



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

Anteproyecto Fin de Grado

“Falsos túneles y paso superior sobre la línea ferroviaria A Coruña – León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña”

“False tunnels and overpass over railway line A Coruña-León between Matogrande and Parque Ofimático districts in A Coruña”

Autor: José María Vázquez Bullón

Tutor: D. Arturo Antón Casado

Febrero 2017



INDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO 2. REPORTAJE FOTOGRAFICO

ANEJO 3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO 5. ESTUDIO SÍSMICO

ANEJO 6. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

ANEJO 7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO 8. FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO 9. ESTRUCTURAS

ANEJO 10. SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO 11. URBANIZACIÓN

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. Situación
2. Estado actual
3. Planta general
4. Usos del suelo
5. Paso superior
6. Falso túnel 1
7. Falso túnel 2
8. Iluminación
9. Firmes y pavimentos

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

1. Mediciones
2. Presupuesto
3. Resumen del presupuesto



DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA



MEMORIA DESCRIPTIVA



ÍNDICE:

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	2
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN	2
4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	3
5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	3
6. SISMICIDAD	3
7. CLIMATOLOGÍA.....	3
8. NORMATIVA UTILIZADA	4
9. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	4
9.1. ALTERNATIVAS DE TRAZADO.....	4
9.2. ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES.....	5
10. ESTRUCTURAS.....	6
10.1. PASO SUPERIOR.....	6
10.2. FALSOS TÚNELES	7
11. FIRMES.....	7
12. URBANIZACIÓN.....	8
13. SERVICIOS AFECTADOS.....	8
14. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD.....	9
15. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	9
16. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	9
17. PRESUPUESTO	9
18. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO	10
19. CONCLUSIÓN	10



1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El presente anteproyecto, *Falsos túneles y paso superior sobre la línea ferroviaria A Coruña – León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña*, tiene como objetivo superar la asignatura “*proyecto fin de grado*” de la titulación *Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil* que se imparte en la Escuela técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de A Coruña.

El objeto de este anteproyecto es el diseño, el predimensionamiento y estimación económica de la construcción de un paso elevado sobre la vía de ferrocarril *A Coruña - León* que discurre entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en la ciudad de A Coruña y de dos falsos túneles a los extremos de esta vía en la misma ubicación.

Con esta actuación se lograría conectar directamente ambos barrios por su parte central y en los extremos, disminuyendo la barrera que supone el paso de la vía férrea.

Al tratarse de un anteproyecto académico, durante la redacción del mismo, se han realizado ciertas hipótesis y simplificaciones debido a la falta de medios para realizar todas las comprobaciones.

En el Plan Parcial de la zona existe la intención de realizar unas actuaciones similares, que es lo que ha motivado la realización del presente anteproyecto, además de buscar posibles alternativas que mejoren el planeamiento actual. Para ello se ha tratado de mantener los repartos de usos de suelo establecidos en el plan Parcial.

2. SITUACIÓN ACTUAL

En la fecha de redacción de este anteproyecto, debido a la paralización de las obras de urbanización del Parque Ofimático, no existe ningún tipo de construcción que nos impida la realización de estas actuaciones.

La zona de actuación está delimitada por los barrios de Matogrande y Parque Ofimático y por las Av. de Alfonso Molina y Av. de Monelos. Además, las obras se realizan sobre la vía de ferrocarril *A Coruña-León*, que ha de tenerse muy en cuenta durante todo el anteproyecto sobre todo en cuestiones de gálibo libre, seguridad y la ejecución misma de las obras.



Estado actual de la zona de proyecto. Fuente: Google Maps

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Para lograr el objetivo de conectar los dos barrios, se van a construir un paso superior y dos falsos túneles sobre la línea de ferrocarril, que posteriormente serán urbanizados según los usos propuestos en el plan Parcial de la zona.

El paso superior constará de dos puentes gemelos de 1 vano de 16 m cada uno que se bifurcarán en 45° desde Matogrande hasta el Parque Ofimático. Cada una de las estructuras contará con un tablero compuesto por 6 vigas doble T de hormigón de 0,65



m de canto y una losa de compresión de 0,25 m de canto. La sección de cada puente estará formada por una calzada de 3,5 m de ancho, dos arcones de 0,5 m cada uno y una acera de 3 m de ancho.

Los falsos túneles contarán con una estructura similar a la del paso superior, vigas doble T de hormigón con losa de compresión, pero en este caso las vigas tendrán 0,65 m de canto y la losa 0,3 m de canto.

El falso túnel más cercano a la Av. de Alfonso Molina tendrá una longitud de 190 m y sobre él, en el extremo más alejado a la avenida, se urbanizará la zona con la creación de una escalinata y de una carretera que unirá la rotonda de Matogrande con el Parque Ofimático, mientras que el resto del túnel, de uso escolar en plan Parcial, quedará tapado por tierra a la espera de su futura utilización.

El falso túnel más cercano a la Av. de Monelos tendrá una longitud de 90 m y, dado que toda la zona está catalogada como de espacio libre, se propone la urbanización de la zona con la construcción de una plaza que contará con juegos infantiles, zonas de descanso y zonas verdes.

4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La cartografía utilizada para la redacción de este anteproyecto ha sido facilitada por el Ayuntamiento de A Coruña a escala 1:5000, además de mapas pertenecientes al Instituto Geográfico Nacional.

5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el *Anejo 4: Geología y geotecnia*, se puede encontrar un estudio más en detalle de la geología y geotecnia de la zona. Para la elaboración de este estudio se ha empleado la información obtenida del Instituto Geológico y Minero de España (IMGE), en concreto la

hoja número 21 del mapa Geológico de España (MAGMA), así como la Hoja 2-1/1 del Mapa Geotécnico Nacional y sus memorias correspondientes.

Los materiales de la zona están constituidos por rocas graníticas que en la superficie presentan un alto grado de meteorización originando relieves suavizados. Por encima pueden apreciarse rellenos artificiales, realizados durante el urbanismo de la zona o la construcción del colector general de saneamiento. Una columna litológica general del subsuelo estaría compuesta, de techo a muro, por:

- Suelos de recubrimiento (Nivel I): Formados por una cubierta vegetal y rellenos artificiales.
- Suelos residuales con texturas areno-limosas (Nivel II): Producto de la alteración del sustrato rocoso.
- Granodiorita con texturas de granos gruesos (nivel III).

6. SISMICIDAD

En el *Anejo 5: Estudio sísmico*, se comentan más detalladamente los cálculos realizados. Siguiendo las indicaciones de la norma NSCE-02, la obra se considera de importancia normal y debido a que se encuentra ubicada en la ciudad de A Coruña, obtenemos que el valor de la aceleración sísmica es de 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad. Por lo tanto, no es necesaria la aplicación de la norma, según el Art. 1.2.3 de la misma.

7. CLIMATOLOGÍA

El clima en la zona de la obra, según la clasificación climática de Köppen, se considera templado con veranos secos y templados. Los datos climáticos de la zona se han obtenido a partir de la estación de la Agencia Estatal de Meteorología que se encuentra en la ciudad de A Coruña.



Según estos datos, la precipitación media anual es de 1014 mm, donde las precipitaciones son superiores durante los meses de Octubre a Mayo e inferiores entre Julio y agosto.

Las temperaturas son fundamentalmente suaves en las que rara vez se alcanza en invierno temperaturas mínimas por debajo de 0 °C, mientras que en verano se pueden llegar a alcanzar excepcionalmente temperaturas superiores a los 35 °C.

La temperatura media anual es de 14,8 °C, variando entre la temperatura media mínima de 5,8 °C y la máxima media de 21,5 °C.

En el *Anejo 6: Estudio climatológico*, se puede observar que se han calculado también unos coeficientes de reducción que se aplicarán al número de días laborables de cada mes para obtener los días de condiciones climáticas favorables para la ejecución de las distintas unidades de obra.

8. NORMATIVA UTILIZADA

Para la realización de este anteproyecto, se ha consultado la siguiente normativa y reglamentos:

- Norma 3.1-I.C, de trazado, de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, 2016)
- Norma 6.1-I.C “Secciones de Firme”, de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, 2003)
- Carreteras urbanas. Recomendaciones para su planeamiento y proyecto (MOPT 1993)
- Guía de nudos viarios (Ministerio de Fomento, 2012)
- Recomendaciones sobre glorietas (Ministerio de Fomento, 1999)
- Obras de paso de nueva construcción (Ministerio de Fomento, 2000)
- Instrucción ferroviaria de gálibos (Ministerio de Fomento, 2015)

- Instrucción sobre Seguridad en túneles (Ministerio de Fomento, 2006)
- Norma de construcción sismorresistente NSCE-02
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08
- Instrucción sobre acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-11
- Orden Ministerial VIV/561/2010 sobre condiciones básicas de accesibilidad en los espacios públicos urbanizados

9. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de las alternativas del anteproyecto se va a dividir en dos partes, una en la que se valorará el trazado y otra en la que se valorará la tipología estructural de las mismas. A su vez, tanto en la valoración de las alternativas de trazado como en las estructurales, se diferenciará también entre el paso superior y los falsos túneles. El estudio completo podrá verse en el *Anejo 7: Estudio de alternativas*.

9.1. ALTERNATIVAS DE TRAZADO

Para las alternativas de trazado, empezamos por el paso superior, en el que se proponen 3 alternativas:

- **Alternativa 1:** Se propone la construcción de una glorieta elevada sobre la vía del ferrocarril. La glorieta está formada por una isleta central de 31 metros de diámetro, dos carriles de 4 metros, un arcén interior de 1 metro y otro exterior de 0,5 metros. Además, consta de una acera de 2,5 metros por el exterior de la misma. Contando con los pretiles, el ancho total del tablero será de 12,84 m. Es la única alternativa que permite un cambio de sentido en la circulación.

- **Alternativa 2:** En esta alternativa se propone se plantea construir dos pasos elevados gemelos que divergen desde Matogrande 45° hacia el Parque Ofimático, cada uno de sentido único de circulación. La sección transversal de cada paso consta de una acera de 3 metros de ancho y una carretera de 3,5 metros con arcenes a ambos lados de 0,5 m cada uno. Contando con los pretilos, el ancho total del tablero será de 8,34 metros. En esta alternativa no se permite el cambio de sentido en la circulación.
- **Alternativa 3:** La última alternativa simplifica la solución anterior construyendo un único paso superior de doble sentido de circulación. La sección consta de dos carriles, uno para cada sentido, de 3,5 metros de ancho, dos arcenes de 0,5 metros cada uno y dos aceras, una a cada lado, de 3 metros de ancho cada una. Contando con los pretilos, el ancho total del tablero será de 13,84 metros. En esta alternativa tampoco se permitiría un cambio de sentido.

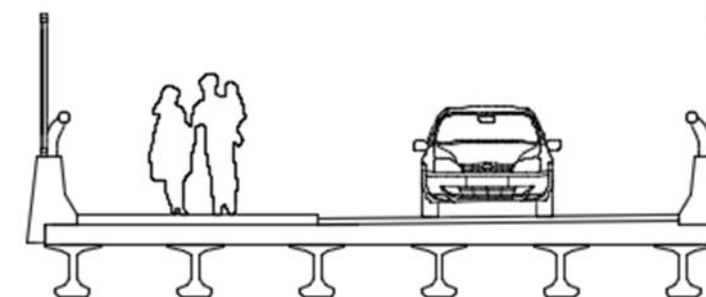
Mediante métodos multicriterio se ha determinado que la mejor solución es la Alternativa 2.

Para el caso de los falsos túneles, dado que estos transcurren sobre la vía del ferrocarril, tiene poco sentido realizar un análisis de alternativas en sí. El trazado final de ambos túneles es de 190 m para el más cercano a la Av. de Alfonso Molina y de 90 m para el segundo. Como a los falsos túneles se llega desde otros túneles, se decide dejar 20 m de separación entre cada túnel y falso túnel para evitar generar un túnel demasiado largo en el cual no se cumplirían las condiciones de seguridad y ventilación.

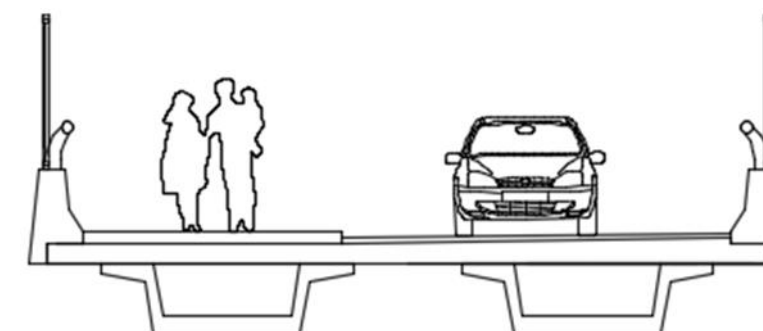
9.2. ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

Las alternativas estructurales se organizan de manera similar a las de trazado, por un lado se analiza el paso superior y por otro lado los falsos túneles. Las alternativas del paso superior son 3:

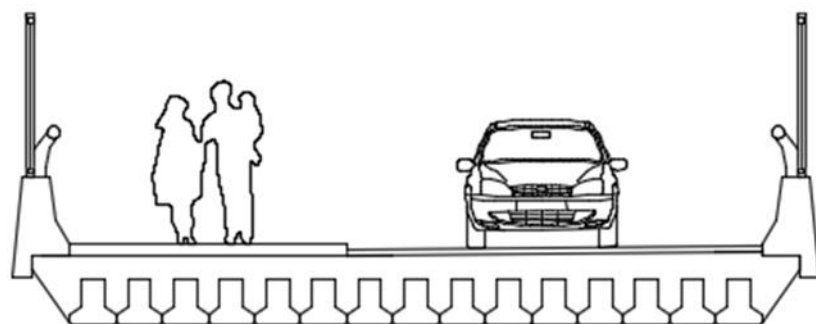
- **Alternativa 1:** Está formada por un tablero de vigas doble T de hormigón de 0,65 m de canto y una losa de compresión de 0,25 m de canto, formando un canto total de 0,9 m. La sección estaría formada por 6 vigas equiespaciadas 1,53 m. Con esta alternativa se deja un gálibo libre al ferrocarril de 6,26 m.



- **Alternativa 2:** Se compone por dos vigas artesa separadas entre sí 4,17 m y de canto 0,8 m. La losa de compresión tendrá un canto de 0,25 m conformando un canto total de 1,05 m. Con esta alternativa se obtiene un gálibo libre de 6,11 m.



