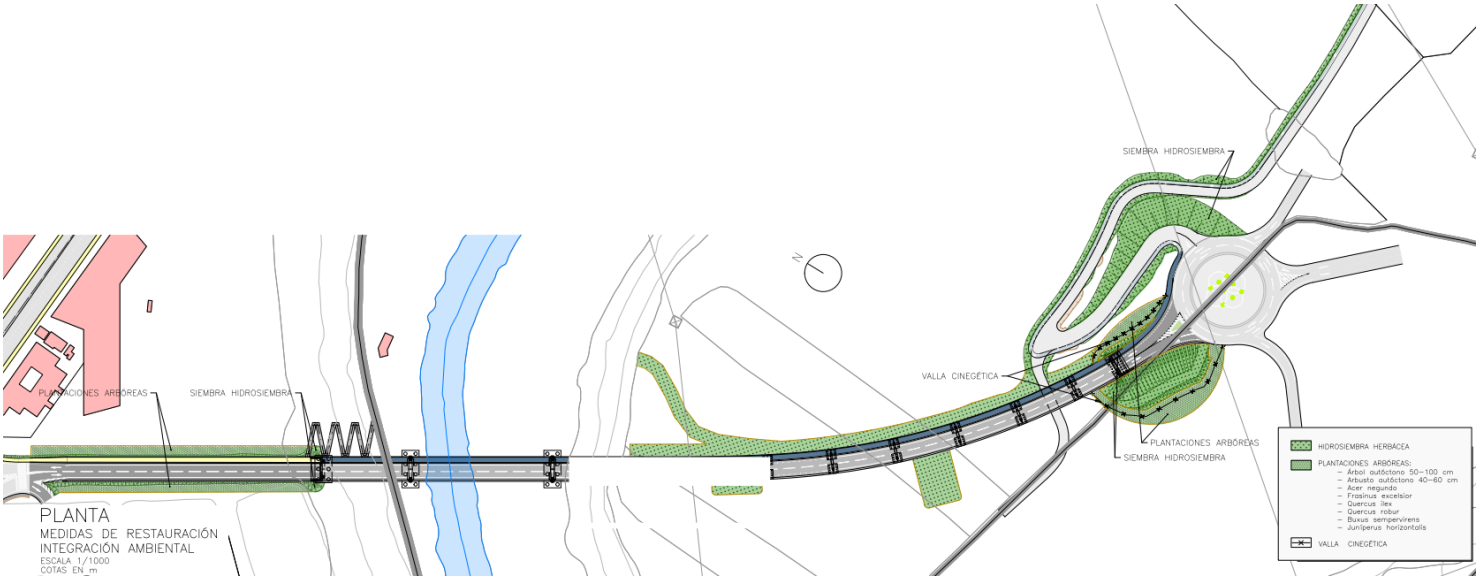


Figura 85 Integración ambiental

El coste de este capítulo será del 70% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, por tanto:

$$Coste\ iluminación = 95.842{,}17\ € * \ Coef.paso\ (0{,}7) = 67.089{,}52\ €$$

2.10. GESTIÓN DE RESIDUOS

En este capítulo se realiza una valoración del coste debido a la recogida, almacenamiento, tratamiento y eliminación de los residuos que se producen como consecuencia de la ejecución de la obra, y que no han podido ser reutilizados durante la ejecución de la misma.

Habrá de cumplirse el Decreto 72/2010, de 28 de octubre, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Cantabria, y el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

En base a lo establecido en la Lista Europea de Residuos, se identifican dos categorías de residuos de construcción y demolición:

- RCDs de Nivel I: Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo el resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de tierras y materiales pétreos, no contaminados procedentes de obras de excavación.
- RCDs de Nivel II: Residuos generados principalmente en actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra se realiza en función de las categorías antes mencionadas, y se mide en toneladas y metros cúbicos. La estimación de los residuos de construcción y demolición de nivel II, en ausencia de datos más contrastados, se realiza en base a parámetros estimativos con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m2 de superficie de obra, con una densidad tipo entre 0,5 y 1,5 t/m3.

Estimación de residuos	
Superficie Construida total	12.500,00 m²
Volumen de residuos (S x 0,20)	2.500,00 m³
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m³)	1,10 Tn/m³
Toneladas de residuos	2.750,00 Tn
Estimación de volumen de tierrasprocedentes de la excavación	0,00 m³

A.1.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo(entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		0,00	1,50	0,00

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo(entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétrea				
1. Asfalto	0,050	137,50	1,30	105,77
2. Madera	0,040	110,00	0,60	188,33
3. Metales	0,025	68,75	1,50	45,83
4. Papel	0,003	8,25	0,90	9,17
5. Plástico	0,015	41,25	0,90	45,83
TOTAL estimación	**0,140**	**365,75**		**389,93**
RCD: Naturaleza pétrea				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	110,00	1,50	73,33
2. Hormigón	0,120	330,00	1,50	220,00
TOTAL estimación	**0,750**	**440,000**		**293,330**
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,070	192,50	0,90	213,89
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	110,00	0,50	220,00
TOTAL estimación	**0,110**	**302,500**		**433,890**

Tabla 29 Estimación de los residuos generados

Como se ha considerado en el movimiento de tierras, está previsto el vertido de las tierras en una de las parcelas colindantes a las de la implantación del viaducto siendo necesario el traslado de los excedentes a un emplazamiento próximo a la obra. Dicho depósito de sobrantes, deberá contar con las autorizaciones y licencias exigidas según la legislación.

El resto de residuos deberán ser recogidos por un gestor autorizado. Hasta el momento de su recogida, estos residuos serán transportados y almacenados en contenedores específicos para ello. Se habilitará una zona próxima a las glorietas 3 y 4 para la ubicación de dichos contenedores, aprovechando que dichas parcelas forman parte del expediente expropiatorio y que se encuentran situadas a ambos lados de la ría, permitiendo minimizar las distancias de transporte y manipulación de residuos.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
Tipología de RCDs	Estimación		Precio gestión en planta/vertedero/gestor/reutiliz ación (€/Tn)	Importe (€)
	m3	Tn		
RCDs Naturaleza Pétrea	293,33	440,00	15,54	6.837,60
		437,6	56,84	24.873,18
RCDs Naturaleza No Pétrea	389,93	365,75	15,54	5.683,76
RCDs potencialmente peligrosos	433,89	302,50	15,54	4.700,85
TOTAL IMPORTE GESTIÓN DE RESIDUOS				**42.095,39**

Tabla 30 Estimación del coste total de los residuos

El coste de este capítulo será del 70% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, por tanto:

$$Coste\ gestión\ de\ residuos = 42.095{,}39\ € * \ Coef.paso\ (0{,}7) = 29.466{,}77\ €$$

2.11. SEGURIDAD Y SALUD

Según se establece en el RD 1627/1997, por el que se constituyen disposiciones mínimas de seguridad y salud den las obras de construcción, la Administración está obligada a encargar la redacción de un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450,758€
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo como tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por lo tanto, la Administración está obligada a encargar la redacción de un estudio de seguridad y salud para la obra objeto de este trabajo. A partir del estudio de seguridad, la empresa constructora y habitualmente realizada por el jefe de obra elabora un plan de seguridad y salud que se adapta a lo que realmente tenga pensado el jefe de obra utilizar, buscando la coherencia entre lo recogido en el plan y lo realizado en la obra.

El plan de seguridad elaborado por la constructora tiene que ser aprobado por el coordinador de seguridad y salud de la dirección de obra. Sin esta aprobación, la obra no puede iniciarse.

El estudio contiene una descripción de los procedimientos, equipos y medios auxiliares y en la que se identifican los riesgos, las medidas preventivas, las protecciones, los servicios sanitarios, las normas legales aplicadas, los planos de dichas medidas auxiliares, etc.

Para la financiación del capítulo en el proyecto se incluye una partida alzada de 86.415,26 €.

2.12. CONSERVACIÓN DE LA OBRA DURANTE EL PERÍODO DE GARANTÍA

Se trata del conjunto de actuaciones necesarias para mantener el correcto estado de la obra durante los 12 meses correspondientes al plazo de garantía, que consisten en:

- Limpieza manual de cunetas de hormigón, así como, de las arquetas adyacentes, con el objetivo asegurar una correcta evacuación de las aguas.
- Mantenimiento de las plantaciones de la obra, incluyendo en estos trabajos el desbroce, la siega, el riego y el abonado de las distintas plantaciones.
- Reposición de las marcas viales proyectadas al término del periodo de garantía.
- Mantenimiento tanto de la señalización en el trazado como del balizamiento, las defensas y la iluminación.

El coste de este capítulo será del 100% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, por tanto:

$$Coste\ conservación\ durante\ el\ periodo\ de\ garantía = 17.256{,}88\ €$$

3. PLAN DE OBRA

Es objeto de este capítulo la realización de un plan de obra optimizado. Para ello, se utilizarán los tiempos obtenidos en los capítulos anteriores de la memoria constructiva a partir de los rendimientos de las distintas unidades de obra.

Para el plan de obra se han hecho las siguientes consideraciones:

- La jornada laboral es de 10 horas.
- La jornada semanal está compuesta por 5 días hábiles, de lunes a viernes.
- El plazo de ejecución total de la obra en proyecto es de 30 meses.

Para la correcta realización del plan de obra, es necesario analizar el tiempo de ejecución de las unidades de obra y el orden en el que se deben realizar, con el fin de optimizar los recursos disponibles. A continuación, se han recogido los aspectos más importantes a tener en cuenta.

CAPÍTULO	TRABAJO	DESCRIPCIÓN	DÍAS
Trabajos preliminares	Desbroce	Desbroce del terreno	11
	Tala y poda	Tala de arboles	3
	Retirada de elementos	Retirada señales	3
		Retirada barrera seguridad	1
	Demoliciones	Demolición de firme mediante fresado en frío	1
Movimiento de tierras	Excavaciones	Excavación de tierras	22
	Rellenos	Formación de terraplén	18
		Formación de pedraplén	5
	Precarga	Capa filtrante	4
		Mechas drenantes	16
		Consolidación 1ª capa relleno	60
		Consolidación 2ª capa relleno	60
		Consolidación 3ª capa relleno	60
		Consolicación precarga	60
Viaducto	Estribos	Cimentación estribo 1	12
		Encepado y alzado estribo 1	30
		Cimentación estribo 2	25
		Encepado y alzado estribo 2	30
	Pilas	Cimentación pilas 1 y 2	32
		Demolición pilotes	16
		Encepados pilas 1 y 2	10
		Ejecución pilntos	10
		Cimentación pilas 3 a 10	32
		Encepados pilas 3 a 10	80
		Alzado pilas 3 a 10	80
	Viaducto	Ejecución 11 tramos metálicos	110
		Colocación prelosas	33
		Armado tablero	58
		Hormigonado losa	11
	Apeos provisionales	Cimentación y ejecución de los apeos	20

Drenaje	Drenaje longitudinal	Cuneta VA-125	5
		Cuneta VT-150	12
		Trasdosado de cuneta	3
		Bajante prefabricada	3
		Aqrueta hormigón	5
		Sumidero	10
		Rigola	10
Firmes	Tronco	Zahorra	2
		Capa base	2
		Capa intermedia	2
		Capa de rodadura	1
	Camino rural 1	Ejecución del camino	2
	Camino rural 3	Ejecución del camino	2
	Bajada a vía verde	Ejecución bajada a vía verde	20
Señalización			60
Iluminación			60
Servicios afectados	Línea aérea alta tensión	Preparación documentos	180
		Soterramiento línea	60
	Redes de saneamiento		60
	Líneas subterráneas		60
	Red de alumbrado S-30		10
Restauración ambiental			Toda la obra
Gestión de Residuos			Toda la obra
Seguridad y Salud			Toda la obra

Con todos estos datos recogidos, se ha elaborado un diagrama de Gantt que recoge toda la información necesaria para el conocimiento de la duración de la obra y de los distintos trabajos a realizar en esta.