- **Alternativa 3:** Está compuesta por un tablero de vigas T invertidas a tope unidas mediante hormigonado formando un tablero tipo losa. La sección la componen 15 vigas con un canto total de 0,75 m. Las vigas tendrán una dimensión de 0,5 m de canto y 0,5 m de ancho. El gálibo libre dejado es de 6,41 m, el mayor de todas las alternativas.



Del mismo modo que en las alternativas de trazado, mediante una metodología multicriterio, la alternativa escogida es la alternativa 1.

En el caso de los falsos túneles se va utilizar la misma tipología que en el paso superior por dos motivos principales:

- Evitar el mayor número de interferencias con la operatividad de la vía de ferrocarril durante las obras.
- Mantener una misma tipología en toda la obra abaratando y facilitando las obras.

Se evita utilizar otra tipología estructural porque para ejecutarlas habría que realizar un cimbrado sobre la vía, lo que implicaría el corte del servicio de ferrocarril por esa vía. Además, las características geométricas de la zona limitan las soluciones disponibles.

Sobre el falso túnel más cercano a la Av. de Monelos, zona que está catalogada como zona de espacio libre, se va a urbanizar la zona con la construcción de una plaza que servirá de zona de conexión entre los dos barrios. Sobre el otro falso túnel no se va a realizar ninguna actuación dado que en el planeamiento urbano se denomina como espacio de equipamiento escolar.

En los anejos 9 y 11, estructuras y urbanización respectivamente, se pueden ver en más detalle las soluciones escogidas.

10. ESTRUCTURAS

Como viene siendo habitual en este anteproyecto, vamos a dividir las estructuras en el paso superior y en los falsos túneles. El predimensionamiento de estas estructuras se puede ver con más detenimiento en el *Anejo 9: Estructuras*.

10.1. PASO SUPERIOR

El paso superior estará compuesto por dos puentes gemelos, con un único vano de aproximadamente 16 m de luz cada uno, que arrancan juntos en el lado del barrio de Matogrande y divergen en 45° hacia el Parque Ofimático engancho con una de las avenidas principales de ese barrio. La pendiente de los puentes es del 3,6 %.

El tablero de cada puente estará formado por vigas doble T de hormigón con un canto de 0,65 m y una losa de compresión de 0,25 m, formando un canto total de 0,9 m. Las vigas estarán separadas entre sí 1,53 m. El ancho total del tablero de 8,34 m, que lo forman una acera de 3 m, una calzada de 3,5 m, dos arcenes de 0,5 m cada uno y las barreras de seguridad.

Los estribos varían a cada lado de la trinchera del ferrocarril, aunque todos son de tipo cerrado con una terminación en aleta de 45°. Del lado de Matogrande tiene unas dimensiones de 9,96 m de alto, 45 m de longitud en la parte superior y 62 m en la inferior, mientras que del lado del Parque Ofimático tendrán una altura de 10,54 m, una longitud en la parte superior de 67,5 m y de 84,5 m en la inferior. Todos con un empotramiento de 2 m.

Los pasos superiores contarán a cada lado de un pretil de hormigón clase H4a y de una valla antivandálica de 2,5 m de altura para evitar la caída de objetos sobre la vía de ferrocarril.

10.2. FALSOS TÚNELES

A ambos extremos de la vía férrea se construirán dos falsos túneles para favorecer el paso entre los dos barrios. El falso túnel que se encuentra más cerca de la Av. de Alfonso Molina tendrá una longitud de 190 m, mientras que el opuesto tendrá una longitud de 90 m.

Los dos falsos túneles comparten la misma tipología estructural que el paso superior, vigas doble T de hormigón apoyadas sobre estribos. Las vigas tienen un canto de 0,65 m y la losa de compresión de 0,3 m, obteniendo un canto total de 0,95 m.

Los estribos van a acompañar a la vía del ferrocarril con la pendiente para que el gálibo libre de la línea siempre sea el mismo. Para ello, los estribos irán en pendiente y habrá que disponer de mortero de nivelación bajo las vigas para conseguir que estas estén rectas.

Los estribos del primer túnel tendrán una longitud de 190m y una altura de 10m aproximadamente, con un empotramiento de 2 m. Los estribos del otro túnel tendrán una peculiaridad, dado que este falso túnel está en curva, el estribo del lado de Matogrande tendrá una longitud de 90 m, mientras que del lado del Parque Ofimático tendrá una longitud de 85 m. Igualmente que antes, tendrán una altura de 10 m y estarán empotrados 2 metros en el terreno.

Ha de comentarse que a ambos falsos túneles, el ferrocarril llega desde otros túneles de gran longitud. Por lo que se ha dejado un espacio de 20 m entre el túnel y falso túnel correspondientes para favorecer la seguridad y ventilación de los mismos, y así no generar un túnel nuevo de mayor longitud en el que no se podrían aplicar las normas relativas a la “Instrucción sobre Seguridad en Túneles”, del Ministerio de Fomento.

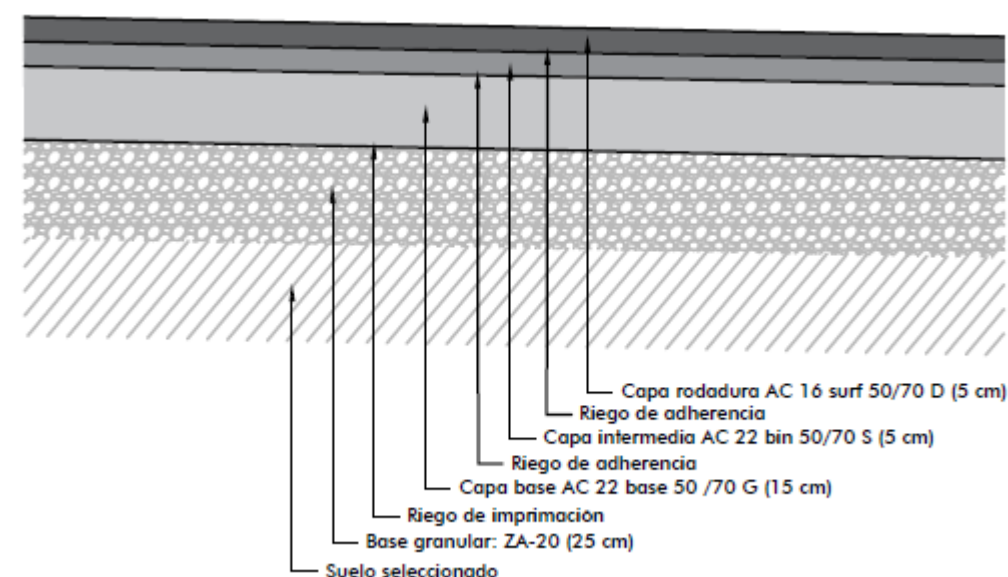
11.FIRMES

Para determinar el paquete de firmes se han seguido las instrucciones de la Norma 6.1-I.C, del Ministerio de Fomento. El procedimiento seguido se puede ver en el *Anejo 8: Firmes y pavimento*.

La norma establece que el tráfico condicionante es el de vehículos pesados. En nuestro caso se ha estimado en IMDp y se ha obtenido una categoría de tráfico que se corresponde a la categoría T2.

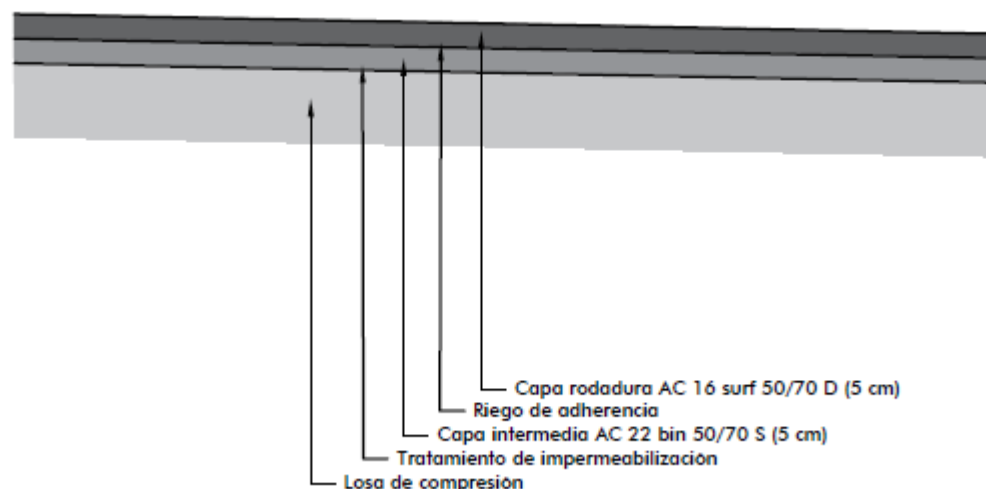
Para la explanada, se escoge una explanada tipo E2 a causa del tipo de suelos existentes. Los suelos están clasificados como suelos tolerables y a los que se tiene que añadir 75 cm de suelo seleccionado para llegar a la categoría de explanada deseada.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha escogido una sección de tráfico 221, que está constituida por 25 cm de mezcla bituminosa y 25 cm de zahorra artificial. A continuación se observa un ejemplo de la disposición de las capas del firme:



Para las secciones que se encuentran sobre los pasos superiores, se ha tenido en cuenta el artículo 3.1.2 de la IAP-11, que indica que el espesor máximo del pavimento

bituminoso sobre losas de hormigón no será en ningún caso superior a 10 cm. La sección en este caso está compuesta de la siguiente manera:



12.URBANIZACIÓN

La urbanización de la zona va a tener especial relevancia en el falso túnel cercano a la Av. de Monelos y en el extremo norte del otro falso túnel, donde se van a construir una plaza sobre el mismo y una escalinata, dada la diferencia de cotas entre barrios, respectivamente. Con estas actuaciones se permite una conexión peatonal entre ambos barrios por otros puntos que no sea el paso superior.

La plaza contará con zonas ajardinadas, zonas de juegos infantiles y zonas de descanso, siendo su entrada por el lado de Matogrande a nivel, mientras que por el lado del Parque Ofimático, se realizará con una escalera y con una rampa para minusválidos.

En la zona del extremo norte del otro falso túnel, se construirá una escalinata que contará de amplias zonas de planas aprovechables para distintos usos, como descanso, juego, etc., aunque está pensada fundamentalmente como zona de tránsito, no como en el caso anterior.

La iluminación se ha llevado a cabo mediante luminarias colocadas 30 m entre si y 10 m de altura, mientras que en el parque se han colocado luminarias de 4 m de altura y 15 m de separación. En la medida de lo posible se utilizarán luminarias tipo led.

El ajardinamiento se llevará a cabo con la extensión de tierra vegetal y la siembra de césped aunque se consensuará con el Ayuntamiento de A Coruña para que esté acorde con el tipo de jardín deseado para la zona.

Por último, la accesibilidad de la zona se ha diseñado siguiendo las recomendaciones de la Orden VIV/561/2010.

13.SERVICIOS AFECTADOS

Al realizarse el anteproyecto en ámbito urbano, varios servicios van a ser afectados durante la realización de las obras. Los principales servicios afectados serán el tráfico ferroviario, al pasar la línea *A Coruña – León* bajo nuestras obras, y el sistema viario.

El sistema ferroviario será el más perjudicado y el que habrá que tener más en cuenta durante la realización de las obras. Dado que la actuación se encuentra dentro de las zonas de dominio público y de protección, habrá que pedir permiso a la administración ferroviaria, en este caso ADIF, para la ejecución de las obras.

También se tiene que tener en cuenta el tráfico ferroviario y que este no se vea perjudicado por el trascurso de la obras. Por lo tanto, deberá consensuarse con la autoridad ferroviaria para trazar los periodos en los que se puede trabajar sin perjudicar el tránsito normal de los trenes. Echando un vistazo a los horarios de transporte de viajeros, se puede ver que durante el día se antoja complicado realizar las obras, por lo que se prevé que en su mayoría se deberán ejecutar de noche.

El caso del sistema viario es más sencillo, únicamente se eliminarán ciertas plazas de aparcamiento en superficie, se dejará en la calle Juan Díaz Porlier paso para los



residentes y garajes y en ciertas ocasiones, se deberá cortar el tráfico para el paso de maquinaria.

Otros servicios que se verían afectados son el colector Bens – Pasaje, el gaseoducto A Coruña – Vigo, o las servidumbres aeronáuticas. Todos estos servicios podrán verse en el *Anejo 10. Servicio afectados*.

14. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

En un proyecto constructivo se deberá incluir un estudio de seguridad y salud en el cual se establecerán las medidas necesarias para garantizar la prevención de riesgos laborales durante la ejecución de las obras. En nuestro caso no será necesaria su inclusión al ser este documento un anteproyecto, aun así se ha tenido en cuenta este apartado en el presupuesto con la incorporación de una partida alzada destinada a este objetivo.

15. GESTIÓN DE RESIDUOS

Como ocurre con el apartado anterior, al ser este documento un anteproyecto, no es necesaria la incorporación de un anejo de gestión de residuos donde se describa que se va a hacer con los residuos de obra generado. Al igual que antes, también se incluye en el presupuesto una partida alzada destinada a este objetivo.

16. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

Como plazo de ejecución orientativo se propone un período de QUINCE (15) meses, en base a lo estipulado en proyectos constructivos de obras con características similares a las que atañe el presente anteproyecto.

Se establece UN (1) año como plazo de garantía para todas las obras, a contar desde la fecha de recepción provisional de las mismas, considerando que una vez transcurrido ese período, se habrá comprobado si su funcionamiento es correcto.

17. PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
1	ACTUACIONES PREVIAS.....	3.152,80 €	0,08
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	107.081,13 €	2,82
3	ESTRUCTURAS.....	3.348.066,09 €	88,05
4	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	99.178,15 €	2,61
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	25.067,24 €	0,66
6	ILUMINACIÓN.....	30.215,47 €	0,79
7	URBANIZACIÓN.....	100.592,09 €	2,65
8	SEGURIDAD Y SALUD.....	57.098 €	1,50
9	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	20.458 €	0,54
10	JARDINERÍA.....	8.525,62 €	0,22
11	VARIOS.....	3.190,58 €	0,08
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)		3.802.625,15 €	
	Gastos generales (13% del P.E.M.).....	494.341,27 €	
	Beneficio industrial (6% del P.E.M.).....	228.157,51 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (P.B.L)		4.525.123,93 €	
	I.V.A (21% del P.B.L).....	950.276,02 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON I.V.A		5.475.399,95 €	

El presupuesto final del anteproyecto asciende a CINCO MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.



18. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO 2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO 3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO 5. ESTUDIO SÍSMICO

ANEJO 6. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

ANEJO 7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO 8. FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO 9. ESTRUCTURAS

ANEJO 10. SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO 11. URBANIZACIÓN

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. Situación
2. Estado actual
3. Planta general
4. Usos del suelo
5. Paso superior
6. Falso túnel 1
7. Falso túnel 2
8. Iluminación

9. Firmes y pavimentos

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

1. Mediciones
2. Presupuesto
3. Resumen del presupuesto

19. CONCLUSIÓN

De acuerdo que este anteproyecto ha sido redactado conforme a las normativas vigentes y se considera que está lo suficientemente detallado y contiene los documentos requeridos para un anteproyecto, se somete a su evaluación, y aprobación si así se considera, por parte del Tribunal de Proyecto Fin de Grado de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de A Coruña.

A Coruña, a Febrero de 2017

El autor del anteproyecto:

José María Vázquez Bullón



MEMORIA JUSTIFICATIVA



ANEJO 1: Antecedentes y situación actual



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	2
3. SITUACIÓN ACTUAL	2
3.1. UBICACIÓN	2
3.2. ESTADO ACTUAL	3
3.3. JUSTIFICACIÓN DEL ANTEPROYECTO.....	3



1. INTRODUCCIÓN

El presente anteproyecto, *Falsos túneles y paso superior sobre la línea ferroviaria A Coruña – León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña*, tiene como objetivo superar la asignatura “*proyecto fin de grado*” de la titulación *Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil* que se imparte en la Escuela técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de A Coruña y como objetivo último tiene conseguir el título del grado anteriormente dicho.

El anteproyecto se estructura en 3 documentos: Memoria, Planos y Presupuesto, que tratarán de definir, valorar y justificar las actuaciones que se van a realizar.

Debido al carácter académico del mismo, este está sometido a una serie de simplificaciones y limitaciones que no podrán ser admisibles en un proyecto real, como pueden ser las referidas a la geología y geotecnia.

2. ANTECEDENTES

El Plan Parcial del Parque Ofimático, zona donde se ubica el proyecto, lleva años siendo reformado y retrasado.

El primer antecedente del Parque Ofimático se encuentra en Plan General de Ordenación Municipal del año 1998, en el que se preveía la creación del mismo. En el año 2000 se encarga el primer planeamiento del área que sería modificado por la Xunta de Galicia en el año 2001 con la intención de equilibrar los usos terciarios con los residenciales. Ese mismo año el ayuntamiento aprueba definitivamente el plan Parcial.

Hasta el año 2004 no se va a reactivar el plan por parte de la Xunta con una nueva modificación del plan Parcial siendo aprobado por el ayuntamiento en el año 2005. Pero esta modificación no sería entregada hasta finales del año 2006, siendo reformada otra vez a principios del 2007 y su aprobación no llegaría hasta mediados de ese mismo año.

Diferentes problemas, como la queja de los promotores por el elevado precio de la urbanización, otra reparcelación aprobada por parte del ayuntamiento en el año 2010 o las numerosas denuncias y procesos judiciales, provocan que las obras se continúen retrasando. Finalmente, no es hasta el año 2011 no se inicien los trabajos de urbanización.

Durante los años posteriores se continúan los problemas, especialmente con los desahuciados y los promotores. En el año 2013, con la aprobación del nuevo PGOM, se realizan nuevas modificaciones en el plan parcial y no es hasta el año 2014 que se empiezan a construir los primeros edificios y se reactiva finalmente la urbanización.

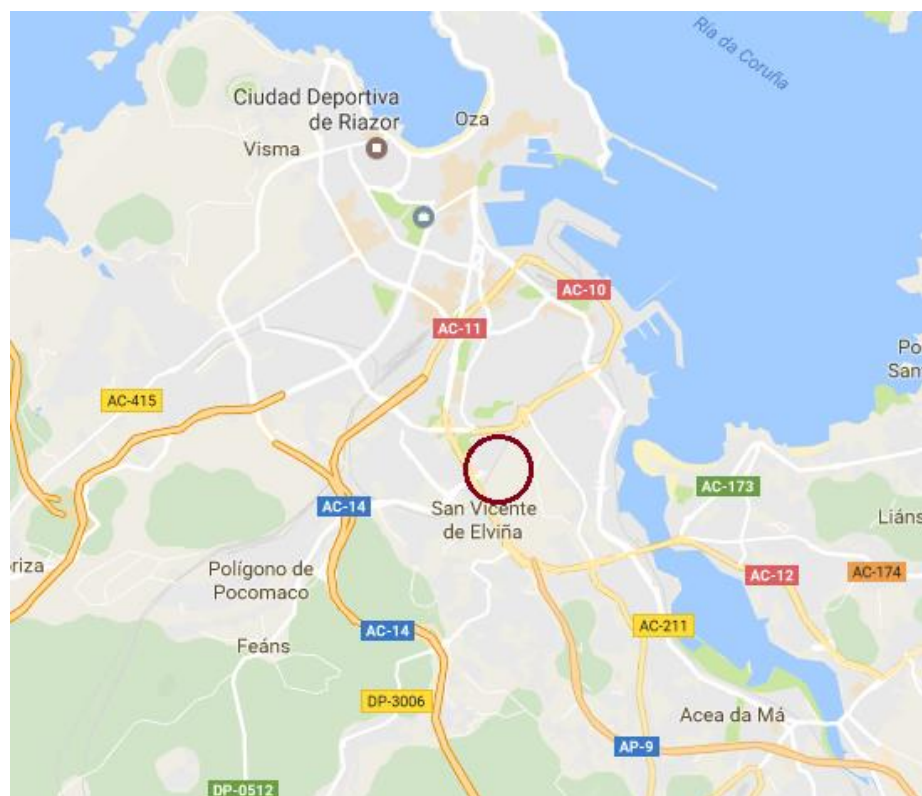
En 2015, el juzgado anula la adjudicación de las obras de urbanización de la zona con lo que se vuelve a un estado de paralización. En la actualidad se trabaja para la nueva licitación de las obras y se espera la resolución de diversos procesos judiciales abiertos.

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1. UBICACIÓN

La actuación se encuentra ubicada en la ciudad de A Coruña, entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático, en la provincia de A Coruña.

La zona está delimitada por los barrios anteriormente nombrados, la avenida de Alfonso Molina y la avenida de Monelos. Además, las obras se van a realizar sobre la vía del ferrocarril *A Coruña –León* que transcurre entre los barrios citados con anterioridad.



Situación del anteproyecto. Fuente: Google Maps

3.2. ESTADO ACTUAL

La zona que atañe a este anteproyecto está sin construir en la fecha de redacción de este documento. En los planos del plan Parcial se prevé la construcción de 3 falsos túneles de distintas longitudes sobre la vía férrea, uno a cada uno de los extremos y el tercero coincidiendo con la calle Juan Díaz Porlier, en el barrio de Matogrande, dando conexión a ambos barrios.

La zona sobre la que se emplaza el falso túnel más próximo a la Av. de Alfonso Molina, se destinará a usos escolares y la creación de una nueva conexión con el barrio del Parque Ofimático desde la rotonda de la calle Enrique Mariñas, que da acceso al Polígono de P.O.C.O.M.A.C.O.

La zona sobre el último falso túnel está destinada a uso libre y se planea la construcción de un paseo peatonal al borde la misma, conectando un futuro aparcamiento del lado de Matogrande con el Parque Ofimático.



Estado actual de la zona de proyecto. Fuente: Google Maps

3.3. JUSTIFICACIÓN DEL ANTEPROYECTO

Aprovechando la paralización de los trabajos de urbanización y el carácter académico del anteproyecto, se plantea el estudio de otras alternativas para las obras previstas y la tipología estructural de las mismas con el fin de:

- Mejorar la solución propuesta en el planeamiento actual.
- Elaborar una posible solución constructiva a la alternativa propuesta.
- Plantear la urbanización sobre las zonas propuestas.



- En la medida de lo posible, abaratar los costes de las obras de urbanización, con la consiguiente repercusión sobre las viviendas finales.

En la realización del anteproyecto se ha tratado de mantener el reparto de espacios propuestos en el plan Parcial al realizar las modificaciones en el mismo. Además, en la planificación de las estructuras, teniendo en cuenta las características de la vía ferroviaria existente, se ha procurado de realizar todas las mejoras necesarias para mantener la seguridad ferroviaria.



ANEJO 2: Reportaje fotográfico



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	2
Apéndice 1. Plano de localización de fotografías	



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es mostrar la situación actual de la zona mediante fotografías, proporcionando una fácil comprensión de las características del entorno, pudiendo observarse los principales condicionantes.

Debido al condicionante de que la urbanización está en obras y la vía del ferrocarril, no pudiendo acceder a estas zonas, las fotografías se han tomado en su totalidad del lado de Matogrande.

2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



N°1: Vista desde comienzo calle Juan Díaz Porlier hacia Parque Ofimático



N°2: Vista desde final calle Juan Díaz Porlier hacia Matogrande



N°3: Vista desde final calle Juan Díaz Porlier hacia P. Ofimático



N°4: Vista desde final calle Juan Díaz Porlier hacia P. Ofimático



N°5: Vista desde aparcamiento Liceo la Paz hacia extremo Av. Alfonso Molina



N°6: Vista desde aparcamiento Liceo la Paz hacia extremo Av. Monelos



N°7: Vista desde aparcamiento colegio Liceo la Paz hacia P. Ofimático



N°8: Vista desde aparcamiento colegio Liceo la Paz hacia P. Ofimático



N°9: Vista desde extremo línea lado Av. Monelos



N°10: Vista desde aparcamiento frente hoteles Matogrande hacia rotonda



N°11: Vista desde aparcamiento frente hoteles Matogrande hacia P. Ofimático






N°12: Vista desde aparcamiento frente hoteles Matogrande hacia P. Ofimático



APÉNDICE 1: Plano de localización de fotografías



 <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</p>  <p>ETS INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TITULO ANTEPROYECTO: Falsos túneles y paso superior sobre la línea FFCC A coruña-León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña</p>	<p>AUTOR: Vázquez Bullón, José M^a</p>	<p>FECHA: Febrero 2017</p>	<p>TITULO DEL PLANO: Situación fotografías</p>	<p>NUMERO: Sin número</p>	<p>ESCALA: Sin escala</p>	<p>FIRMA: </p>
--	--	---	---------------------------------------	---	--------------------------------------	--------------------------------------	--



ANEJO 3: Cartografía y topografía



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CARTOGRAFÍA.....	2
3. TOPOGRAFÍA	2



1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es describir la cartografía utilizada como base durante la realización de este anteproyecto.

Debido al carácter académico del mismo, no se han realizado levantamientos topográficos de campo que mejorarían la calidad de la topografía existente.

2. CARTOGRAFÍA

A cartografía utilizada para la realización del anteproyecto ha sido facilitada por el Ayuntamiento de A Coruña a escala 1:5000.

Además, también se han utilizado mapas del Plan Nacional de Ortografía Aérea, pertenecientes al Instituto Geográfico Nacional (IGN).

3. TOPOGRAFÍA

La zona a estudiar se encuentra en el punto más bajo de la Urbanización del Parque Ofimático, sobre el tramo de línea férrea que marca la separación con Matogrande. A partir de este punto, se produce un ascenso de las curvas de nivel con una configuración parecida a concéntrica.

La zona, anteriormente a la urbanización, se configuraba conforme al patrón tradicional de agras coruñesas, en bancales sobrepuestos que suavizan la pendiente acumulando los saltos de cota en los bordes de los aterrazamientos.

Una de las principales características de la zona es la pendiente, con valores entorno al 10% de inclinación e incluso con franjas que llegan a unos 20%. Las zonas con menor pendiente, entorno a un 5%, se dan en la zona de vaguada cercana a la vía del ferrocarril, en una de nuestras zonas de actuación.



ANEJO 4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. GEOLOGÍA.....	2
2.1. ESTRATIGRAFÍA.....	2
2.1.1. Serie de Ordenes (PC-S).....	2
2.1.1.1. Anfibolitas.....	2
2.1.1.2. Cuarzitas negras grafitosas y piritosas	2
2.1.1.3. Metapsamitas, metapelitas y conglomerados	2
2.1.1.4. La serie de Ordenes al Oeste de A Coruña	3
2.1.2. Cuaternario (Q, QCI-P, QFI, QD)	3
2.2. PETROLOGÍA.....	3
2.2.1. Metamorfismo.....	3
2.2.2. Rocas plutónicas.....	3
2.2.2.1. Rocas graníticas	3
2.2.2.2. Rocas filonianas postectónicas.....	4
2.3. TECTÓNICA	4
2.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	4
3. GEOTECNIA.....	4
3.1. INTRODUCCIÓN	4
3.2. CRITERIOS DE DIVISIÓN GEOTÉCNICA	5
3.3. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO	6
3.4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.....	7
3.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	7
3.6. CONDICIONES GEOTÉCNICAS	8
4. RECONOCIMIENTOS DEL TERRENO Y ENSAYOS	9
4.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DPSH)	9
4.2. RECONOCIMIENTO VISUAL Y CALICATAS	9

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	10
5. CONCLUSIONES.....	10

Apéndice 1: Hoja 21 del Mapa Geológico de España

Apéndice 2: Hoja 2-1/1 del Mapa Geotécnico Nacional

Apéndice 3: Mapa localización ensayos y resultados



1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo consiste en conocer las características geológicas y geotécnicas de la zona donde se ubica el proyecto.

En la redacción del mismo, se ha utilizado información obtenida del Instituto Geográfico y Minero de España (IGME), en particular se ha empleado la hoja número 21 del Mapa Geológico de España (MAGMA) a escala 1:50.000 y la memoria asociada a la misma; así como la Hoja 1 / 2-1 del Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000 y su correspondiente memoria. Las hojas se incluyen al final del Anejo como apéndices.

Debido a que este documento es un trabajo académico, no se disponen de los medios necesarios para elaborar un estudio geológico y geotécnico completo. Por lo tanto, se utilizarán como referencia estudios realizados de proyectos cercanos.

2. GEOLOGÍA

2.1. ESTRATIGRAFÍA

Los únicos materiales a describir en este apartado son los correspondientes a la serie de Ordenes (Precámbrico Superior) y al Cuaternario.

Regionalmente, la serie de Ordenes limita al Este por contacto tectónico con el dominio Ollo de Sapo y al Oeste y Sur con un complejo de rocas básicas (eclogitas y anfibolitas) y neises ojerosos prehercínicos.