El Diagrama de Gantt de la obra se adjunta en tamaño A3 al final del trabajo en el apartado de anexos como ANEXO N º 1.

4. ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico tiene como finalidad la obtención del presupuesto que supone la obra, para posteriormente obtener el riesgo que ha asumido la empresa licitadora UTE CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L.

A lo largo de la Memoria Constructiva, se han obtenido los costes unitarios de las unidades de obra.

Por otra parte, se ha contactado con varias plantas productoras de hormigón para la obtención de los costes de los distintos tipos de hormigón requeridos. Finalmente, se ha optado por la oferta de CANTERAS LA VERDE, más concretamente, Hongomar, su planta de hormigones, localizada en el municipio de Herrera de Camargo, cercano a la ubicación de la obra.

Los costes utilizados se muestran a continuación.

	HORMIGON SEGÚN LA INSTRUCCION EHE-08 (TAMAÑO MÁXIMO DE ARIDO 20 MM, Y CONSISTENCIAS SECA, PLASTICA Y BLANDA)				
HORMIGÓN DE USO ESTRUCTURAL					
Fck (N/mm^3)	CLASE GENERAL DE EXPOSICION			CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN	
	I	IIa	IIIa	Qa	Qb (SR)
20	86,80	-	-	97,97	104,72
25	91,72	93,00	95,36	97,97	104,72
30	96,32	96,32	96,32	97,97	104,72
35	101,75	101,75	101,75	101,75	104,72

HORMIGON DE USO NO ESTRUCTURAL		HORMIGON DE LIMPIEZA	
RESISTENCIA (N/mm^2)	€/m^3	DOSIFICACION (Kg cemento/m^3)	€/m^3
HNE-12,5/B/20	76,34	HL-100/B/20	74,25
HNE-15/B/20	79,56	HL-150/B/20	78,32
HNE-17,5/B/20	82,09	HL-200/B/20	83,29
MORTEROS	€/m^3	**OTROS PRODUCTOS**	€/m^3
M-5	97,13	Mortero Autonivelante (D-400)	109,53
M-7,5	102,30	Hormigón Autocompact. (D-380)	106,43

Tabla 31 Cuadro de precios de hormigones

A los costes proporcionados por la empresa debe añadirse el correspondiente a la mano de obra (6 €/m3) y el bombeo del hormigón (5 €/m3), siempre que se requiera de ello.

El precio de los áridos también se ha solicitado también a CANTERAS LA VERDE puesto que poseen una planta en Herrera de Camargo.

Los costes utilizados se muestran a continuación.

PRECIOS AÑO 2024	PRECIO €/TM
AF-T-0/2-C (Arena Remolida) UNE-EN 12620, UNE-EN 13139	**16,66**
AF-T-2/5-C (Arrocillo fino) UNE-EN 12620, UNE-EN 13043	**15,05**
AF-T-0/5-C (Arena) UNE-EN 12620, UNE-EN 13043	**11,23**
AG-T-6/12-C (Arrocillo) UNE-EN 12620, UNE-EN 13043	**13,38**
AG-T-12/20-C (Guijillo) UNE-EN 12620, UNE-EN 13043	**13,38**
AG-T-20/32-C (Guijo) UNE-EN 13043	**13,38**
AG-T-32/63-C (Grava) UNE-EN 13450	**10,21**
AG-T-60/90-C (Grava Gruesa) UNE-EN 13450	**13,38**
AG-T-90/250-C (Rajón) UNE-EN 13383-1	**9,14**
Escollera seleccionada (1000/3000 Kg), (3000/6000 kg) UNE-EN 13383-1	**13,44**
Escollera de voladura (15 / 300 Kg.) UNE-EN 13383-1	**7,26**
Escollera de voladura dolomía (15 / 300 Kg.) UNE-EN 13383-1	**5,11**
AG-T-0/25-C y D (Todo uno rechazo) UNE-EN 13242	**4,84**
AG-T-0/25-C y D (Todo uno rechazo dolomía) UNE-EN 13242	**3,76**
AG-T-0/32-C y D (Zahorra artificial) UNE-EN 13242	**9,03**
Escombro de cantera, de hormigón o de bloque	**3,49**

26/06/24

Tabla 32 Precios de áridos

4.1. COSTE DIRECTO POR CAPÍTULOS

A continuación, se presentan los diferentes capítulos con sus correspondientes mediciones, precios unitarios y subtotales obtenidos. De esta manera, puede obtenerse el presupuesto de la obra.

CAPÍTULO 01 – EXPLANACIONES

El capítulo de explanaciones engloba todos los trabajos preliminares a realizar para preparar el terreno para la posterior realización de las excavaciones, rellenos y el tratamiento del terreno. El presupuesto total asciende a 434.215,48 € y se desglosa de la siguiente manera.

01		EXPLANACIONES			
01.01		TRABAJOS PRELIMINARES			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C300_07	m2	Desbroce del terreno.	20.607,480	0,40	8.242,99
C305_04	m3	Demolición de firme mediante fresado en frío.	8,600	35,00	301,00
C306_07.01	ud	Tala de árb.med. con extracción de tocón.	15,000	65,00	975,00
C312_08.01	ud	Ret. elementos señalizacion vertical 1 poste	2,000	5,00	10,00
C312_08.02	m2	Ret.ele.señ. vertical 2 o mas postes	4,500	30,00	135,00
C312_08.03	ud	Retirada de farola o poste.	2,000	80,00	160,00
C308_04	ud	Limpieza de caño o tajea.	1,000	250,00	250,00
C313_05	m	Retirada de barrera de seguridad.	20,000	3,00	60,00
		Total 01.01	1,000	**10.133,99 €**	**10.133,99 €**
01.02		EXCAVACIONES			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C320_AA03	m3	Excavación no clasificada	17.358,530	3,11	53.985,03
C860_AA	m3	Retirada a depósito	15.467,910	0,86	13.302,40
		Total 01.02	1,000	**67.287,43 €**	**67.287,43 €**
01.03		RELLENOS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C330_07.01N	m3	Formación de terraplén.	11.931,360	2,02	24.101,35
C331_08.02	m3	Formación de pedraplén.	3.940,200	2,02	7.959,20
C330_10.03N	m3	Suelo adecuado para terraplén	11.341,480	11,52	130.653,85
C331_08.01	m3	Mat.para ped.pro.de can.,pue. a pie de obra	3.940,200	14,22	56.029,64
C322-15.02	m3	Rel.loc.con mat. procedente de la excavación	1.354,380	3,20	4.334,02
		Total 01.03	1,000	**223.078,06 €**	**223.078,06 €**
01.04		TRATAMIENTOS DEL TERRENO			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
PN_037	m3	Formación de plataforma mechas drenantes con material drenante	2.295,000	16,60	38.097,00
C424¦11.01	m	Geodren tipo mecha drenante	48.216,000	1,50	72.324,00
PN_022	ud	Placa de asiento para control de asientos	6,000	1.000,00	6.000,00
AA01	ud	Línea de asiento	2,000	0,00	0,00
AA02	mes	Seguimiento, inspección y control de consolidación	6,000	1.000,00	6.000,00
AA06	ud	Translado a obra y montaje de equipo de mechas drenantes	1,000	9.000,00	9.000,00
C422¦04-F-1	m2	Geotextil filtro. Grupo 1.	2.295,000	1,00	2.295,00
		Total 01.04	1,000	**133.716,00 €**	**133.716,00 €**
		Total 01	1	**434.215,48 €**	**434.215,48 €**

CAPÍTULO 02 – DRENAJE

El capítulo de drenaje contempla la ejecución de todos los elementos necesarios para la correcta evacuación del agua de escorrentía superficial a lo largo de la obra.

El presupuesto total asciende a 25.522,96 € y se desglosa de la siguiente manera.

02		DRENAJE			
02.01		CUNETAS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C400_10.03	m	Cuneta VA-125.	275,000	36,60	10.065,00
C404_05.01	m	Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-50.	60,500	35,60	2.153,80
C402_05.01	m	Cuneta en tierra, VT-150.	710,000	0,65	461,50
C403_07	m2	Trasdosado de cuneta.	137,500	13,57	1.865,88
		Total 02.01	1,000	**14.546,18 €**	**14.546,18 €**
02.02		TUBOS, ARQUETAS Y SUMIDEROS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C411_07.25	ud	Sum.ace.ino., tablero de puente, tubo 90 mm.	42,000	161,25	6.772,50
C410_11_ARH02	ud	Arq.HA-25 con rej.des.cun.,80x60 cm2,clas…	2,000	511,84	1.023,68
C401_07.01_M	m	Rígola de hormigón in situ	589,000	5,40	3.180,60
		Total 02.02	1,000	**10.976,78 €**	**10.976,78 €**
		Total 02	1	**25.522,96 €**	**25.522,96 €**

CAPÍTULO 03 – FIRMES Y PAVIMENTOS

En el capítulo de firmes se consideran la zahorra, mezclas bituminosas, betunes, riegos, etc. necesarios para la ejecución del firme. Su presupuesto total asciende a 314.215,06 €, y se desglosa a continuación.