2.1.1. Serie de Ordenes (PC-S)

La serie de Ordenes está formada por los siguientes tipos de rocas que describiremos de muro a techo:

2.1.1.1. Anfibolitas

Las encontramos a lo largo de toda la serie, bien en lentejones o en filones, cuyas características en cada caso son diferentes:

- Anfibolitas lentejonares (Paranfibolitas), se presentan en lentejas alargadas y discontinuas de escasa potencia (5-10 cm), muy abundantes. Son compactas, de grano fino, con mucho cuarzo, tonos verdes grisáceos y textura granometabólica.
- Anfibolitas filonianas, aparecen en filones unas veces concordantes y otras discordantes (cortando la estratificación) con las estructuras, pero siempre afectados por ellas. Son compactas, de tonos verde oscuros y esquistosadas por la fase 2.

Como resultado, se cree que las paranfibolitas deben su origen a la acción del metamorfismo sobre sedimentos ligeramente calcomagnesianos preexistentes en la serie; pero también pueden deberlo a tobos o sedimentos de rocas básicas. Mientras que las filonianas deben su origen a rocas ígneas metamorfozadas.

2.1.1.2. Cuarzitas negras grafitosas y piritosas

Afloran al Este de la Hoja (cuadrante 2), con lo que tienen poco interés para nuestro proyecto, y forman una banda de escasa potencia (0.5 a 10 m). Macroscópicamente, en algunos casos se diferencia pequeñas venillas de cuarzo en una matriz negra grafitosa, en otros tienen unas facies diferente y son prácticamente ampelitas.

2.1.1.3. Metapsamitas, metapelitas y conglomerados

Suprayacentes a las cuarzitas negras grafitosas tenemos un tramo de serie formado por metapsamitas y metapelitas, de aspecto grisáceo, con las biotitas orientadas y cuyo



tamaño de grano varía de medio a fino. Se encuentran en bancos de 1cm a 1m de potencia, en el techo de los cuales se observan huellas de carga deformadas tectónicamente.

Por encima de estos materiales encontramos facies pelíticas (metapelitas). Sobre estas metapelitas viene el tramo superior de la serie de Ordenes con metapsamitas y metapelitas de tonos grises y biolitas orientadas, de características similares al primer tramo pero con una granulometría en general más fina.

Las metapsamitas se distinguen en metagrauvas, subgrauvas, feldespáticas y esquistos, las metapelitas en micaesquistos y litias, y los conglomerados, dependiendo de la zona, pueden estar formados por cantos de metagrauvas y leucogranitos gráficos o por cuarzo, plagioclasa y fragmentos de roca.

2.1.1.4. La serie de Ordenes al Oeste de A Coruña

Al Oeste de A Coruña, por la zona de punta Langosteira, afloran esquistos que macroscópicamente tienen cierta semejanza con los tramos superiores de Ordenes (tamaño de grano fino y biotitas orientadas) y también alguna diferencia (gran abundancia de sílice).

Microscópicamente, los esquistos presentan algunas diferencias, como un mayor contenido en plagioclasa, la biotita es más escasa, cambia el tipo de macia (en esta zona es más compleja) o que en general vemos que presentan caracteres menos evolucionados a partir de la roca madre que al Este.

Por último, también en esta zona tenemos unas bandas metagrauvas con aspecto glandular, caracterizadas por grandes cristales de feldespato en una matriz esquistosa y oscura de aspecto verdoso.

2.1.2. Cuaternario (Q, QCI-P, QFI, QD)

No tiene mucho desarrollo en esta Hoja y queda limitado a la presencia de algún manto detrítico y también a la de ciertos depósitos arenoso-limosos en las desembocaduras de los ríos.

Los mantos detríticos se pueden encontrar formados por cantos gruesos de aristas retocadas o por coluviones de cantos, con algunos lentejones de arenas y arcillas.

La morfología costera se caracteriza por costas de acantilados relativamente bajos (20-30 m), con playas de arena clara y fina, de dimensiones regulares. A veces, se observan dunas costeras de pequeñas dimensiones fijadas por vegetación.

2.2. PETROLOGÍA

2.2.1. Metamorfismo

El metamorfismo regional de la Hoja corresponde a la facies de esquistos verdes, que constituye a modo de sinclinal metamórfico en el que el metamorfismo progresa hacia los extremos de la hoja.

El metamorfismo es de bajo grado de tipo polifásico, en el que se desarrolla una blastesis de biotita y granada prefase 2, posteriormente y menos espectacular se desarrollan biotitas sinfase 2.

Dado que la variación de minerales en el metamorfismo es muy pequeña, no es posible determinar las características del mismo de manera precisa, pero la existencia de granate en facies de bajo grado y de andalucita indica un metamorfismo posiblemente de tipo de presión intermedia y temperaturas moderadas.

2.2.2. Rocas plutónicas

2.2.2.1. Rocas graníticas



Se encuentran al Oeste de la Hoja formando una gran franja de dirección NNE-SSO de unos 8 km de anchura en A Coruña y que se adelgaza al norte y al sur. Morfológicamente ocupan las zonas de mayor relieve y a su vez, los valles son más o menos profundos y rectilíneos, influenciados tectónicamente por las fallas de desgarre horizontal.

Los clasificamos en cuatro tipos, según criterios de edad (emplazamiento) y deformación:

- Pre a sinfase 1: Ortoneises.
- Interfase 1-2 a tardifase 2: Granodioritas precoces y leucogranitos.
- Postfase 2: Granodioritas tardías.

En la zona del proyecto, y en la ciudad en general, nos encontramos granodioritas tardías.

2.2.2.2. Rocas filonianas postectónicas

Aquí agrupamos a una serie de filones posthercánicos que cortan a las estructuras y cuya característica esencial es la falta de deformación. Los podemos dividir en diques ácidos, formados principalmente por cuarzo y pórfidos graníticos, y diques básicos, compuestos por diabasas o dolerita.

2.3. TECTÓNICA

La zona estudiada ha sido afectada por una tectónica polifásica de edad hercínica.

La primera fase de deformación hercínica se caracteriza por la presencia de un gran pliegue tumbado de unos 5 km de flanco invertido. La dirección de este pliegue es aproximadamente N-S con un ligero buzamiento axial hacia el Norte, aunque es difícil de determinar debido al replegamiento sometido por la Fase 2.

La segunda fase de la deformación hercínica presenta pliegues cilíndricos regulares de dirección N-S a N 10° E. y buzamiento axial marcado hacia el N (10-30°). Las

características de esta fase son las de replegar las estructuras de la fase 1, siendo estos replegamientos más intensos donde las temperaturas fueron más elevadas.

La esquistosidad de esta fase es del tipo "strain-slip" en zonas poco metamorizadas y de flujo a partir de la zona de la biotita. En las anfibolitas esta esquistosidad da anfíbol de neoformación.

La tercera fase de deformación hercínica se desarrolla con pliegues de escala decimétrica de tipo "kink-bands" con planos axiales subhorizontales, o bien ligeramente buzantes. Es claramente posterior a la fase 2.

Existen también deformaciones póstumas hercínicas manifestadas claramente por fallas de desgarre dextrógiras de dirección E-O a ESE-ONO, con desplazamientos pequeños, que corresponden a una compresión tardihercínica de dirección NO-SE.

2.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

Desde el punto de vista del aprovechamiento minero, la región estudiada es pobre en recursos. Solo tiene interés la explotación de grandes canteras en las granodioritas, en las que la extracción de los materiales se ve favorecida por la gran tectonización que presentan. Los usos a que van destinados suelen ser la construcción, firmes de carretera, etc.

Pudiera reportar cierto interés un estudio detallado de los filones pegmatíticos situados en el borde Oeste de la Hoja (O. de Rañobre), sobre todo por el valor industrial de feldespatos.

3. GEOTECNIA

3.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se busca determinar las características geotécnicas de la zona de estudio, como la naturaleza del sustrato o la capacidad portante del terreno. Los

factores más importantes a los que se hace referencia en este anejo son: criterios de división geotécnica, formaciones superficiales y sustrato, características geomorfológicas, hidrogeológicas y geotécnicas.

La interpretación de las características geotécnicas de la zona se ha realizado a partir del Mapa Geotécnico General, Hoja 2-1/1 A Coruña, perteneciente al Instituto Geológico y Minero de España.

3.2. CRITERIOS DE DIVISIÓN GEOTÉCNICA

Toda la Hoja forma parte del macizo galaico, compuesto por rocas graníticas y metamórficas, con intrusiones aisladas de rocas básicas, eruptivas, filonianas y sedimentarias.

Siguiendo la división taxanómica establecida por la separación y denominación geotécnica, se ve que toda la Hoja posee la misma homogeneidad geotectónica y define por consiguiente una única unidad de primer orden: Región I.

Para delimitar las Áreas, unidades de segundo orden, nos basamos en la homogeneidad macrogeomorfológica. Para realizar esta subdivisión, el proceso seguido se ha basado en el estudio de los diferentes tipos de rocas así como en su resistencia a la erosión y su distinto comportamiento ante los diferentes movimientos tectónicos que han actuado sobre ellos. De esta forma, se han observado tres formas distintas de relieve:

- Formas de relieve "Suaves", dividido en Área I1 y I1'.
- Formas de relieve "Moderadas", dividido en Área I2 y I2'.
- Formas de relieve "Acusadas", dividido en I3, I4, I5 y I5'.



Detalle del Mapa de Interpretación Geotécnica

LEYENDA		
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES
Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos.
Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos. (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos e Hidrológicos.	
Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos. (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).	Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).
	Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).	
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).	Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.).	
	Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos.	

Leyenda del Mapa de Interpretación Geotécnica

La zona donde está emplazado nuestro anteproyecto se encuentra dentro de la zona I3, que está formada por rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general compactas y resistentes a la erosión. Su morfología varía desde acusada a muy acusada, dando sobre el terreno formas vigorosas, bastante redondeadas y en las cuales se mezclan zonas de rocas alteradas, coherentes y con escasa consistencia, con otras de rocas sanas y competentes.

La posibilidad de aparición en ella de niveles acuíferos es muy escasa, su permeabilidad es nula o está condicionada a su grado de tectonización, pero su drenaje por escorrentía superficial es muy favorable, descartando zonas de encharcamiento.

Sus características mecánicas son óptimas, admiten cualquier tipo de carga sin que aparezcan fenómenos de asentamiento. Cabe destacar el hecho de que la aparición de roas sanas junto a otras alteradas y siendo sus características técnicas muy distintas, conviene analizar previamente a las realizaciones las variaciones litológicas de las rocas.

3.3. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En este apartado se incluirán los principales tipos de rocas encontrados agrupándolas según sus características litológicas. En el Mapa de Formaciones Superficiales y Sustrato, del Mapa Geotécnico General, se distinguen dos grandes grupos:

- Formaciones Superficiales: incluyen aquellos depósitos poco o nada coherentes, de extensión y espesor muy variables y depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad.
- Sustrato: incluyen el conjunto de rocas, más o menos consolidados, depositados a lo largo del resto de la historia geológica.

La zona de estudio se encuentra en un sustrato rocoso de tipo Py, que está formado por granitos. Se incluyen bajo esta acepción el conjunto de rocas ácidas de la familia de los granitos, sin entrar en detalle de su composición petrográfica, estructural o genética.

Habría que distinguir entre los afloramientos situados al Oeste, en nuestra zona de actuación, en los que predominan granitos anatóxicos o con biotita, formando estos últimos, extensos afloramientos no alienados, con escasos recubrimientos, poco alterados y con formas de disyunción en bolos; los situados en Estaca de Bares, con colores oscuros y marcados efectos de la alteración superficial en arenas y bolos redondeados incluidos dentro de la masa alterada; y los comprendidos entre la ría de Viveiro y el Valle de Oro, poco sensibles a la alteración dando superficies redondeadas recubiertas por productos finos, abundantes bolos y bloques graníticos.



Detalle Mapa de Formaciones Superficiales y Sustrato

3.4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

En este apartado se analizará los principales rasgos morfológicos, viendo qué repercusión tienen sobre las condiciones constructivas de los terrenos, bien por causas puramente naturales, bien al trastocar su equilibrio mediante la acción directa del hombre.

El Área 13, que es en la que se encuentra nuestra zona de actuación, presenta una morfología con relieves que oscilan entre acusados y montañosos, pendientes que rebasan el 15% en el Este y que no alcanzan estos valores en las del centro y Oeste. El modelado predominante varía desde formas acastilladas en el Oeste, redondeadas y bolos de gran tamaño en el Centro, hasta abruptas en el Este. Por lo general, el recubrimiento es escaso en todas ellas.



Detalle y Leyenda Mapa Características Geomorfológicas

Los estudios realizados acerca de la alteración en materiales del tipo de granitos y granodioritas, que se encuentran en nuestra zona, pueden resumirse en:

- Los bloques alterados en capas concéntricas constan de un núcleo relativamente fresco, con una serie de cubiertas alteradas.
- En el proceso de alteración intervienen el oxígeno, el agua y el anhídrido carbónico.
- La masa está en principio subdividida por los planos que dan origen a bloques paralelepípedos. El agua se infiltra y ataca por partes a cada bloque, como resultado, las partes más externas del bloque se producen tensiones internas que cuartejan la roca produciendo una superficie concéntrica que posteriormente la acción meteórica va ampliando hacia el interior.
- El color, tipo de alteración y velocidad de formación dependerá del material de origen.

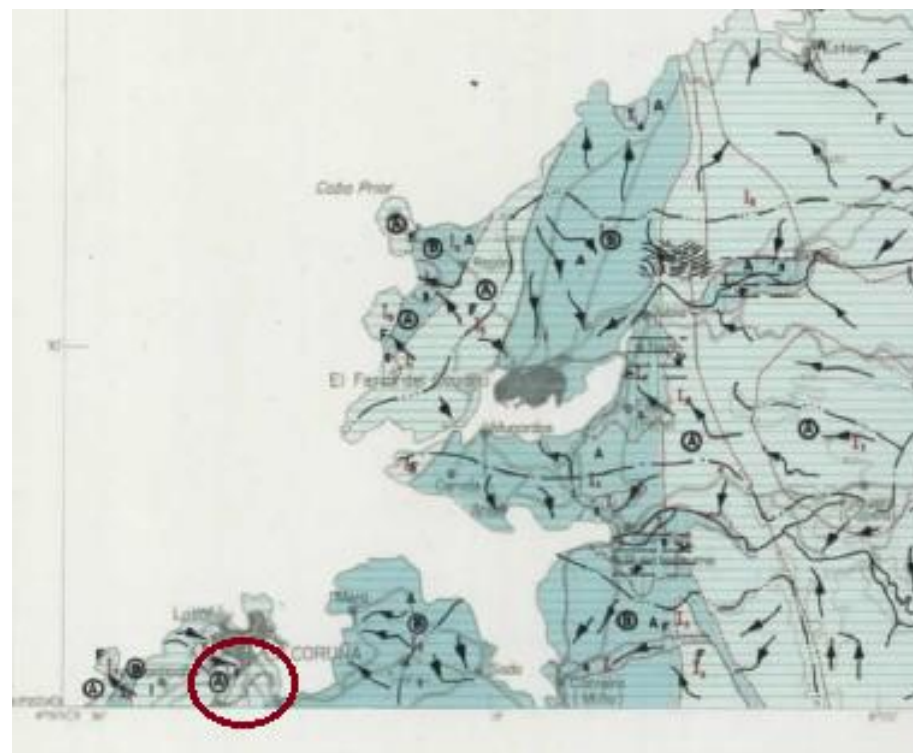
3.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Este apartado analizará las características hidrológicas que afectan de manera más o menos directa a las condiciones constructivas de los terrenos.

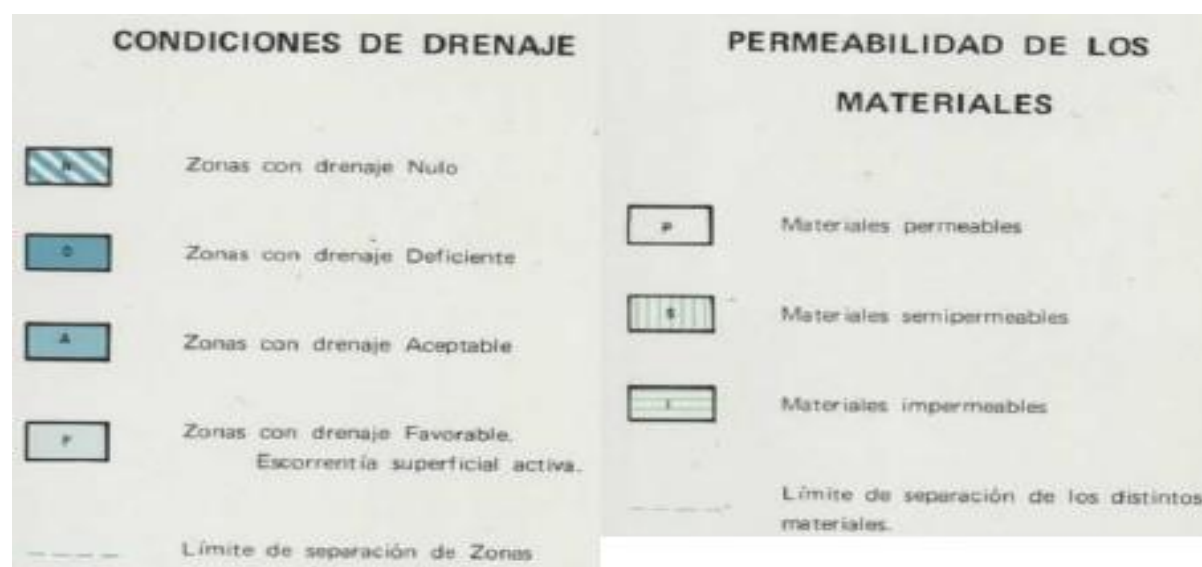
El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales, condiciones de drenaje y en los problemas que puedan aparecer.

Dentro del área 13, los materiales que se encuentran se consideran, en pequeño, como impermeables, y en grande, con una cierta permeabilidad ligada al mayor o menor grado de tectonización.

Sus condiciones de drenaje son favorables, gracias a una esorrentía superficial muy activa debida a las elevadas pendientes y la impermeabilidad de los materiales. La aparición de agua a distintas profundidades se dará aisladamente y siempre en zonas de fracturas con relleno posterior.



Detalle Mapa Características Hidrológicas



Leyenda Mapa Características Hidrológicas

3.6. CONDICIONES GEOTÉCNICAS

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas, entendiendo bajo esta acepción, todas aquellas que estén implicadas con la mecánica del suelo y su posterior comportamiento al verse solicitado por la actividad técnica del hombre. El análisis se centrará de modo especial en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando todos aquellos factores que influyen sobre su utilización como base de sustentación de edificaciones.

El área *I3* tiene una capacidad de carga alta, siendo la magnitud de los asentamientos que puedan aparecer nulos o muy reducidos.



Leyenda Mapa Características Geotécnicas



Los problemas que ocasionalmente puedan surgir, y que puntalmente harán descender la capacidad de carga y aumentar la magnitud de los asentamientos, estarán relacionados bien con la aparición de zonas de alteración (arcillosas y saturadas), bien con posibles deslizamientos de lajas al eliminar su base o cargarlas en la misma dirección que los planos de esquistosidad y a favor de las pendientes naturales, o bien con desmoronamientos y caída de terrenos sueltos y bloques.

4. RECONOCIMIENTOS DEL TERRENO Y ENSAYOS

4.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DPSH)

Este ensayo consiste en la hincada de una puntanza maciza de 20 cm² de sección circular (51 mm de diámetro) y un ángulo de 90° en la punta, fijada a una barra maciza de 33 mm de diámetro. La referencia de ensayo registra el número de golpes “N₂₀” necesarios para lograr penetraciones sucesivas de 20 cm en el terreno, a través del golpeo del conjunto por un mecanismo automático que deja caer libremente una maza de 63,5 kg desde una altura de 76 cm.

El ensayo se considerará finalizado, bien cuando se alcanza la profundidad previamente establecida, bien cuando se superen los 100 golpes para conseguir una penetración de 20 cm (N₂₀<100).

Con los resultados obtenidos en cada ensayo, se realiza la caracterización del subsuelo agrupando por rangos y valorando las medias de los valores N₂₀.

Las profundidades alcanzadas en cada prueba fueron las siguientes:

Ensayo DPSH	Profundidad alcanzada (m)
PDC-1	16
PDC-2	16,8
PDC-3	16
PDC-4	16

En el Apéndice 3 podrán verse los gráficos de los resultados del ensayo.

También se han medido los siguientes niveles freáticos, referidos a la cota actual del terreno:

PDC-1	-11,5 m
PDC-2	-1,75 m
PDC-3	-1,9 m
PDC-4	-2,4 m

4.2. RECONOCIMIENTO VISUAL Y CALICATAS

Se han llevado a cabo una serie de calicatas y reconocimiento visual de taludes para realizar una inspección visual del material que constituye el terreno. De esta forma se obtiene información acerca de los materiales excavados como si se localiza el nivel freático o bolsas de agua. Además es una fuente fiable por si otros ensayos se realizaron de forma incorrecta dando resultados erróneos.

A continuación se da una descripción somera del talud en la Av. de Alfonso Molina, que tiene una pendiente media de 76°.

Partiendo una pasarela que cruza Alfonso Molina y hasta la boca del túnel del ferrocarril se distinguen los siguientes tramos:

- 0-23 m: Roca granodiorítica muy dura, con grado de alteración II.
- 24-49 m: Jabre de grano grueso, con cierta consistencia dado que aún conserva la estructura de la granodiorita de la que procede.
- 49-80 m: Granodiorita competente, grado de alteración II-III.
- 80-130 m: Jabre de grano grueso bastante compacto, con grado de alteración IV.



- 130-134 m: Granodiorita II-III.
- 134-140,5 m: Zona de fractura de naturaleza cuarzo-esquistosa, muy compacta a pesar de estar bastante diaclasada. Grado de alteración II.
- 140,5-148 m: Roca granodirítica compacta con grado de alteración II-III.
- 148-158 m: Jabre compacto con grado de alteración III-IV.
- 158-210 m: Granodiorita algo fracturada, con grano de alteración III.

Las calicatas se han realizado mediante una retroexcavadora mixta, alcanzando unas profundidades limitadas por el brazo de la maquinaria o la ripabilidad del terreno.

En el Apéndice 3 se encontrarán los resultados de estas calicatas.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

En base a los estudios realizados pueden definirse los siguientes niveles estratigráficos:

NIVEL I:

Formado por suelos limosos orgánicos de tonos muy oscuros, con un espesor promedio de 0,3 m; ocasionalmente esta cubierta alcanza espesores de 1,5 m. Esta circunstancia se debe a que dicha zona corresponde a una pequeña vaguada donde se almacena agua y el grado de saturación de los suelos es importante. Obviamente, estos suelos deben ser eliminados o saneados cualquiera que sea la cimentación a adoptar y en correspondencia con obras de rellenos y terraplenamientos.

Estos suelos podrán reservarse para recubrimiento de taludes y ajardinamientos.

También se pueden encontrar gran cantidad de materiales de rellenos antrópicos y escombreras.

NIVEL II:

Corresponde a suelos de origen residual y naturaleza areno-limosa, producto de la alteración del substrato rocoso y subyacente (granodirita).

Su espesor resulta bastante variable con situaciones límite entre 2 y 13 m.

En cuanto a su compacidad, la tendencia general evidencia un incremento con la profundidad.

NIVEL III:

Corresponde al substrato rocoso granodiorítico.

La morfología del contacto jabre-granodiorita es irregular, según se evidencia en los cortes estratigráficos, y así se han constatado en los taludes de la trinchera del ferrocarril y de la Av. de Alfonso Molina. En el área del estudio aparecen zonas donde la roca aflora en superficie, que corresponden a zonas topográficamente elevadas.

5. CONCLUSIONES

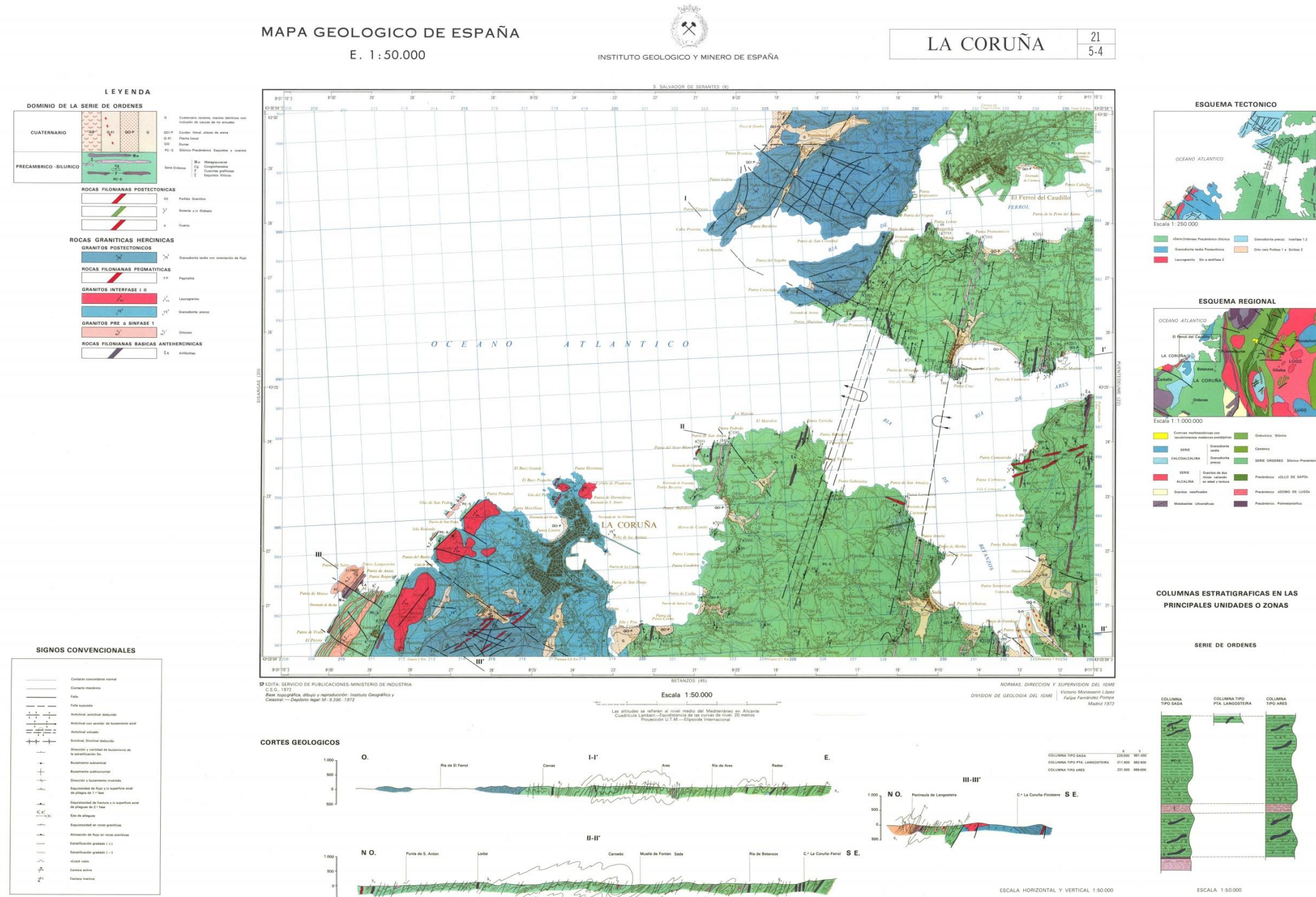
En conclusión, las obras se emplazarán en un terreno compuesto principalmente por granitos y granitoides emplazados en diferentes etapas de la orogénesis Hercínica, de grano grueso, tonalidades grisáceas y con buen drenaje interno.

Sobre estos granitos, y en un gran porcentaje de la superficie en la que afloran, se desarrolla un horizonte superficial de alteración donde dichos granitos se descomponen a jabres de naturaleza areno-limosa, de grano grueso a muy grueso y con espesores variables.

Estos materiales son clasificados como tolerables y deberán emplearse materiales clasificados como seleccionados para su empleo en explanadas y terraplenes.