03		FIRMES Y PAVIMENTOS			
03.01		TRONCO Y GLORIETAS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C510_09.02	m3	Zahorra artificial procedente de cantera.	838,460	26,57	22.277,88
C530_08.02	t	Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación.	7,290	460,00	3.353,40
C531_09.02	t	Emu.ter. tipo C60B3 TER o C60B4 TER	5,200	500,00	2.600,00
C542_06.04	t	MBC, en capa de base.	929,280	25,00	23.232,00
C542_06.03	t	MBC, en capa intermedia.	883,190	25,00	22.079,75
C542_08.02	t	MBC, en capa de rodadura.	436,990	32,00	13.983,68
C542_06.07	t	Betún de cualquier penetración.	110,050	600,00	66.030,00
C573_10.01	m2	Tra.sup. de mortero acrílico sobre hormigón o aglomerado	1.427,040	10,97	15.654,63
C610_11.NE20B_N	m3	Hormigón C16/20 vertido	37,520	94,07	3.529,51
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1.156,740	1,10	1.272,41
C570_05_DA250	m	Bordillo de hormigón doble capa A2-R5.	210,000	12,00	2.520,00
C570_05_DC550	m	Bordillo de hormigón de doble capa C5-R5.	215,000	14,00	3.010,00
C571_10.07	m2	Acera de baldosa de terrazo.	407,370	40,00	16.294,80
		Total 03.01	1,000	**195.838,06 €**	**195.838,06 €**
03.02		CAMINO RURAL 1			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C510_09.02	m3	Zahorra artificial procedente de cantera.	398,260	26,57	10.581,77
C530_08.02	t	Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación.	1,370	460,00	630,20
C542_08.02	t	MBC, en capa de rodadura.	136,240	32,00	4.359,68
C542_06.07	t	Betún de cualquier penetración.	7,490	600,00	4.494,00
		Total 03.02	1,000	**20.065,65 €**	**20.065,65 €**

03.03		CAMINO RURAL 3			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C510_09.02	m3	Zahorra artificial procedente de cantera.	1.276,750	26,57	33.923,25
C530_08.02	t	Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación.	4,200	460,00	1.932,00
C542_08.02	t	MBC, en capa de rodadura.	419,980	32,00	13.439,36
C542_06.07	t	Betún de cualquier penetración.	23,100	600,00	13.860,00
		Total 03.03	1,000	**63.154,61 €**	**63.154,61 €**
03.04		**CONEXIÓN CON VÍA VERDE EN PARKING**			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C573_10.01	m2	Tra.sup. de mortero acrílico sobre hormigón o aglomerado	212,750	10,97	2.333,87
		Total 03.04	1,000	**2.333,87 €**	**2.333,87 €**
03.05		**BAJADA A VÍA VERDE POR EL ESTRIBO 1**			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	6.601,880	1,10	7.262,07
C610_11.NE20B_N	m3	Hormigón C16/20 vertido	27,790	94,07	2.614,21
C610-11.A30B7_N	m3	Hormigón HA-30/F/20 XS3-XA3	75,450	107,32	8.097,29
C680_10.01_O	m2	Encofrado recto oculto	78,640	19,00	1.494,16
C573_10.01	m2	Tra.sup. de mortero acrílico sobre hormigón o aglomerado	264,050	10,97	2.896,63
C705_07.07N	m	Barandilla de madera	140,000	75,00	10.500,00
		Total 03.05	1,000	**32.864,36 €**	**32.864,36 €**
		Total 03	1	**314.256,55 €**	**314.256,55 €**

CAPÍTULO 04 – VIADUCTO SOBRE LA RÍA DE SOLÍA

En este capítulo se desglosan todos los costes relacionados con la ejecución del viaducto proyectado sobre la ría de Solía. Para el estudio de los costes relacionados con su ejecución, se ha solicitado presupuesto de las partidas de mayor importancia a distintas empresas del sector.

Para estudiar el coste del acero estructural del viaducto se ha solicitado presupuesto a Talleres Metálicos Dinametal S.L. situada en Gijón, este taller es uno de los múltiples talleres metálicos que se presentaron en UTE con constructoras a la licitación de la obra. En concreto, este taller se presentó con la constructora Dragados.

Tras la consulta, Dinametal ha proporcionado un precio del acero estructural a 3,95 €/kg.

Para la ejecución de los pilotes, tanto de los estribos, como de las pilas y los apeos, se ha solicitado presupuesto a dos empresas especializadas. Para los pilotes ejecutados in situ se ha solicitado presupuesto a la empresa Cimentalia S.L. ubicada en Guadalajara. Tras la consulta, se han proporcionado los siguientes costes:

- Pilote in situ con entubación recuperable: 450 €/m
- Costes derivados del aporte de luz, agua, etc.: 50€/m
- Hormigón HA-35/B/20/XS3-XA3 (Hongomar): 112,75 €/m^3
- Desplazamiento de maquinaria: 10.000 €
- Grúa para izado de armaduras y camisas: 12.000 €
- Entubadora con camisas: 10.000 €
- Descabezado de pilotes: 80 €/m

Para los pilotes prefabricados, se ha solicitado presupuesto a la empresa Rodio Kronsa.

II.2. Presupuesto

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1.	**PILOTES PREFABRICADOS**				
1.1	**Preparación y transporte a obra,** montaje inicial y desmontaje final y regreso del material y la maquinaria y el personal especializado, **por cada equipo de hinca de pilotes, así como sus elementos auxiliares.**	PA	1,00	7.900,00	7.900,00 €
1.2	**Pilote prefabricado CK,** con marcado de carácter obligatorio **CE** y certificado **AENOR de PRODUCTO,** según la norma UNE-EN 12794:2006, fabricado con hormigón y acero de alta resistencia, hincado verticalmente en terreno areno-arcilloso o similar.				
1.2.1	Pilote CK-300	ML	400,00	54,00	21.600,00 €
1.2.2	Pilote CK-400	ML	9.200,00	76,00	699.200,00 €
1.3	Junta especial patentada, de clase A de acuerdo con la tabla 4 de la norma **UNE-EN12794/2006** para **pilotes prefabricados CK** necesaria en pilotes de longitud superior a 12 mts., cada 12 mts. o fracción del mismo.				
1.3.1	Junta pilote CK-400	UD	A medir	115,00	
1.3.2	Junta pilote CK-400	UD	A medir	140,00	
1.4	**PDA-** Analizador electrónico de hinca de pilotes	UD	242,00	300,00	72.600,00 €
1.5	Parada o administración de Ud. de equipo de hinca por causas ajenas a Rodio Kronsa, como falta de prestaciones o preparación de tajos y/o accesos independientemente de que las condiciones metereológicas sean adversas o no, falta de suministros previstos a cargo del **CLIENTE,** o retrasos que no permitan el ritmo normal de trabajo, etc. Las paradas se miden por HORAS, de acuerdo a los criterios anteriores, midiéndose las fracciones de hora como completas a efectos de facturación.	HORA	eventual	380,00	
	PRESUPUESTO TOTAL APROXIMADO PILOTES PREFABRICADOS				**801.300,00 €**

PRECIOS OPCIONALES DESCABEZADO (Por Ud. de descabezado o por alquiler de descabezador):

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
2.	**DESCABEZADO DE PILOTE**				
2.1	**OPCIÓN DESCABEZADO POR CUENTA RK**				
2.1.1	**Preparación y transporte a obra,** montaje inicial y desmontaje final y regreso del material y la maquinaria y el personal especializado, **por cada equipo de descabezado de pilotes.**	PA	A medir	600,00	
2.1.2	Descabezado de pilote prefabricado CUADRADOS de cualquier tipo por medios hidráulicos, dejando desnudas las armaduras, hasta una cota máxima de 80 cms. Por pilote, sin incluir la retirada del material desmochado a vertedero, siendo suministrada la retroexcavadora para una presión de 300 bares por el **CLIENTE,** sin cargo alguno. Se necesitará tener tajos preparados por adelantado para poder descabezar sin paradas un mínimo de 50 pilotes al día.	UD	A medir	28,00	

Tabla 33 Presupuesto para pilotes prefabricados hincados

Finalmente, la última partida dentro de la ejecución del viaducto para la cual se ha solicitado presupuesto es la correspondiente a las prelosas que componen el tablero del viaducto. Para ello se ha solicitado presupuesto a la empresa Rocacero S.A. en Polanco. El precio obtenido de suministro de las prelosas es de 198,10 €/m^2. El precio total con colocación será de 218,10 €/m^2

Con los importes de todas estas partidas solicitados, el presupuesto total asciende a 10.531.340,33 €, y se desglosa a continuación.

04		VIADUCTO SOBRE LA RÍA DE SOLÍA			
04.01		ESTRIBOS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C610_11.NE20B_N	m3	Hormigón C16/20 vertido	33,260	94,07	3.128,77
C670_07.06	m	Pilote de hormigón hincado 1.600 cm2.	1.400,000	76,00	106.400,00
C670_07.06_J	ud	Junta para pilote CK-400	100,000	140,00	14.000,00
PN-0403	ud	Ensayo analizador electrónico de hinca de pilotes	50,000	300,00	15.000,00
C670_07.06	ud	Descabezado pilotes 1,600 cm2	50,000	28,00	1.400,00
C671_10.05	m	Pil. h.a. in situ 1800mm, entub/recuperable.	156,000	450,00	70.200,00
C671_10.05_V	m	Costes varios en ejecución de pilotes	156,000	50,00	7.800,00
C610-11.A35B6_N	m3	Hormigón HA-35/F/20/XS3	396,240	112,75	44.676,06
C671_07.50_N	ud	Ensayo por "Cross-hole" ultrasónico hasta de 35m	6,000	100,00	600,00
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	78.124,220	1,10	85.936,64
C610-11.A30B4_N	m3	Hormigón HA-30/B/20 XC2-XS1	419,760	107,32	45.048,64
C610-11.A35B2_N	m3	Hormigón HA-35/B/20/XS1	233,290	112,75	26.303,45
C680_10.01_O	m2	Encofrado recto oculto	403,110	19,00	7.659,09
C680_10.01_V	m2	Encofrado visto con panel fenólico máximo 2 usos	0,000	25,00	0,00
C680_10.01_M	m2	Encofrado visto con madera machihembrada	287,510	40,00	11.500,40
C690_06.01_N	m2	Impermeabilización de paramentos enterrados con pintura	672,390	7,00	4.706,73
C423_07.01_N	m2	Lámina drenante con geotextil	225,630	14,00	3.158,82
C420_06.30	m	Tubo dren de 160 mm de diametro	37,000	11,00	407,00
C334_04	m3	Relleno de material drenante.	183,960	13,67	2.514,73
C671_07.82	ud	Tra. a obra y montaje de equipo de pilotaje.	1,000	37.000,00	37.000,00
C670_07.85	ud	Tra.a obra y mon.de equ.de hin.de pilotes…	1,000	7.900,00	7.900,00
C671_07.90	ud	Traslado a obra de equipo de descabezado	1,000	600,00	600,00
		Total 04.01	1,000	**495.940,33 €**	**495.940,33 €**

04.02		PILAS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C610_11.NE20B_N	m3	Hormigón C16/20 vertido	82,720	94,07	7.781,47
C670_07.06	m	Pilote de hormigón hincado 1.600 cm2.	7.800,000	76,00	592.800,00
C670_07.06_J	ud	Junta para pilote CK-400	552,000	140,00	77.280,00
C670_07.06	ud	Descabezado pilotes 1,600 cm2	192,000	28,00	5.376,00
PN-0403	ud	Ensayo analizador electrónico de hinca de pilotes	192,000	300,00	57.600,00
C671_10.05	m	Pil. h.a. in situ 1800mm, entub/recuperable.	660,000	450,00	297.000,00
C671_10.05_V	m	Costes varios en ejecución de pilotes	660,000	50,00	33.000,00
C610-11.A35B6_N	m3	Hormigón HA-35/F/20/XS3	1.676,400	112,75	189.014,10
C671_10.05.D	m	Demolición de pilote de 1800mm	60,000	80,00	4.800,00
C671_07.50_N	ud	Ensayo por "Cross-hole" ultrasónico hasta de 35m	8,000	100,00	800,00
C671¦07.50	ud	Ensayo por "Cross-hole" ultrasónico a partir de 35m	8,000	120,00	960,00
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	242.170,050	1,10	266.387,06
C610-11.A30B7_N	m3	Hormigón HA-30/F/20 XS3-XA3	1.655,460	107,32	177.663,97
C610-11.A35B6_N	m3	Hormigón HA-35/F/20/XS3	377,400	112,75	42.551,85
C681_10.01	m3	Cimbra.	429,500	10,76	4.621,42
C680_10.01_O	m2	Encofrado recto oculto	920,810	19,00	17.495,39
C680_10.01_V	m2	Encofrado visto con panel fenólico máximo 2 usos	0,000	25,00	0,00
C680_10.01_M	m2	Encofrado visto con madera machihembrada	770,420	43,57	33.567,20
C690_06.01_N	m2	Impermeabilización de paramentos enterrados con pintura	1.595,940	8,25	13.166,51
C671_10.83	ud	Tra.int. entre tajos de equipo de pilotaje.	1,000	4.100,00	4.100,00
C670_07.86	ud	Tra.ent.taj.de equ.de hin.de pil.de hormi…	1,000	3.327,03	3.327,03
		Total 04.02	1,000	**1.829.292,00 €**	**1.829.292,00 €**

04.03		TABLERO			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
C640_08.21_N	Kg	Acero S355 J2+N en estructura de acero pintada	1.300.645,080	3,95	5.137.548,07
C610_11.A40B2_N	m3	Hormigón HA-40/F/20/XC4-XS1	1.254,630	118,80	149.050,04
C699_3010_N	m2	Prelosa prefabricada de hormigón con celosía de hasta 8 cm	5.203,290	218,10	1.134.837,55
C680_10.01_M	m2	Encofrado visto con madera machihembrada	183,310	40,00	7.332,40
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	529.197,170	1,10	582.116,89
C690_06.02	m2	Imp. puentes c/mortero bituminoso.	3.810,980	3,98	15.167,70
C704_11.41	m	Pre.met.tipo PMC 2/10 d,galv.c/pint termo...	870,000	250,00	217.500,00
C704_11.50	ud	Terminales Pretil metálico	4,000	400,00	1.600,00
C705_07.01	m	Barandilla inoxidable	435,000	350,00	152.250,00
C697_07.05	m	Imposta prefabricada de hormigón	856,320	50,00	42.816,00
C610-11.A30B4_N	m3	Hormigón HA-30/B/20 XC2-XS1	324,790	105,40	34.232,87
CA813_11.03	m	Coloc. 11 tub. 110. en tablero	425,000	15,00	6.375,00
697.0040_N	ud	Apoyo tipo POT PL-500, sustituible	2,000	2.900,00	5.800,00
697.0210_N	ud	Apoyo tipo POT PU-500, sustituible	2,000	3.100,00	6.200,00
697.0050_N	ud	Apoyo tipo POT PL-700, sustituible	8,000	3.300,00	26.400,00
697.0220_N	ud	Apoyo tipo POT PU-700, sustituible	8,000	3.700,00	29.600,00
698.0050_N	ud	Apoyo esférico libre longitudinal y transversal fuerza vertical máxima de 1600T	1,000	6.000,00	6.000,00
698.0060_N	ud	Apoyo esférico guiado en transversal o longitudinal fuerza vertical máxima de 1600T	2,000	7.000,00	14.000,00
698.0065_N	ud	Apoyo esférico fijo longitudinal y transversal fuerza vertical máxima de 1600T	1,000	8.500,00	8.500,00
C694_05_NA270	m	Junta neopreno armado 270 mm movimiento.	8,700	1.100,00	9.570,00
C694_05_NA400	m	Junta neopreno armado 400 mm movimiento.	8,700	2.000,00	17.400,00
C694_05_CA	m	Junta para acera con chapa de acero inoxidable	8,700	250,00	2.175,00
		Total 04.03	1,000	**7.606.471,52 €**	**7.606.471,52 €**

04.04		PROCESO CONSTRUCTIVO			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
PA_PC001	PA	Acondicionamiento de accesos por el margen del Estribo 1	1,000	6.132,10	6.132,10
PA_PC002	PA	Acondicionamiento de accesos por el margen del Estribo 2	1,000	61.307,04	61.307,04
PA_PC003	PA	Península provisional en Pila 1	1,000	147.214,29	147.214,29
PA_PC004	PA	Península provisional en Pila 2	1,000	120.768,32	120.768,32
C610_11.NE20B_N	m3	Hormigón C16/20 vertido	3,400	94,07	319,84
C670_07.06	m	Pilote de hormigón hincado 1.600 cm2.	392,000	76,00	29.792,00
C670_07.06_J	ud	Junta para pilote CK-400	32,000	140,00	4.480,00
C670_07.06	ud	Descabezado pilotes 1,600 cm2	16,000	28,00	448,00
C610-11.A30B4_N	m3	Hormigón HA-30/B/20 XC2-XS1	37,440	107,32	4.018,06
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	4.699,120	1,10	5.169,03
C680_10.01_O	m2	Encofrado recto oculto	52,800	19,00	1.003,20
C681_10.01A	d	Alquiler de torre de apeo	952,000	30,00	28.560,00
		Total 04.04	1,000	**409.211,88 €**	**409.211,88 €**

04.05		VARIOS			
Código	Ud	Resumen	MEDICIÓN	C.D. UNIT.	IMPORTE
AA001	mes	Control de ejecución de estructura	28,000	5.660,38	158.490,64
AA002	PA	Instrumentación	1,000	9.433,96	9.433,96
C695_11_E.01	ud	De pruebra de carga estática y dinámica	1,000	22.500,00	22.500,00
		Total 04.05	1,000	**190.424,60 €**	**190.424,60 €**
		Total 04	1	**10.531.340,33 €**	**10.531.340,33 €**

CAPÍTULO 07 – SERVICIOS AFECTADOS

Este capítulo se compone de todas aquellas operaciones necesarias para la restitución o modificación de los distintos servicios afectados por la implantación del viaducto de entre los cuales destacan las obras de soterramiento de una línea de alta tensión.

Su presupuesto total es de 204.832,68 €, detallado a continuación.

07		SERVICIOS AFECTADOS			
07.01		MODIFICACIÓN LÍNEA AÉREA A.T. 55KV			
07.01.01		OBRA CIVIL			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
C817_07.11_N	ud	Arqueta prefabricada de hormigón troncopiramidal de 1,15x1,15x1,2 m, con fondo	1,000	277,09	277,09
C813_11_11_N	m	Pri.HNE-20 para canalización subterranea 6 tub. 160.	123,000	70,52	8.673,96
		Total 07.01.01	1,000	**8.951,05 €**	**8.951,05 €**
07.01.02		LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
PN-0201	ud	Apoyo metálico tipo AG-9000/16	1,000	10.708,50	10.708,50
PN-0202	ud	Apoyo metálico tipo AG-9000/14	1,000	11.132,00	11.132,00
PN-0203	ud	Puesta a tierra de apoyo metálico	2,000	757,33	1.514,66
PN-0204	ud	Cadena de amarre 55KV	6,000	151,91	911,46
PN-0205	ud	Cadena de amarre pàra cable de acero AC-50	2,000	49,83	99,66
PN-0206	ud	Retensado de cables LA-110 en apoyos metálicos	2,000	907,50	1.815,00
PN-0207	ud	Retensado de cables AC-50 en apoyos metálicos	2,000	69,23	138,46
PN-0208	ud	Baliza esférica de señalización diurna	6,000	248,78	1.492,68
PN-0209	ud	Señalización de peligro de riesgo eléctrico tipo CE-14	2,000	3,93	7,86
PN-0210	ud	Desmontaje y valoración de apoyo metálico HA-6000/14	1,000	605,00	605,00
		Total 07.01.02	1,000	**28.425,28 €**	**28.425,28 €**
07.01.03		LINEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSIÓN			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
PN-0301	m	Aportación, tendido por tubular y por apoyo de cable RHZ1 33/66 KV	585,000	37,00	21.645,00
PN-0302	ud	Suministro e instalación de terminación unipolar para cable RHZ1 OL 36/66 KV	6,000	2.601,50	15.609,00
PN-0303	ud	Conversiones aéreo-subterráneas	2,000	1.815,00	3.630,00
PN-0304	ud	Antiescalo aislado para apoyo metálico	2,000	1.541,82	3.083,64
		Total 07.01.03	1,000	**43.967,64 €**	**43.967,64 €**

07.01.04		CIMENTACIÓN PROFUNDA			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
C300_07	m2	Desbroce del terreno.	1.605,500	0,40	642,20
C320_AA03	m3	Excavación no clasificada	289,340	3,11	899,85
C33204.01	m3	Relleno localizado con material seleccionado	215,430	6,99	1.505,86
C331_08.02	m3	Formación de pedraplén.	692,500	2,02	1.398,85
C331_08.01	m3	Mat.para ped.pro.de can.,pue. a pie de obra	692,500	14,22	9.847,35
C333¦04.01	m³	Rechazo de cantera, tamaño 0/30 mm	346,250	8,72	3.019,30
C610_11.NE20B_N	m3	Hormigón C16/20 vertido	5,410	94,07	508,92
C670_07.03	m	Pilote de hormigón hincado 900 cm2.	400,000	54,00	21.600,00
C670_07.03_J	ud	Junta para pilote CK-300	32,000	115,00	3.680,00
C600_08.02	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	4.601,240	1,10	5.061,36
C610-11.A30B7_N	m3	Hormigón HA-30/F/20 XS3-XA3	70,500	107,32	7.566,06
C680_10.01_O	m2	Encofrado recto oculto	82,000	19,00	1.558,00
C690_06.01_N	m2	Impermeabilización de paramentos enterrados con pintura	116,000	8,25	957,00
PN-0403	ud	Ensayo analizador electrónico de hinca de pilotes	8,000	300,00	2.400,00
		Total 07.01.04	1,000	**60.644,75 €**	**60.644,75 €**
		Total 07.01	1,000	**141.988,72 €**	**141.988,72 €**

07.02		LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRANEA VIESGO			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
LE_LP_001	m3	Losa de protección	79,200	424,73	33.638,62
		Total 07.02	1,000	**33.638,62 €**	**33.638,62 €**