APÉNDICE 1: Hoja 21 del Mapa Geológico de España





APÉNDICE 2: Hoja 2-1/1 del Mapa Geotécnico Nacional

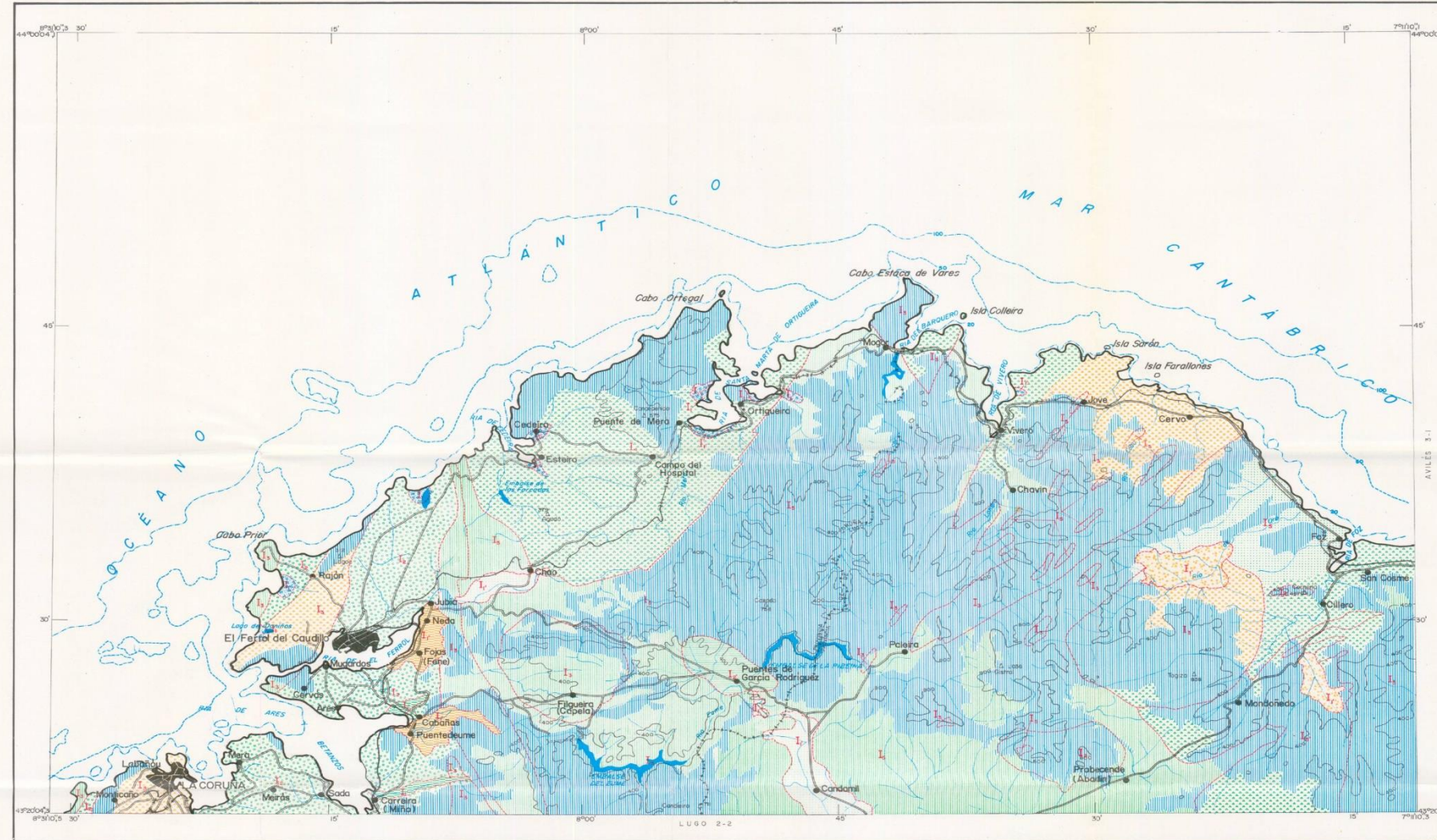


MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS



MAPA GEOTECNICO GENERAL
MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

LA CORUÑA	2-1
	1



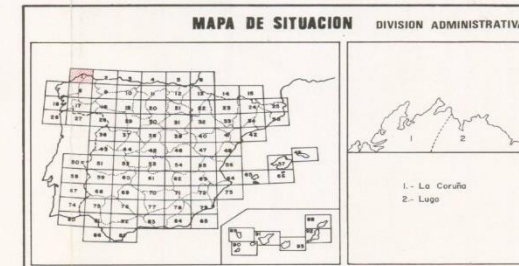
TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E. 1:200.000

Escala 1:200.000

CRITERIOS DE CLASIFICACION						
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy Favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	De Capacidad de carga	
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	De Aparentes	
Aceptables	Hidrológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Geotécnicos Varios	
Desfavorables	Geotécnicos (p.d.)	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		
Muy Desfavorables						

LEYENDA		
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES
Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos	Problemas de tipo Geomorfológicos	Problemas de tipo Geomorfológicos
Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)
Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)
	Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	
	Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos	

REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
RELIEVOS DOLICOS/BALAZOS	FORMAS DE RELIEVOS SUAVES	Se incluyen en esta el conjunto de terrenos de elevación moderada, formados por productos procedentes de la erosión y arrasamiento fluvial, o marino. Por lo general, la litología es eminentemente granular -arenas finas y de coque claro- si bien allí donde predominan los acortos fluviales, se intercalan con arcillas, limos y fangos. Su morfología es eminentemente llana, apareciendo toda esta según a períodos inundaciones y a un estado de saturación total. Entre factores condicionales: unas características geotécnicas desfavorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos.
	FORMAS DE RELIEVOS SUAVES	Se incluyen en esta el conjunto de terrenos procedentes de la alteración de las rocas del sustrato geológico, acumuladas en los valles continentales y marinos. Por lo general predominan las litologías arenosas, entremezcladas con limos, arenas, gravas, arenas y lizas de muy diversas tonalidades. Su morfología es eminentemente llana y sus materiales se consideran en general como impermeables, con unas condiciones de drenaje excelentes que se ven enormemente muy disminuidas por la existencia de un nivel acuifero a poca profundidad. Sus características mecánicas oscilan entre favorables y aceptables en función, tanto de la litología como del asentamiento aparente nivel acuifero y de los problemas que este plantea.
	FORMAS DE RELIEVOS MODERADAS	Se incluyen en esta, un conjunto de masas orientadas -con ligada fina, fácilmente alterables en arcillas y limos, de colores amarillos y grises, y poco expuestas a la erosión- formadas por micacitas, micacitas y magmatitas. En general presentan una morfología que oscila entre llana y ondulada, lo cual favorece parcialmente los asentamientos, tanto de los materiales de alteración como de gran parte de materiales sanos. Sus materiales se consideran impermeables, con una figura geométrica ligada a su topografía y a la fácil penetración y ascensión del agua a lo largo de las grietas de fracturación. Fenómenos ámbros que le proporcionan un aceptable drenaje, así como evita la aparición de zonas de encharcamiento en superficie, no así las acumulaciones de bolos arcillosos de alteración en profundidad. Sus características mecánicas, se consideran favorables -capacidad de carga alta y magnitud de asentamientos bajos- siempre que se está sobre roca sana, y deterioradas cuando se está sobre material alterado bajo en superficie, bien en profundidad.
	FORMAS DE RELIEVOS MODERADAS	Indican la cuenca emisora situada sobre Puntos de Coruña hidrográficamente por una pequeña capa de aportes moderados -arenas, limos, arcillas y gravas-, que basta a la alteración de arcillas y limos. Morfológicamente es irregular con pendientes ascendentes desde el centro hasta los bordes, e hidrográficamente muestra una variación entre la primera capa, bastante permeable, y las inferiores, impermeables, lo que propicia a la aparición de zonas de encharcamiento. Sus características geotécnicas están en función directa de las formaciones arcillosas existentes en profundidad, pues si bien, en general, son aceptables, la aparición de rotas, ocasiona problemas en cuanto a capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos.
	FORMAS DE RELIEVOS ALZADAS	Se incluyen en esta el conjunto de masas graníticas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general, y salvo zonas de alteración en arenosa bastante cementada, son materiales de alta resistencia a la erosión y muy competentes mecánicamente. Presenta una morfología ondulada con pendientes que llegan en algunos puntos al 3 por ciento y formas abruptas pero redondeadas, esto ligado a la impermeabilidad de los materiales. Igualmente permeables a causa del grado de fracturación condiciona un drenaje favorable. Sus características mecánicas son muy favorables. Escapadas de carga alta y magnitud de asentamientos bajos, siempre que se está sobre roca sana, y deterioradas cuando se está sobre material alterado en superficie, bien en profundidad.
	FORMAS DE RELIEVOS ALZADAS	Se incluyen en esta el conjunto de masas ultrabásicas y metabásicas existentes al N. de la Hija. Por lo general son materiales competentes, muy fracturados, laposos y de tonalidades oscuras. Presenta una morfología que oscila entre ondulada y ondulada con pendientes que superan en muchos puntos el 30 por ciento, y en la que se observan abundantes fenómenos endógenos, así como la coexistencia de los masas férricas, zonas de rotas, depósitos cuaternarios, etc. Su drenaje, por ser eminentemente superficial, es muy favorable evitando los posibles asentamientos de agua ligados a fenómenos secundarios. Sus características mecánicas, favorables en cuanto a resistencia y comportamiento del terreno, se ven disminuidas a causa de las elevadas pendientes y de los problemas relacionados con la fuerte tectónica sufrida.
FORMAS DE RELIEVOS ALZADAS	Se incluyen en esta una serie de terrenos de alta competencia mecánica, dispuestos en fajas y en los que se observan litologías de tipo de micacitas y pizarras. Por lo general presentan una morfología de altura a moderada, que propicia el deslizamiento natural así como la fácil ruptura y la acumulación de materiales laberínticos. Esto, unido a la impermeabilidad general y a la fácil ascensión de los niveles más férricos, favorece a la creación de una amplia red de escurrimientos y de un drenaje superficial muy activo. Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos, son muy favorables, estando fuertemente afectadas por los espacios geomorfológicos que existen en ella.	
FORMAS DE RELIEVOS ALZADAS	Es una continuación de la anterior, si bien en esta aparecen una serie de litologías carbonatadas que afectan parcialmente sus características hidroclimáticas y geotécnicas. En general los aspectos geomorfológicos y mecánicos son buenos a los de la litología. Los hidroclimáticos varían ligeramente por la existencia de rivas de calizas y carbonatadas, parcialmente solubles por el agua, que tratan como consecuencia la aparición de rivas en superficie a distintas profundidades, la existencia de zonas arcillosas procedentes de dicha disolución y la eventual aparición de epuestas en el subsuelo aspecto que puede, puntualmente influir sobre las condiciones geotécnicas.	





APÉNDICE 3: Mapa localización ensayos y resultados




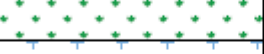

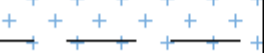


2. REGISTRO CALICATAS

Columna litológica registrada en C-1

PROFUNDIDAD	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
0		Cubierta vegetal
1		Jabre gris muy saturado
2		Nivel freático a 2,20 m
3		No se encontró sustrato rocoso
4		
5		

Columna litológica registrada en C-2

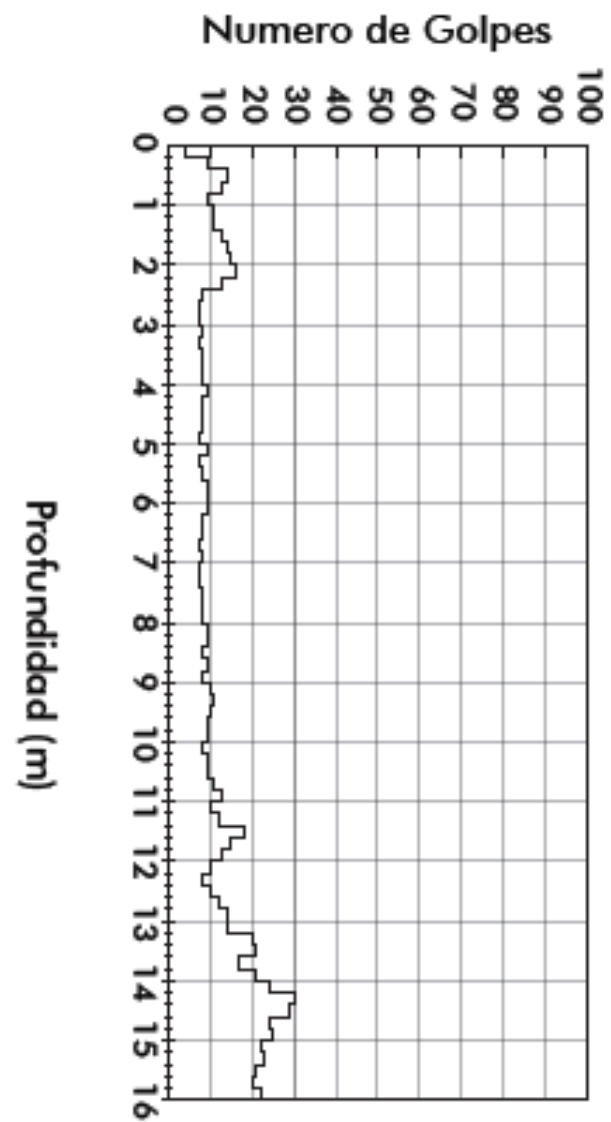
PROFUNDIDAD	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
0		Cubierta vegetal
1		Jabre gris muy saturado
2		Nivel freático a 3,70 m
3		No se encontró sustrato rocoso
4		
5		

Columna litológica registrada en C-3

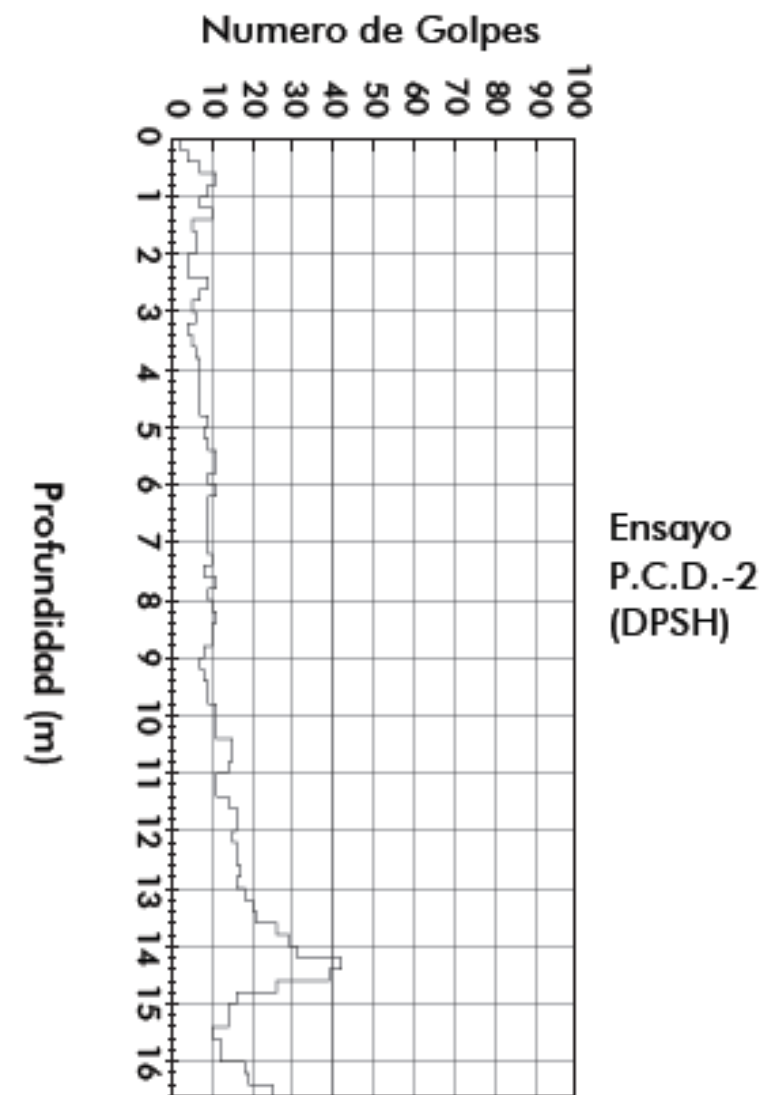
PROFUNDIDAD	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
0		Cubierta vegetal
1		Jabre gris muy saturado
2		Nivel freático a 2,50 m
3		No se encontró sustrato rocoso
4		
5		