07.03		LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRANEA SENDA PEATONAL			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
C817_07.11_N	ud	Arqueta prefabricada de hormigón troncopiramidal de 1,15x1,15x1,2 m, con fondo	4,000	277,09	1.108,36
C813_11_11_N	m	Pri.HNE-20 para canalización subterranea 6 tub. 160.	58,000	70,52	4.090,16
PN-0301	m	Aportación, tendido por tubular y por apoyo de cable RHZ1 33/66 KV	58,000	37,00	2.146,00
		Total 07.03	1,000	**7.344,52 €**	**7.344,52 €**

07.04		RED SANEAMIENTO DE LA BAHÍA			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
C415_07_HAR08	m	Tubo de HA-R/II/800.	60,000	173,27	10.396,20
C410_11_PCH08	ud	Pozo hor.120 cm de diá.int., clase B-125.	4,000	813,48	3.253,92
PN_003	PA	Conexión a red existente	1,000	1.745,28	1.745,28
		Total 07.04	1,000	**15.395,40 €**	**15.395,40 €**

07.05		RED SANEAMIENTO AQUARBE			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
C415_07_PLR04	m	Tubo de PVC-L-R-H/400.	32,000	78,88	2.524,16
PN_003	PA	Conexión a red existente	1,000	1.745,28	1.745,28
		Total 07.05	1,000	**4.269,44 €**	**4.269,44 €**

07.06		RED ALUMBRADO S-30			
Código	**Ud**	**Resumen**	**MEDICIÓN**	**C.D. UNIT.**	**IMPORTE**
C817¦07.02	ud	Arqueta prefabricada servicios 40x40x40 cm3.	4,000	83,49	333,96
C815¦11.03E	ud	Pica para derivación a tierra en elementos metálicos	1,000	11,05	11,05
C814_11.56	m	Conductor cobre aislamiento RV-K 4 x 16 mm2.	120,750	6,25	754,69
C813_11.09	m	Pri.HNE-20 0,70 x 0,50 m c/ ser.2 tub. 160.	115,000	41,87	4.815,05
		Total 07.06	1,000	**5.914,75 €**	**5.914,75 €**
		Total 07	1	**208.551,45 €**	**208.551,45 €**

CAPÍTULOS RESTANTES

El valor de los capítulos restantes ha sido estimado mediante la aplicación de un porcentaje al precio global del capítulo contemplado en proyecto. El presupuesto obtenido se muestra a continuación.

CAPITULO	NOMBRE	PRECIO BASE	PORCENTAJE	IMPORTE
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA	37.414,99 €	70%	26.190,49 €
6	ILUMINACIÓN	45.988,62 €	80%	36.790,90 €
8	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICA	95.842,17 €	70%	67.089,52 €
9	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	42.095,39 €	70%	29.466,77 €
10	SEGURIDAD Y SALUD	86.415,26 €	100%	86.415,26 €
11	PARTIDAS ALZADAS	18.396,22 €	100%	18.396,22 €
12	CONSERVACIÓN DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA	16.237,59 €	100%	16.237,59 €

4.2. OBTENCIÓN DEL COSTE TOTAL

Una vez analizado el desglose de los capítulos, puede obtenerse el coste directo de la obra, que se muestra a continuación.

CAPITULO	NOMBRE	PRECIO BASE	PORCENTAJE
1	EXPLANACIONES	434.215,48 €	3,87%
2	DRENAJE	25.522,96 €	0,23%
3	FIRMES	314.256,55 €	2,80%
4	VIADUCTO SOBRE LA RÍA DE SOLÍA	10.531.340,33 €	89,64%
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA	26.190,49 €	0,23%
6	ILUMINACIÓN	36.790,90 €	0,33%
7	SERVICIOS AFECTADOS	208.551,45 €	1,83%
8	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICA	67.089,52 €	0,60%
9	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	29.466,77 €	0,26%
10	SEGURIDAD Y SALUD	86.415,26 €	0,77%
11	PARTIDAS ALZADAS	18.396,22 €	0,16%
12	CONSERVACIÓN DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA	16.237,59 €	0,14%
	COSTE DIRECTO	11.794.473,52 €	100%

Para la obtención del coste total, se han de considerar una serie de factores que influyen el cálculo final.

- Gastos de gestión interna de 40.000 €/mes
- Tasas de estructura estimadas: 6% del valor de la venta
- Tasas de Inspección del Gobierno Regional: 4% del PEM Real (Afectado por la baja correspondiente)

Del proyecto obtenemos la siguiente información:

- Presupuesto Base Licitación: 17.355.195,66 €
- Presupuesto Ejecución Material del proyecto: 12.053.056,23 €
- Plazo de ejecución: 30 meses. Para este primer cálculo se considerará que la constructora agotará el plazo de ejecución firmado por contrato para avaluar el escenario económico

pésimo. A la hora de plantear las consideraciones, se considerará el plazo obtenido en el plan de obra.

Una vez acabado el proceso de adjudicación, se conocen los siguientes datos de la oferta de la empresa adjudicataria.

- Adjudicación: 16.345.123,27 €
- Baja: 5,820%
- Coeficiente de adjudicación: 0,942

Con esta serie de datos es posible obtener el resultado económico de la adjudicación y calcular el riesgo tomado por parte de la empresa constructora.

$$\boldsymbol{Venta} = \frac{Adjudicación}{1{,}21} = \frac{PBL * C.adj.}{1{,}21} = \frac{17.355.195{,}66\ € * 0{,}942}{1{,}21} = \mathbf{13.508.366{,}34}\ €$$

$$Coste\ total = Coste\ de\ construcción + \ Gastos\ de\ estructura + Tasas\ de\ inspección$$

$$Coste\ de\ construcción\ = Coste\ directo + Gastos\ de\ gestión\ interna$$

$$Gastos\ de\ gestión\ interna = 30\ meses * 40.000\ {}^{€}/_{mes}\ = \ 1.200.000{,}00\ €$$

$$Coste\ de\ construcción = \ 11.794.473{,}52\ € + \ 1.200.000{,}00\ € = 12.994.473{,}52\ €$$

$$Gastos\ de\ estructura = 6\% * Venta = 6\% * \ 13.508.366{,}34\ € = 810.501{,}98\ €$$

$$Tasas\ de\ inspección = 4\% * \ PEM * C.adj = 4\% * 0{,}942 * 12.053.056{,}23\ € = \ 454.062{,}73\ €$$

$$\boldsymbol{Coste\ total} = \ 12.514.091{,}34\ € + 810.501{,}98\ € + 454.062{,}73\ € = \mathbf{14.259.038{,}23}\ €$$

Con estos datos obtenidos es posible obtener el resultado del estudio y el riesgo a asumir.

$$\boldsymbol{Resultado} = Venta - \ Coste\ total = 13.508.366{,}34\ € \ - 14.259.038{,}23\ € \ = -\mathbf{750.671{,}89}\ €$$

$$Coef.\ riesgo = \frac{Venta - Gastos\ de\ gestión\ interna - Gastos\ de\ estructura - Tasas\ de\ inspección}{Coste\ directo}$$

$$Coef.\ riesgo = \frac{13.508.366{,}34\ € - 1.200.000{,}00\ € - 810.501{,}98\ € - 454.062{,}73\ €}{11.794.473{,}52\ €} = 0{,}94$$

$$\boldsymbol{Riesgo\ asumido} = (1 - Coef.riesgo) * 100 = \ \mathbf{6}\%$$

De los datos obtenidos puede deducirse una previsión de beneficio inexistente, la pérdida es igual a 750.671,89 €. 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.

Para alcanzar esa baja y evitar las pérdidas económicas, se describirán a continuación, una serie de consideraciones y mejoras a realizar con el objetivo de mejorar la calidad de las obras y obtener alternativas que mejoren el resultado económico del estudio sin afectar a la calidad de la obra.

5. CONSIDERACIONES Y ALTERNATIVAS

En este capítulo se recogen una serie de consideraciones y alternativas con las que se pretende evitar las pérdidas económicas aproximando el valor del estudio económico al valor de la oferta realizada en la licitación además de corregir distintas partidas con el objetivo de mejorar la calidad de las obras pese a que esto pueda llegar a suponer en algún caso el aumento del coste de alguna partida.

5.1. REDUCCIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los cálculos económicos del capítulo anterior se han hecho teniendo en cuenta el plazo máximo de ejecución establecido en el contrato de la obra, es decir, 30 meses. Sin embargo, durante la planificación de la obra se ha contemplado la posibilidad de solapar distintos trabajos (ver ANEXO 1) de manera que se obtiene un posible plan de obra en el que las tareas se extienden durante casi 25 meses de modo que se consigue una reducción del plazo de ejecución de la obra de 5 meses.

Teniendo en cuenta que la constructora tiene un gasto de gestión de 40.000 €/mes, la reducción del plazo prevista supone la siguiente reducción del coste de la obra.

$$Reducción\ GG = 5\ meses * 40.000\ {}^{€}/_{mes} = 200.000\ €$$

5.2. GESTIÓN DE RESIDUOS EN VERTEDEROS

En el proyecto, tal y como se comenta en el apartado *2.10 Gestión de residuos*, se contemplan un total de 877,60 Tn de material de naturaleza pétrea la cual deberá de ser llevada a vertedero o a la planta de gestión de residuos correspondiente.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
Tipología de RCDs	Estimación		Precio gestión en planta/vertedero/gestor/reutiliz ación (€/Tn)	Importe (€)
	m3	Tn		
RCDs Naturaleza Pétrea	293,33	440,00	15,54	6.837,60
		437,6	56,84	24.873,18
RCDs Naturaleza No Pétrea	389,93	365,75	15,54	5.683,76
RCDs potencialmente peligrosos	433,89	302,50	15,54	4.700,85
TOTAL IMPORTE GESTIÓN DE RESIDUOS				**42.095,39**

Tabla 34 Gestión de residuos

Sin embargo, durante el apartado *2.2. Movimiento de tierras*, se establecen 2 fincas muy próximas a las obras las cuales servirán como vertederos. En este caso, se plantea un acuerdo con los propietarios de estas en el cual se nivelarán las parcelas con los materiales excavados, los cuales coinciden en propiedades con los materiales de las propias fincas.

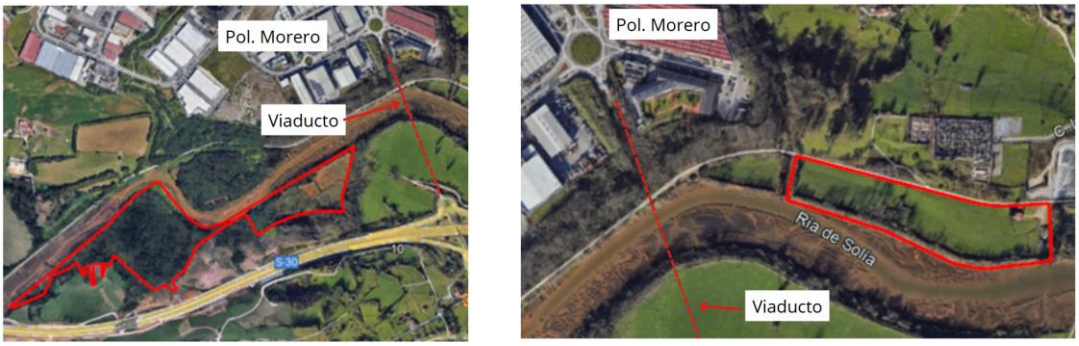


Figura 86 Fincas seleccionadas como vertedero

El objetivo de este acuerdo consiste en la retirada de las tierras de excavación sin que esto suponga algún coste en la gestión de estos residuos.

De este modo, esta alternativa supondría una reducción de costes en la gestión de residuos de 31.710,78 €, que verdaderamente, tras aplicar la reducción del 70% en el importe de esta partida quedaría en una reducción del coste de esta de 22.197,55 €.

$$Reducción\ CD\ = 22.197{,}55\ €$$

5.3. REUTILIZACIÓN DE MATERIAL DE DESBROCE PARA TIERRA VEGETAL

En el apartado *2.9. Restauración ambiental*, se contemplan un total de 290,12 m^3 de tierra vegetal procedente de préstamo los cuales pueden obtenerse directamente de las operaciones de desbroce.

En el apartado comentado, se contemplan un total de 2.611,06 m^3 de tierra vegetal a emplear en labores de revegetación procedente de la propia obra.

Teniendo en cuenta que se han de desbrozar un total de 20.607,480 m^2 y que se supone una retirada de una capa de tierra vegetal a la cual se le estima un espesor medio de 30 cm, se obtiene un total de 6.182.24 m^3 de tierra vegetal, un volumen más que suficiente de tierra vegetal a emplear en labores de revegetación de la zona.

Esta consideración supone una reducción de costes de 3.408,91 €.

$$Reducción\ CD\ = 3.408{,}91\ €$$

5.4. EMPLEO DE ESCORIAS DE FUNDICIÓN COMO MATERIAL DRENANTE

Se plantea el empleo de escorias resultantes de la producción de silicomanganeso provenientes de los altos hornos de la planta de Ferroglobe Spain Metals (antes Ferroatlántica) situada en el Polígono Industrial de Maliaño.

Este material resultante, por sus características, puede ser empleado como material drenante para la ejecución de la plataforma de las mechas drenantes en el tratamiento del terreno y como relleno de los estribos 1 y 2.

Además de compartir características con la grava planteada en proyecto, este material tiene un coste menor que esta, y es que mientras que la grava supone un coste de 10,21 €/Tn, estas escorias suponen actualmente un coste de entre 2 y 3 €/Tn, pudiendo variar en función del stock y la demanda. En casos de mucho stock puede llegar a ser gratis el material, lo cual implicaría solamente los costes de recogerlo y extenderlo en la obra.

Para este caso, se plantea un coste del material de 2 €/Tn que teniendo en cuenta el transporte de este quedarían en 4 €/Tn de material colocado a pie de obra.

De este modo, el coste del extendido de la capa de material drenante para la ejecución de la plataforma de las mechas drenantes será el siguiente.

$$Coste\ material\ a\ pie\ de\ obra = Coste\ transporte + Coste\ material$$

$$Coste\ material\ a\ pie\ de\ obra = \left(2\ {}^{€}/_{Tn} * 1{,}5\ {}^{Tn}/_{m^3}\right) + \left(2\ {}^{€}/_{Tn} * 1{,}5\ {}^{Tn}/_{m^3}\right) = 6{,}00\ {}^{€}/_{m^3}$$

Por tanto, el coste unitario total de la formación de la capa de material granular drenante es el siguiente.

$$Coste\ unitario\ total\ mat.drenante = 6{,}00\ {}^{€}/_{m^3} + 1{,}28\ {}^{€}/_{m^3} = 7{,}28\ {}^{€}/_{m^3}$$

Siendo 1,28 €/ m^3 el coste de extendido de la capa de material drenante definido en el apartado *2.2.2. Tratamiento del terreno.*

El empleo de este material supone una reducción del coste directo de esta partida de 21.389,40€.

$$Reducción\ CD = 38.097{,}00€ - 16.707{,}60€ = 21.389{,}40\ €$$

En el caso del relleno de los estribos, se plantean unos costes de colocación del material de 2,00 €/ m^3 que sumados a los 6,00 €/m^3 de colocación del material suponen una reducción del coste de colocación del material drenante de 1.043,05 €.

$$Reducción\ CD = 2.514{,}73€ - 1.471{,}68€ = 1.043{,}05\ €$$

5.5. AHORRO EN MATERIAL EN PILOTES DE PILAS 1 Y 2

Según se indica en el proyecto, para la ejecución de la cimentación de las pilas 1 y 2, se han de ejecutar dos penínsulas provisionales sobre la ría. Para la ejecución de la cimentación, el proyecto propone la ejecución de los pilotes desde la superficie directa de la península, hormigonando desde el fondo de los pilotes hasta la superficie de la península, para posteriormente excavar el recinto entre tablestacas del encepado y descabezar 4 metros de pilote en el caso de la pila 1 y 3,5 m de pilote en el caso de la pila 2.

Esta alternativa plantea también la ejecución de los pilotes desde la superficie de la península, sin embargo, en vez de hormigonar hasta la cota 0 m (superficie de la península), se plantea el hormigonado del pilote hasta la cota -3,5 m en el caso de la pila 1 y -3,0 m en el caso de la pila 2 dejando así 0,5 m de pilote a descabezar para realizar un saneo de la superficie de este. El

objetivo de esta alternativa consiste en evitar el empleo de un volumen de hormigón el cual se habría de retirar y reducir costes en demolición de pilotes.

De este modo se produce la siguiente reducción del coste directo de las partidas descritas.

$$Reducción\ de\ hormigón\ en\ pila\ 1\ = 8\ pilotes * 3{,}5m = 28\ m$$

$$Reducción\ de\ hormigón\ en\ pila\ 2\ = 8\ pilotes * 3{,}0m = 24\ m$$

$$Reducción\ coste\ de\ hormigón\ en\ pilotes = 52\ m * 2{,}54\ {}^{m^3}/_{m} * 112{,}75\ {}^{€}/_{m^3}\ = 14.892{,}02\ €$$

$$Coste\ descabezado\ pilotes = 8\ m * 80\ \ {}^{€}/_{m} = 640{,}00\ €$$

$$Reducción\ coste\ descabezado\ de\ pilotes = \ 4.800{,}00\ € - 640{,}00€ = \ 4.160{,}00\ €$$

$$Reducción\ CD\ = 14.892{,}02\ € + \ 4.160{,}00\ € = \ 19.052{,}02\ €$$

5.6. DESCUENTO EN ACERO ESTRUCTURAL

Durante la fase de estudio de la obra, el precio de acero estructural empleado es de 3,95 €/kg. Sin embargo, una vez adjudicada la obra, teniendo en cuenta el volumen a emplear de acero estructural (recordamos, 1.300.645,08 kg) sería razonable el planteamiento de un descuento en el precio de acero estructural por parte de Talleres Metálicos Dinametal.

Sin embargo, no tiene sentido considerar la aplicación de un descuento puesto que la UTE que resultó ganadora de la adjudicación del contrato fue la compuesta por CONSTRUCTORA DE OBRAS PUBLICAS SAN EMETERIO, S.A. – METALIZARD, S.L. y siendo METALIZARD S.L. un taller metálico el cual se dedicará plenamente a la ejecución de la estructura metálica, no es coherente la aplicación de un descuento en esta partida puesto que se trata de un socio de la UTE al cual no se le va a poder exigir un descuento.

5.7. EXTENSIÓN DEL MATERIAL FILTRANTE CON BULLDOZER

La primera de las consideraciones a plantear consiste en el empleo de un bulldozer para la ejecución de la plataforma de material drenante en la zona del tratamiento del terreno.

El objetivo de esta consideración no es la reducción de costes en la ejecución de estos trabajos puesto que el coste unitario de la ejecución de la plataforma con una motoniveladora o un bulldozer no varía prácticamente en el coste, 1,28 €/ m^3 frente a 1,14 €/ m^3 respectivamente, la diferencia en el importe sería aproximadamente de 300 €.

El objetivo de esta consideración es la mejora de la calidad de ejecución de los trabajos, mientras que la motoniveladora dejaría marcas de los neumáticos y podría experimentar problemas durante la extensión del material, el bulldozer, al estar equipado con orugas, no dejaría prácticamente marcas sobre la plataforma y la propia máquina es más adecuada para la ejecución de estos trabajos de extensión.

5.8. EMPLEO DE MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIÓN EN PRECARGA

La segunda consideración, tampoco busca la reducción del coste directo de la obra, sino que también se centra en la mejora de la calidad de esta. Y es que, la precarga según proyecto, se ejecutará empleando suelo adecuado para terraplén y luego, tras esperar 60 días para la consolidación del terreno, emplearlo en la ejecución del camino 3.

Tras 60 días a la intemperie expuesto a los distintos factores climáticos, el suelo pierde gran parte de sus cualidades y pasaría a clasificarse como un suelo no adecuado para la ejecución del camino 3.

Para evitar esta degradación del material, se plantea el empleo de tierras procedentes de la excavación para la ejecución de la precarga.

Esta decisión no evita la compra de la medición de la precarga para la ejecución del camino 3, pero si garantiza colocar un material de calidad en esa medición de material en el camino 3.

5.9. EMPLEO DE CAMISA PERDIDA DE CHAPA EN PILOTES IN - SITU

Finalmente, la última de las consideraciones planteadas, hace referencia a lo que se entiende como una posibilidad de mejora de la calidad de ejecución de las cimentaciones profundas realizadas in - situ en el proyecto.

Según se indica en proyecto, los pilotes ejecutados in – situ han de ser pilotes de hormigón perforados, ejecutados con entubación recuperable, sin embargo, al tratarse de una cimentación profunda ejecutada en el lecho de la ría se corre un gran riesgo de que se produzca el lavado del hormigón presente en los pilotes durante el proceso de fraguado de estos por interferencia del hormigón fresco con las aguas subterráneas de la ría. Es por esto que se considera necesario el empleo de camisas perdida de chapa que formarán parte del pilote de forma permanente.