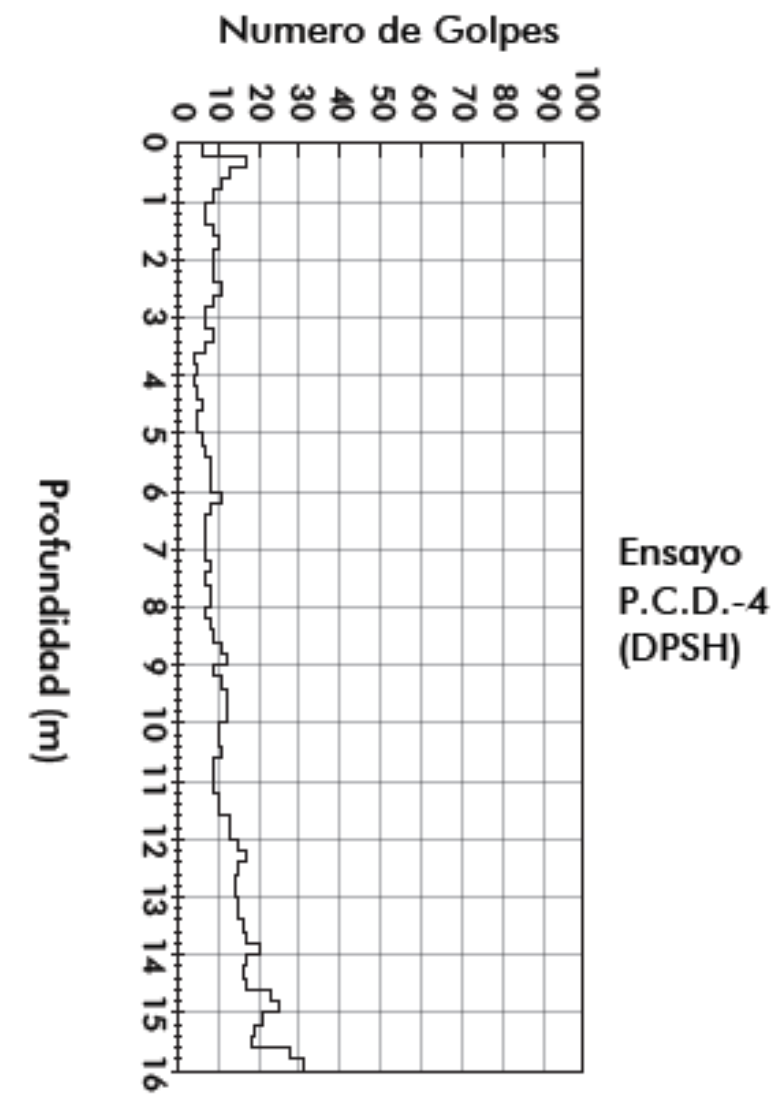
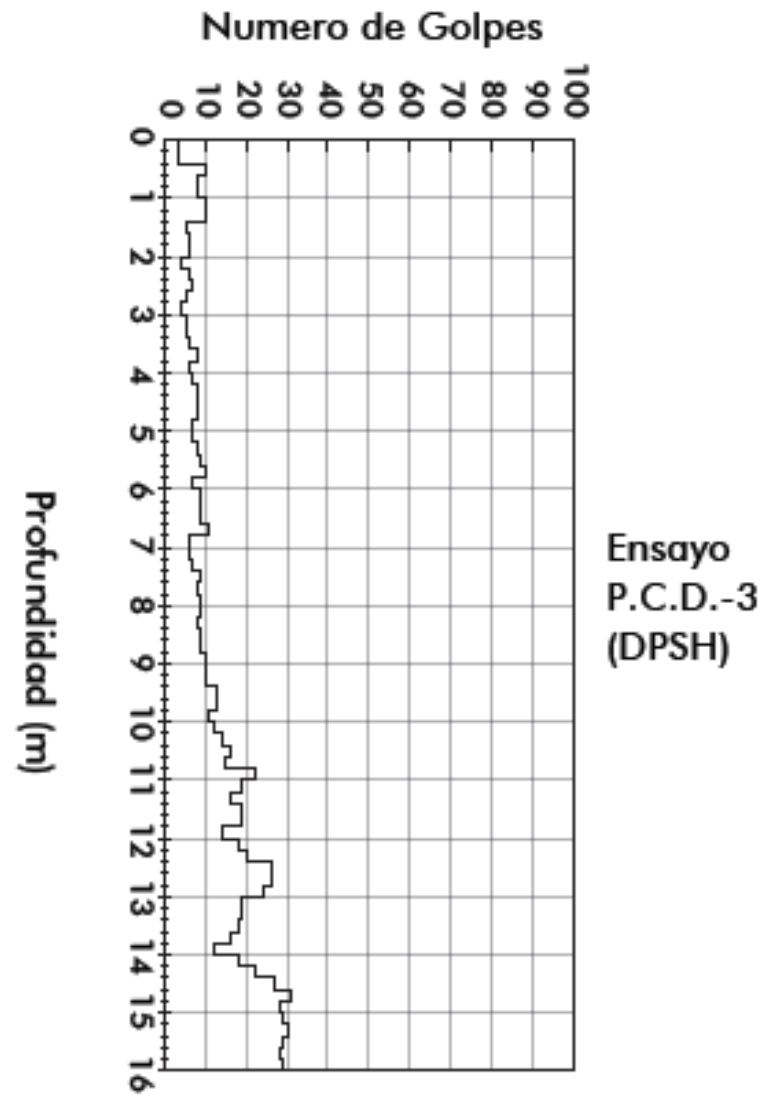
3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Ensayo
P.C.D.-1
(DPSH)



Ensayo
P.C.D.-2
(DPSH)





ANEJO 5: Estudio sísmico



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. APLICACIÓN DE LA NORMA.....	2
3. CONCLUSIONES	2

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es evaluar los posibles efectos sísmicos que se puedan dar en el área del proyecto. Para ello se utilizará la norma NSCE-02, editada por el Ministerio de Fomento.

Dicha norma establece la siguiente clasificación de las construcciones según al uso al que se destinen:

- De importancia moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños significativos a terceros.
- De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni dar lugar a efectos catastróficos.
- De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen, entre otros: estructuras pertenecientes a vías de comunicación clasificadas como de importancia especial, centrales nucleares, hospitales, presas, etc.

2. APLICACIÓN DE LA NORMA

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica.



Imagen 1: Mapa sismorresistente

Este mapa suministra la aceleración sísmica básica, a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno-, expresada en relación al valor de la gravedad, g , y el coeficiente de contribución, K , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

3. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el mapa sismorresistente y la clasificación de las obras anteriores, llegamos a la conclusión de que el presente anteproyecto se encuentra en una zona con



una aceleración básica inferior a $0.04g$ y se clasifica como una obra de importancia normal. Por lo tanto, la norma NCSE-02 indica que no es necesaria la consideración de medidas excepcionales debido a riesgo de sismo a la hora de diseñar cimentaciones y estructura.



ANEJO 6: Estudio climatológico



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CLIMA	2
3. PLUVIOMETRIA.....	3
4. TEMPERATURA	4
5. VIENTO.....	4
6. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	6
6.1. COEFICIENTES MEDIOS ANUALES.....	6
6.2. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN	6

1. INTRODUCCIÓN

Las características climáticas de la zona de ubicación de la obra tienen gran importancia en la organización previa de la misma, tanto en la elección de los materiales, el tipo de maquinaria así como en sus características y en el estudio para seguridad de los operarios.

En el proyecto se estudian las principales variables climáticas, con el fin de caracterizar el clima del ámbito de la obra, y analizar también su influencia en la ejecución.

El estudio está basado en los datos publicados por AEMET. En el entorno de la obra existen dos estaciones termo-pluviométricas:

- Estación de A Coruña
- Estación de A Coruña Aeropuerto

Se ha elegido la Estación de A Coruña por los siguientes criterios:

- Estación más próxima a la zona de la obra
- Presentación de los datos completos del periodo de estudio
- Altitud similar a la de la obra
- Estación climatológica principal

2. CLIMA

La definición más común son las “condiciones medias del tiempo” y más concretamente, a la descripción estadística en términos cuantitativos de la media y de la variabilidad de las magnitudes relevantes relativas a periodos de tiempo suficientemente largos.

El período clásico es de 30 años, adoptado por la OMM. Esas cantidades, designadas elementos climáticos, suelen ser variables observadas en la superficie terrestre como la temperatura y precipitación (GLOSSARY INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE o IPCC, 2009).

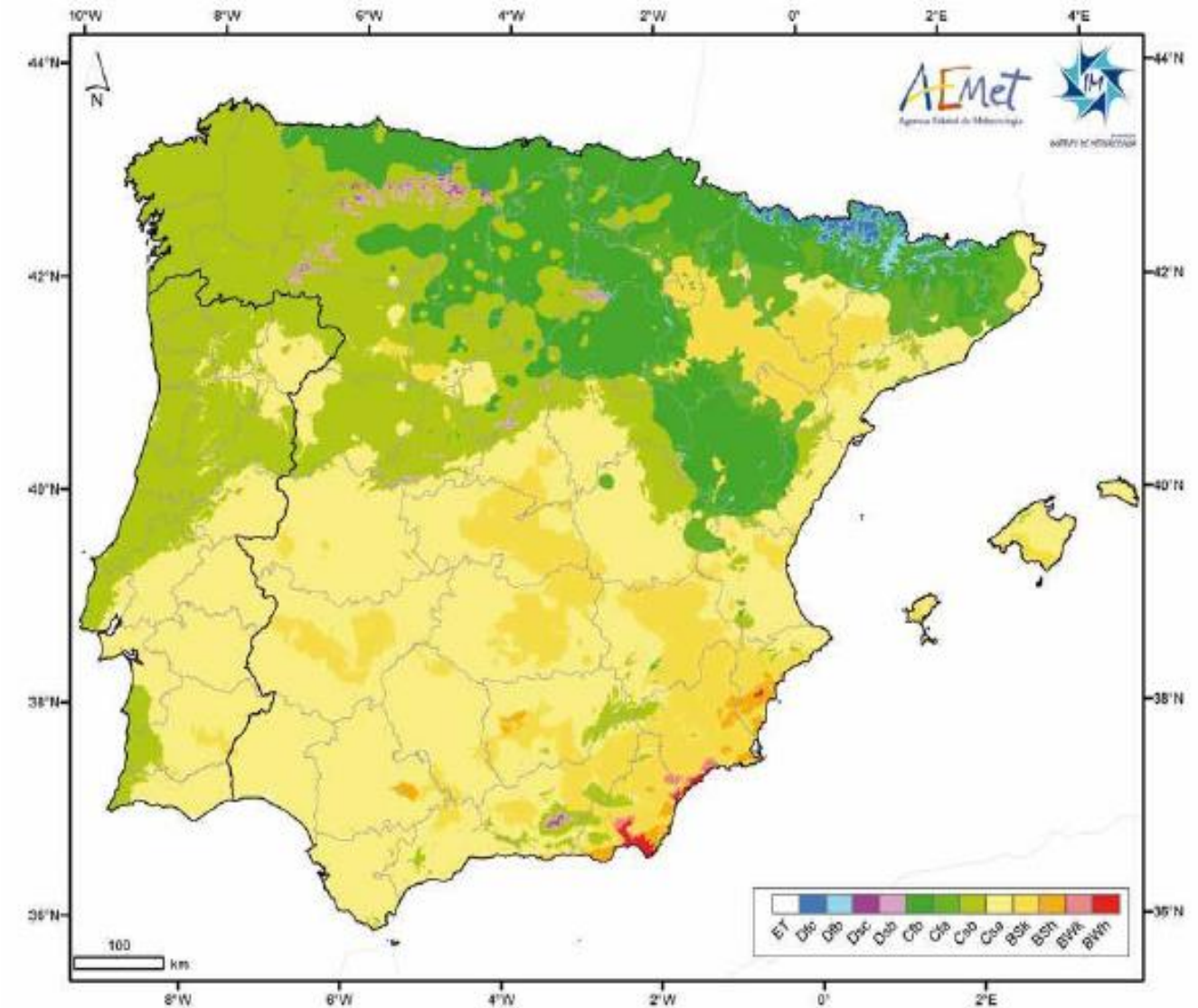


Fig. 1. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares.
Classificação climática de Köppen-Geiger na Península Ibérica e Ilhas Baleares.
Köppen-Geiger Climate Classification for the Iberian Peninsula and the Balearic Islands.

Para delimitar los distintos tipos de clima de la península ibérica se utiliza la clasificación climática de KOPPEN - GEIGER, según mapa adjunto.

En función de los valores, se establece que el tipo climático de la zona en la que se va a desarrollar el proyecto es : CsB



CsB = TEMPLADO CON VERANO SECO Y TEMPLADO

3. PLUVIOMETRIA

La tabla 1 siguiente, en la columna R, nos muestra las precipitaciones mensuales normales en el año medio en el período comprendido entre los años 1981 a 2010.

La precipitación media anual durante el período considerado es de 1014 mm.

Con un máximo en el período de Enero a Mayo y Octubre a Diciembre, durante el cual las precipitaciones son superiores a 74 mm, y un mínimo en el periodo que corresponde a los meses julio y agosto, en el que las precipitaciones alcanzaron un mínimo de 34 mm.