El empleo de estos pilotes en la obra supone un aumento del coste directo de esta. Tras contactar con la empresa Cimentalia, es necesario incluir la camisa de chapa permanente. Este tipo de camisas son chapas de 6 mm de espesor que se deberán de aportar por parte del contratista. Para poder realizar una estimación del coste que esta modificación supone, es necesario obtener la cantidad de chapa a emplear por metro lineal de pilote.

$$Volumen\ de\ chapa\ por\ metro\ lineal\ =\ \pi * 1{,}8\ m * 6 * 10^{-3} * 1 = 0{,}34\ {}^{m^3}/_{m}$$

$$Kg\ de\ chapa\ por\ metro\ lineal\ =\ 0{,}34\ {}^{m^3}/_{m} * 7850\ {}^{kg}/_{m^3} = 266{,}35\ {}^{kg}/_{m}$$

Tras obtener la cantidad de acero necesario por metro lineal, con un coste de 2,00 €/kg, el aumento en el coste directo de la obra será el siguiente.

$$Aumento\ coste\ cimentaciones = 756\ m * 266{,}35\ {}^{kg}/_{m} * 2{,}00\ \frac{€}{\text{kg}} =\ \ 402.721{,}20\ €$$

Consecuentemente, esta nueva unidad tendrá un precio PEM de 3,50 €/kg lo que supondrá el siguiente aumento de este.

$$Aumento\ PEM\ cimentaciones = 756\ m * 266{,}35\ {}^{kg}/_{m} * 3{,}50 \frac{€}{\text{kg}} = 704.762{,}10\ €$$

5.10. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS

Se presenta en la siguiente tabla un resumen de todas las consideraciones propuestas en este apartado. En esta tabla se muestra la variación correspondiente al coste directo, que repercute en el estudio económico de la constructora, y la variación correspondiente al Presupuesto de Ejecución Material, que repercute a la Administración. Además, se muestra el ahorro de gastos de gestión que obtiene la constructora debido a la reducción del plazo de ejecución.

RESUMEN DE LAS PROPUESTAS			
PROPUESTA	**VARIACIÓN CD**	**VARIACIÓN PEM**	**REDUCCIÓN GG**
Gestión de residuos en vertederos	- 22.197,55 €	-	-
Reutilización de material de desbroce para tierra vegetal	- 3.408,91 €	-	-
Empleo de escorias de fundición como material drenante	- 22.432,45 €	-	-
Ahorro en material en pilotes de pilas 1 y 2	- 19.052,02 €	-	-
Empleo de camisa perdida de chapa en pilotes in - situ	402.721,20 €	704.762,10 €	-
Reducción del plazo de ejecución	-	-	200.000,00 €
TOTAL	335.630,27 €	704.762,10 €	200.000,00 €

5.11. NUEVO ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez analizadas las diferentes consideraciones, se obtiene de nuevo el coste directo de la obra, que se muestra a continuación.

CAPITULO	NOMBRE	PRECIO BASE	PORCENTAJE
1	EXPLANACIONES	412.826,08 €	3,87%
2	DRENAJE	25.522,96 €	0,23%
3	FIRMES	314.256,55 €	2,80%
4	VIADUCTO SOBRE LA RÍA DE SOLÍA	10.913.966,46 €	89,64%
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA	26.190,49 €	0,23%
6	ILUMINACIÓN	36.790,90 €	0,33%
7	SERVICIOS AFECTADOS	208.551,45 €	1,83%
8	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICA	67.089,52 €	0,60%
9	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	7.269,23 €	0,26%
10	SEGURIDAD Y SALUD	86.415,26 €	0,77%
11	PARTIDAS ALZADAS	18.396,22 €	0,16%
12	CONSERVACIÓN DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA	16.237,59 €	0,14%
	COSTE DIRECTO	12.133.512,71 €	100%

Tal y como se ha comentado en el apartado de consideraciones y alternativas, algunas de ellas suponen una reducción en el coste directo de la obra, sin embargo, la consideración del empleo de camisas de chapa perdida para la ejecución de los pilotes in – situ supone un aumento considerable al coste directo, pero al tratarse de una partida nueva a incluir, también supondrá un

aumento considerable en el Presupuesto de Ejecución Material. Si además se tiene en cuenta la reducción del plazo de ejecución de las obras, el resultado del nuevo estudio económico queda del siguiente modo.

Tanto el coste de la empresa como el PEM se ven afectados por la incorporación de las camisas perdidas para los pilotes en el presupuesto. Sus nuevos valores son los siguientes:

- Nuevo Presupuesto Ejecución Material: 12.757.818,33 €

El plazo de ejecución, y, por tanto, los gastos de gestión interna, se verán reducidos, pasando de un plazo de 30 meses a un nuevo plazo de ejecución de 25 meses.

Para la obtención de la venta, se seguirá manteniendo una baja del 5,820%, correspondiente a la realizada por la empresa adjudicataria.

$$\boldsymbol{Venta} = PEM * (1 + 0{,}13 + 0{,}06) * C.adj = \ 12.757.818{,}33\ € * 1{,}19 * 0{,}9418\ = \mathbf{14.298.222{,}83}\ €$$

$$Coste\ total = Coste\ de\ construcción + \ Gastos\ de\ estructura + Tasas\ de\ inspección$$

$$Coste\ de\ construcción\ = Coste\ directo + Gastos\ de\ gestión\ interna$$

$$Gastos\ de\ gestión\ interna = 25\ meses * 40.000\ {}^{€}/_{mes}\ = \ 1.000.000{,}00\ €$$

$$Coste\ de\ construcción = \ 12.133.512{,}71\ € + \ 1.000.000{,}00\ € = 13.133.512{,}71\ €$$

$$Gastos\ de\ estructura = 6\% * Venta = 6\% * \ 14.298.222{,}83\ € = 857.893{,}37\ €$$

$$Tasas\ de\ inspección = 4\% * \ PEM * C.adj = 4\% * 0{,}942 * 12.757.818{,}33\ € = \ 480.612{,}53\ €$$

$$\boldsymbol{Coste\ total} = \ 13.133.512{,}71\ € + 857.893{,}37\ € + 480.612{,}53\ € = \mathbf{14.472.018{,}61}\ €$$

Con estos datos obtenidos es posible obtener el resultado del nuevo estudio.

$$\boldsymbol{Resultado} = Venta - \ Coste\ total = 14.298.222{,}83\ € \ - 14.472.018{,}61\ € \ = -\mathbf{173.795{,}78}\ €$$

6. CONCLUSIONES

Como se puede comprobar, tras aplicar las consideraciones se reducen las pérdidas del estudio económico en 576.876,11 € lo que dejaría un resultado final de -173.795,78 €. Este resultado supone unas pérdidas inferiores al 2%.

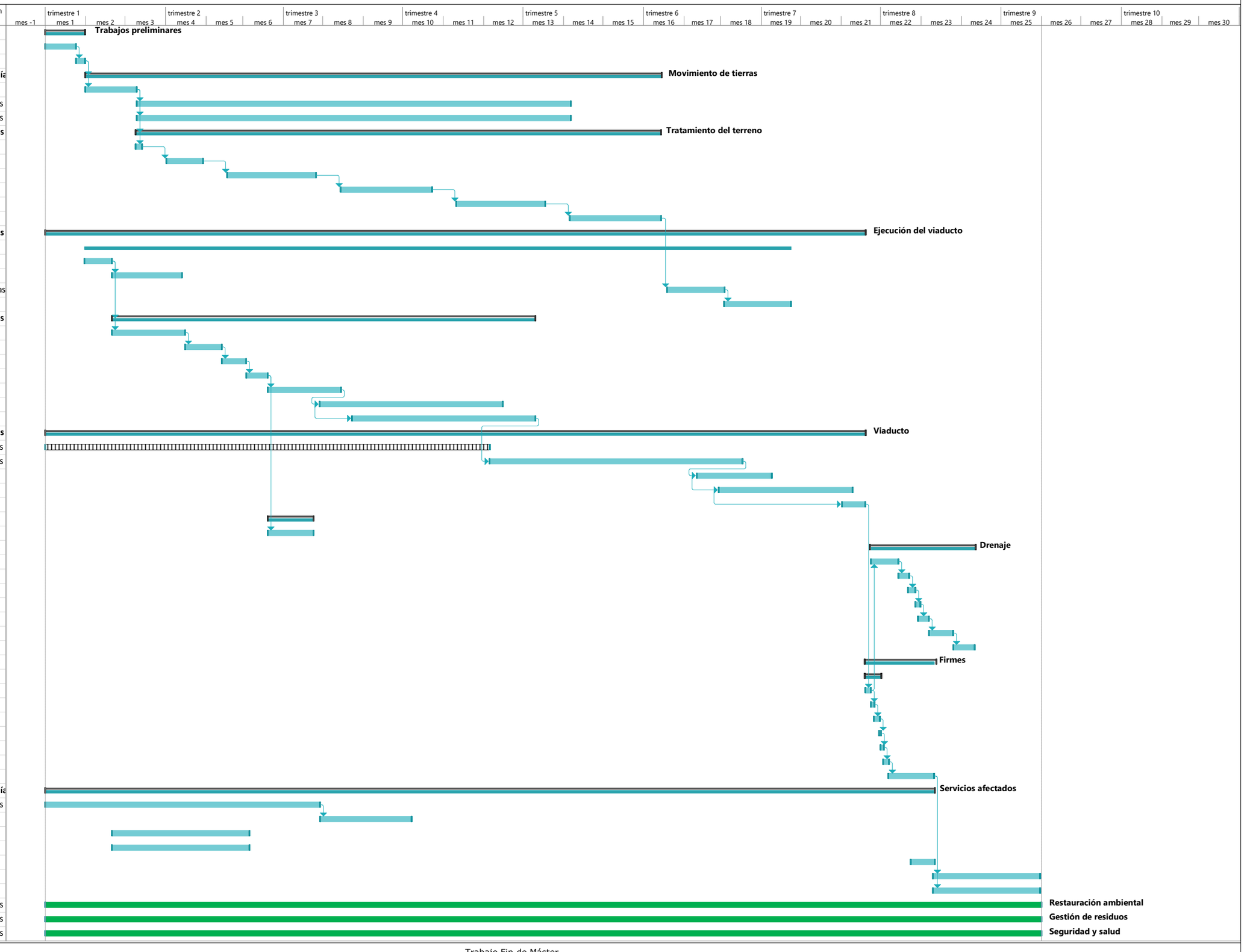
La obtención de un resultado negativo en fase inicial de la obra es algo completamente normal; de hecho, un resultado así, en fase de licitación, se considera muy aceptable puesto que estas pérdidas se pueden llegar a compensar a lo largo de la ejecución de la obra e incluso obtener beneficio. Es de esperar que a lo largo de la ejecución de la obra puedan presentarse diferentes situaciones que puedan llegar a variar lo descrito en el proyecto inicial y, por tanto, modificar el valor del PEM de manera que se puedan volver a generar márgenes económicos para la empresa constructora. A estas situaciones se le suman las posibles peticiones de ayuntamientos que, en caso de ser aceptadas, supongan la ejecución de nuevas obras complementarias, posibles nuevas optimizaciones dentro de la ejecución de los distintos trabajos dentro de la obra y la reducción del importe de algunas de las ofertas obtenidas en fase de estudio.

A todo lo comentado, se ha de poner en valor que la Administración cuenta con la posibilidad de abonar un exceso con respecto al contrato inicial de un 10% del valor de la adjudicación. Sabiendo que la adjudicación fue de 13.508.366,34 €, se tiene una cantidad de 1.350.836,63 € a cuenta de la liquidación de la obra que serviría para compensar posibles gastos o reclamaciones no recogidos en la compensación realizada anteriormente.

ANEXO 1: DIAGRAMA DE GANTT

GESTIÓN DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL: CARRETERA CA.144. TRAMO: POLÍGONO DE MORERO-ENLACE DE LIAÑO

Id	Nombre de tarea	Duración
1	**Trabajos preliminares**	**18 días**
2	Despeje y desbroce	14 días
3	Retirada de elementos	4 días
4	**Movimiento de tierras**	**251,6 día**
5	Excavación de tierras	22 días
6	Formación de terraplén	190 días
7	Formación de pedraplén	190 días
8	**Tratamiento del terreno**	**230 días**
9	Plataforma filtrante	4 días
10	Mechas drenantes	16 días
11	Consolidación 1ª capa relleno	40 días
12	Consolidación 2ª capa relleno	40 días
13	Consolidación 3ª capa relleno	40 días
14	Consolicación precarga	40 días
15	**Ejecución del viaducto**	**359 días**
16	**Estribos**	
17	Cimentación estribo 1	12 días
18	Encepado y alzado estribo 1	30 días
19	Cimentación estribo 2	25,6 días
20	Encepado y alzado estribo 2	30 días
21	**Pilas**	**185 días**
22	Cimentación pilas 1 y 2	32 días
23	Descabezado pilotes	16 días
24	Encepados pilas 1 y 2	10 días
25	Ejecución pilntos	10 días
26	Cimentación pilas 3 a 10	32 días
27	Encepados pilas 3 a 10	80 días
28	Alzado pilas 3 a 10	80 días
29	**Viaducto**	**359 días**
30	Fabricación tramos metálicos en tall	195 días
31	Ejecución 11 tramos metálicos	110 días
32	Colocación prelosas	33 días
33	Armado del tablero	58 días
34	Hormigonado losa	11 días
35	**Apeos provisionales**	**20 días**
36	Cimentación y ejecución de los apec	20 días
37	**Drenaje**	**47 días**
38	Cuneta VT-150	12 días
39	Cuneta VA-125	5 días
40	Trasdosado de cuneta	3 días
41	Bajante prefabricada	3 días
42	Arqueta hormigón	5 días
43	Sumidero	10 días
44	Rigola de hormigón	10 días
45	**Firmes**	**31 días**
46	**Tronco**	**7 días**
47	Zahorra	2 días
48	Capa base	2 días
49	Capa intermedia	2 días
50	Capa de rodadura	1 día
51	Camino rural 1	2 días
52	Camino rural 3	2 días
53	Bajada a vía verde	20 días
54	**Servicios afectados**	**388,4 día**
55	Preparación permisos y documentos	120 días
56	Soterramiento línea AT	40 días
57	Redes de saneamiento	60 días
58	Líneas subterráneas	60 días
59	Red de alumbrado S-30	10 días
60	**Señalización**	48 días
61	**Iluminación**	48 días
62	**Restauración ambiental**	436 días
63	**Gestión de residuos**	436 días
64	**Seguridad y salud**	436 días



GESTIÓN DE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL: CARRETERA CA.144. TRAMO: POLÍGONO DE MORERO-ENLACE DE LIAÑO

Autor: Miguel García Balmaseda
Tutor: Luis Manuel Acebes Escudero

OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Realización de una memoria constructiva de las obras en la cual se describirán los procesos constructivos a desarrollar en el proyecto.
- Planificación de las obras.
- Realización de un estudio económico de las diferentes unidades de obra que conforman el presupuesto.
- Análisis de los resultados obtenidos junto con un planteamiento de una serie de alternativas a incorporar que mejoren el resultado económico y la calidad de las obras

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

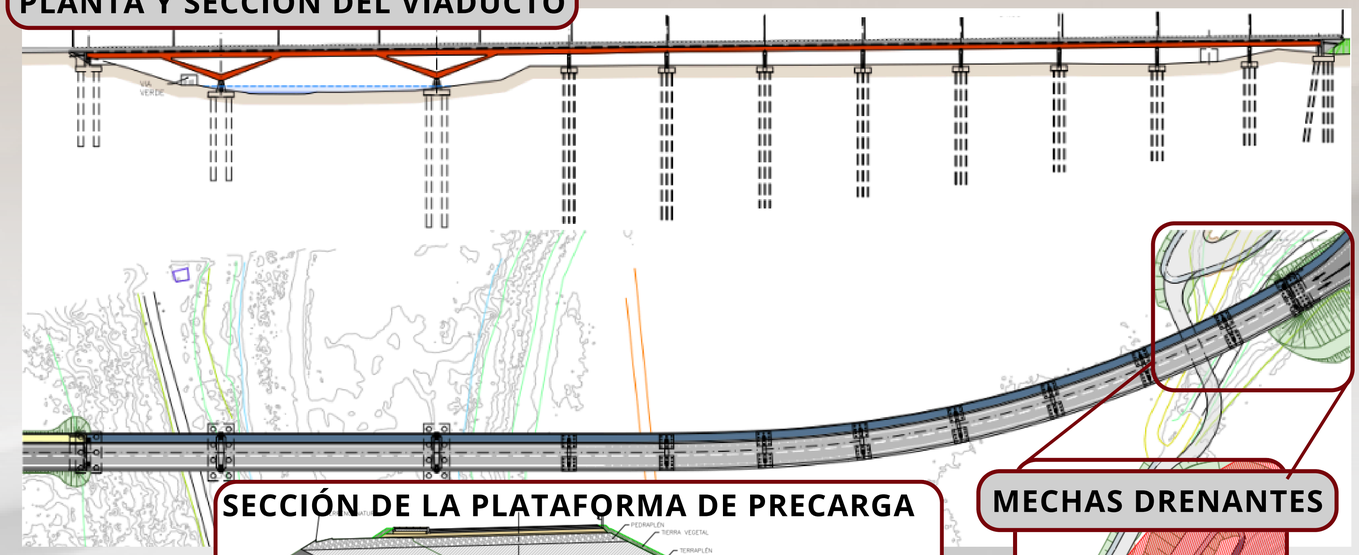
- Tiene como objeto la finalización de las obras de conexión de la autovía S-10 con la autovía S-30.
- Para la realización de esta conexión final se plantea la ejecución de un nuevo tramo de carretera de longitud 619,125 m el cual sirve de conexión con el Polígono de Morero (glorieta 3) y concluye en una de las glorietas del enlace de Liaño de la autovía S-30.
- Tiene como principal elemento singular un viaducto de unos 427m de longitud, que atraviesa la ría de Solía.

ACTIVIDADES DESTACADAS

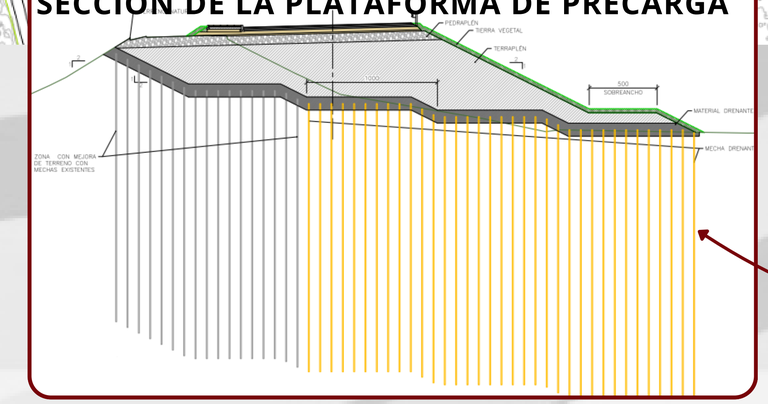
- Ejecución de precarga en zona de estribo 2. 300 días de consolidación.
- Colocación de 9.200 m de pilotes prefabricados hincados de 1.600 cm² de sección y ejecución de 756 m de pilotes in - situ de 1,80 m de diámetro.
- Ejecución de un viaducto de sección mixta con 1.300.645,80 kg de acero estructural.
- Soterramiento de una línea de Alta Tensión que interfiere con la ubicación del viaducto

TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS : 25 MESES

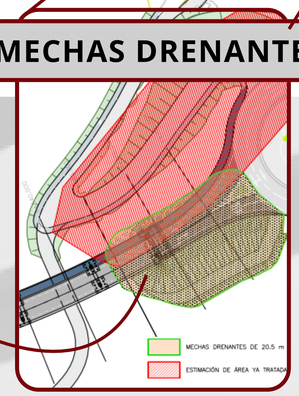
PLANTA Y SECCIÓN DEL VIADUCTO



SECCIÓN DE LA PLATAFORMA DE PRECARGA



MECHAS DRENANTES



ESTUDIO ECONÓMICO

- PBL: **17.355.195,66 €**
- PEM: **12.053.056,23 €**
- P. Ejecución: 30 meses
- Gastos de gestión interna: 40.000 €/mes
- Tasas de estructura: 6% venta
- Tasas de Gobierno: 4% del PEM
- Adjudicación: **16.345.123,27 €**
- **Baja: 5,820%**

RESUMEN DE LAS PROPUESTAS			
PROPUESTA	**VARIACIÓN CD**	**VARIACIÓN PEM**	**REDUCCIÓN GG**
Gestión de residuos en vertederos	- 22.197,55 €	-	-
Reutilización de material de desbroce para tierra vegetal	- 3.408,91 €	-	-
Empleo de escorias de fundición como material drenante	- 22.432,45 €	-	-
Ahorro en material en pilotes de pilas 1 y 2	- 19.052,02 €	-	-
Empleo de camisa perdida de chapa en pilotes in - situ	402.721,20 €	704.762,10 €	-
Reducción del plazo de ejecución	-	-	200.000,00 €
TOTAL	**335.630,27 €**	**704.762,10 €**	**200.000,00 €**

ESTUDIO ECONÓMICO INICIAL	
COSTE DIRECTO	**11.794.473,52 €**
Gestión interna	1.200.000,00 €
Tasas de estructura	810.501,98 €
Tasa de gobierno	454.062,73 €
Coste total	**14.259.038,23 €**
Venta	**13.508.366,34 €**
RESULTADO	**- 750.671,89 €**

ESTUDIO ECONÓMICO TRAS PROPUESTAS	
COSTE DIRECTO	**12.133.512,71 €**
Gestión interna	1.000.000,00 €
Tasas de estructura	857.893,37 €
Tasa de gobierno	480.612,53 €
Coste total	**14.472.018,61 €**
Venta	**14.298.222,83 €**
RESULTADO	**- 173.795,78 €**