En la tabla 2 vemos los valores extremos absolutos en el período estudiado siendo la precipitación máxima en un día de 132,7 l/m² correspondiente al 8 de marzo de 1999.

La precipitación media mensual más alta del período es de 399,9 l/m² correspondiente al mes de diciembre de 1978.

Valores climatológicos normales. A Coruña

Periodo: 1981-2010 - Altitud (m): 58

Latitud: 43° 21' 57" N - Longitud: 8° 25' 17" O - Posición: Ver localización

Exportar a csv

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.8	13.5	8.1	112	75	14.0	0.1	1.6	1.0	0.1	3.6	102
Febrero	11.1	14.1	8.0	88	73	12.0	0.1	1.1	1.3	0.0	3.6	121
Marzo	12.4	15.5	9.2	75	72	11.5	0.0	1.1	1.2	0.0	4.4	160
Abril	13.0	16.2	9.9	88	73	13.3	0.0	1.7	1.5	0.0	3.5	175
Mayo	15.0	18.1	12.0	74	75	11.1	0.0	1.8	3.0	0.0	2.3	201
Junio	17.4	20.6	14.3	44	76	6.7	0.0	1.0	4.7	0.0	4.3	225
Julio	19.0	22.1	15.9	34	77	5.5	0.0	1.2	6.7	0.0	5.4	239
Agosto	19.6	22.8	16.4	35	77	5.7	0.0	1.1	6.2	0.0	5.2	244
Septiembre	18.6	22.0	15.2	64	76	7.9	0.0	1.6	5.2	0.0	5.7	192
Octubre	16.1	19.1	13.0	130	77	12.9	0.0	1.3	3.2	0.0	3.5	149
Noviembre	13.3	16.0	10.5	138	77	14.3	0.0	1.8	1.6	0.0	2.7	108
Diciembre	11.5	14.1	8.9	131	75	14.6	0.0	1.5	1.3	0.0	4.6	94
Año	14.8	17.8	11.8	1014	75	129.6	0.2	16.8	37.0	0.1	48.6	-

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Tabla 1. Resumen valores. Fuente: AEMET estación A Coruña



A Coruña

Latitud: 43° 21' 57" N - Longitud: 8° 25' 17" O

Altitud: 58 m - Posición: Ver localización

Intervalos de validez por variables:

Precipitación: 1930-2016 Temperatura: 1930-2016 Viento: 1933-2016

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	31 (dic 1935)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	2 (dic 1970)
Máx. núm. de días de tormenta en e...	10 (nov 1997)
Prec. máx. en un día (l/m2)	132.7 (08 mar 1999)
Prec. mensual más alta (l/m2)	399.9 (dic 1978)
Prec. mensual más baja (l/m2)	0.0 (ago 1940)
Racha máx. viento: velocidad y direc...	Vel 160, Dir 270 (16 feb 1941 01:00)
Tem. máx. absoluta (°C)	39.6 (28 ago 1961)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	25.0 (ago 2003)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	2.7 (feb 1956)
Tem. media más alta (°C)	21.5 (ago 2003)
Tem. media más baja (°C)	5.8 (feb 1956)
Tem. mín. absoluta (°C)	-3.0 (22 feb 1948)

Valores extremos absolutos son el máximo o el mínimo absolutos de los datos de la serie de la variable climatológica del observatorio respectivo considerados desde el año 1920. Son calculados por mes o por año para un conjunto de observatorios previamente seleccionados.

Tabla 2. Valores extremos periodo 1930 – 2016. Fuente: AEMET estación A Coruña

4. TEMPERATURA

Las tablas 1 y 2 anteriores nos muestran también las temperaturas mensuales en el año medio y las extremas en el período.

La temperatura media anual es de 14,8 °C.

La temperatura máxima absoluta es de 39,6 °C, correspondiente al 28 agosto de 1.961.

La temperatura media de las máximas más alta es de 25 °C, que corresponde a Agosto de 2003.

El período frío es el que comprende los meses en los que la temperatura media de las mismas es la más baja. En el caso de la estación de A Coruña, comprende los meses de Enero a Abril y Noviembre a Diciembre, siendo la temperatura media anual más baja de 8º C.

Los valores extremos absolutos (tabla 2) nos muestran que la temperatura media más baja es de 5,8 °C, en febrero de 1956, y la temperatura media de las mínimas más bajas es de 2,7 °C, en febrero de 1956.

5. VIENTO

Estación: 1387 - A CORUÑA

Provincia: A CORUÑA

Altitud: 58m, Latitud: 43°21'57"N, Longitud: 08°25'17"W

Recorrido mensual del viento en km													
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
1981	8698	7854	11420	9907	-	10825	8520	6378	7041	8193	4228	13034	-
1982	8923	8039	9299	12634	7605	6692	7108	6979	5411	8796	7543	11755	100784
1983	6449	8212	8694	11184	10827	7780	-	-	6364	6705	6609	10241	-
1984	12867	10523	11701	-	-	-	7521	8999	7955	7533	10361	8755	-
1985	9683	8703	-	10548	9068	8442	8489	7404	5936	6598	10271	9719	-
1986	11550	9244	10002	11713	9822	8760	9922	-	-	6326	-	8683	-
1987	6639	6706	8413	8001	8508	-	-	-	4390	8865	7054	7479	-
1988	11419	10920	-	-	7785	8303	7760	6378	8226	7573	-	6993	-
1989	5952	8541	8094	10324	5198	6005	7988	7191	7658	8222	8422	9847	93442
1990	8666	9985	9334	10243	6860	10018	7101	7519	6930	9927	7303	9546	103432
1991	9623	8893	11259	10678	11390	8624	8700	6929	6795	9379	9756	5900	107926
1992	7691	8451	10328	9488	9715	10123	7526	8075	8208	8898	-	10244	-
1993	8393	9107	8764	9823	8906	-	9163	8208	9599	-	-	11437	-
1994	11835	9738	8220	10530	7464	9614	8070	7779	9125	6970	6797	8840	104982
1995	-	8931	9597	6920	8642	10621	8110	8989	8404	7955	6978	11561	-
1996	10103	11388	9660	7856	8895	7547	9178	8700	8632	7977	9968	-	-
1997	8306	8133	6322	8235	-	9348	9378	6297	5039	7517	-	11186	-
1998	11791	6642	9715	13794	8902	8382	8949	8332	8417	7934	7802	8258	108918
1999	9173	8344	11588	10696	9326	11095	8150	7873	7905	7539	8837	10194	110720
2000	8756	7412	7102	9143	7294	8431	9173	7197	7126	8640	12336	-	-
2001	-	9433	11441	11501	9947	8198	9336	7516	9637	9567	9860	7166	-
2002	-	12980	10186	8409	10925	9850	8340	8167	5971	8850	10255	10884	-



2003	-	7391	6116	10768	11588	7423	8121	6538	5976	7739	9803	10299	-
2004	11467	10203	-	13059	10707	9379	8713	10146	8502	12204	9507	9944	-
2005	11144	10734	10451	12240	10519	8720	10627	-	7906	8943	9993	-	-
2006	9707	9760	12219	10654	9510	6500	-	10393	6092	8340	-	10252	-
2007	8645	11647	13091	8170	11503	9176	8136	9887	7578	5013	4947	-	-
2008	-	7228	-	10876	8187	-	-	-	8037	-	10528	11444	-
2009	13097	-	11023	9649	10478	-	9322	8990	8720	-	-	11622	-
2010	-	12243	12064	9530	-	-	-	9743	8006	-	11255	10823	-

Parámetros estadísticos													
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
N	24	29	26	28	26	24	25	25	29	26	23	26	7
Min	5952.0	6642.0	6116.0	6920.0	5198.0	6005.0	7101.0	6297.0	4390.0	5013.0	4228.0	5900.0	-
Máx	13097.0	12980.0	13091.0	13794.0	11588.0	11095.0	10627.0	10393.0	9637.0	12204.0	12336.0	13034.0	-
Mn	9048.0	8931.0	9858.5	10427.0	9261.5	8672.0	8489.0	7873.0	7905.0	8085.0	9507.0	10217.5	-
Md	9485.7	9219.7	9884.7	10236.5	9253.4	8747.7	8536.1	8024.3	7490.2	8162.0	8713.6	9850.2	-
S	2045.88	1627.98	1857.55	1644.64	1575.85	1337.36	858.11	1211.46	1359.26	1368.63	2025.79	1700.69	-
Cv	0.22	0.18	0.19	0.16	0.17	0.15	0.10	0.15	0.18	0.17	0.23	0.17	-

N= número de meses

Min= número de días mínimo en un mes

S = desviación típica

Max = número de días máximo en un mes

Cv = Coeficiente de variación

Md= media de días

S = desviación típica

Tabla 3. Recorrido mensual del viento en km. Fuente: AEMET estación A Coruña

El viento es un fenómeno a tener en cuenta debido a la operabilidad de la maquinaria en obra. Las más afectadas por el viento son las grúas, que deberán parar su uso a una velocidad del viento de entre 50 y 60 km/h, dependiendo del fabricante.

La tabla número 4 muestra el número de días en el que viento es superior a 55 km/h, la cual tendremos en cuenta para determinar el número de días en que las grúas han de estar paradas.

Número de días de racha máxima del viento igual o superior a 55km/h													
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
1981	5	6	16	8	9	11	2	0	6	6	0	20	89
1982	8	8	5	16	3	4	1	0	4	12	13	18	92
1983	4	10	8	14	11	5	1	-	3	4	6	15	-
1984	-	8	14	-	-	9	3	9	5	7	14	10	-
1985	14	12	-	14	5	1	3	1	1	3	10	14	-
1986	14	16	10	15	11	4	2	-	-	1	7	3	-
1987	3	6	7	-	4	-	2	-	0	11	6	8	-
1988	13	10	5	-	1	0	1	0	1	7	-	1	-
1989	1	10	7	11	0	1	1	0	5	5	8	13	62
1990	7	10	5	7	0	1	1	1	1	9	5	7	54
1991	9	9	9	5	5	2	1	1	3	2	8	0	54
1992	3	3	8	4	2	2	0	4	3	2	5	11	47
1993	6	8	4	6	3	-	1	-	6	-	-	9	-
1994	14	11	2	9	5	2	0	0	4	1	4	5	57
1995	-	6	5	1	1	4	1	0	3	3	7	14	-
1996	12	11	3	1	4	0	-	1	2	3	5	3	-
1997	6	5	0	1	-	3	1	1	0	5	-	11	-
1998	11	3	6	17	5	0	0	0	1	1	3	4	51
1999	5	2	7	9	3	3	1	2	7	5	6	11	61
2000	5	2	1	11	1	1	0	2	1	7	16	16	63
2001	13	7	10	10	2	0	3	3	4	6	4	2	64
2002	8	10	2	4	5	5	0	0	0	6	9	8	57
2003	13	6	1	13	18	5	1	2	2	5	10	6	82
2004	10	10	-	10	4	3	0	3	0	14	5	6	-
2005	7	5	8	10	6	2	3	1	2	6	9	8	67
2006	5	8	17	7	9	0	1	1	3	7	11	8	77
2007	9	18	13	1	7	6	1	1	0	0	2	-	-
2008	13	4	14	6	2	3	5	-	2	5	9	12	-
2009	15	10	5	3	1	4	1	1	0	-	-	12	-
2010	-	14	10	7	5	2	4	1	2	8	15	8	-



Parámetros estadísticos													
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
N	27	30	28	27	28	28	29	25	29	28	26	29	15
Mín	1.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Máx	15.0	18.0	17.0	17.0	18.0	11.0	5.0	9.0	7.0	14.0	16.0	20.0	-
Mn	8.0	8.0	7.0	8.0	4.0	2.5	1.0	1.0	2.0	5.0	7.0	8.0	-
Md	8.6	8.3	7.2	8.1	4.7	3.0	1.4	1.4	2.4	5.4	7.6	9.1	-
S	4.11	3.87	4.57	4.79	4.00	2.66	1.27	1.91	2.03	3.39	3.98	5.06	-
Cv	0.48	0.47	0.63	0.59	0.85	0.90	0.90	1.37	0.83	0.63	0.53	0.56	-

N= número de meses

Mín= número de días mínimo en un mes

S = desviación típica

Max = número de días máximo en un mes

Cv = Coeficiente de variación

Md= media de días

S = desviación típica

Tabla 4. Número días racha máxima igual o superior a 55 km/h. Fuente: AEMET estación A Coruña

6. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El presente apartado, a partir de los datos estadísticos del clima recopilado en los apartados anteriores, busca establecer unas condiciones medias de trabajo para la zona y las diferentes épocas de ejecución de las obras. En concreto, se busca determinar unos coeficientes de reducción que se aplicarían al número de días laborables de cada mes, para obtener los días de condiciones climáticas favorables para la ejecución de las distintas unidades de obra.

La metodología utilizada en este apartado es la propuesta en la publicación *Datos climáticos para carreteras*, de la Dirección General de Carreteras y editada por el MOP.

6.1. COEFICIENTES MEDIOS ANUALES

Se determinan los coeficientes medios anuales con el fin de obtener el nº de días útiles de trabajo para las unidades más representativas de obra en función de la climatología.

Para calcular el número de días trabajables útiles en las distintas unidades de obra, se establecen unos coeficientes de reducción a aplicar al número de días laborables de cada mes, que se ha estimado a través de la información meteorológica que se adjunta en la tabla 5 al final del anejo.

6.2. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN

- COEFICIENTE DE REDUCION POR HELADAS (Crh)

Es el cociente entre el número de días del mes en el que la temperatura mínima es superior 0 °C y el número total de días del mes

$$Crh = \frac{N^{\circ} \text{ de días con } T > 0^{\circ}C}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- COEFICIENTE DE REDUCION POR TEMPERATURAS, LIMITE DE RIEGOS, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES O POR PENETRACION (Cr TS)

Es el cociente entre el número de días en el que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10 °C y el número total de días del mes.

$$Cr TS = \frac{N^{\circ} \text{ de días con } T > 10^{\circ}C \text{ a las } 9h}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$



- COEFICIENTE DE REDUCION POR TEMPERATURAS PARA LIMITE DE MEZCLAS BITUMINOSAS (Crmb)

Es el cociente entre el número de días en el que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5°C y el número total de días del mes.

$$Crmb = \frac{N^{\circ} \text{ de días con } T > 5^{\circ}C \text{ a las 9h}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- COEFICIENTE DE REDUCION POR LLUVIA LIMITE DE TRABAJO (CrLL a)

Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10mm. Y el número total de días del mes.

$$CrLL a = \frac{N^{\circ} \text{ de días con } P < 10 \text{ mm}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- COEFICIENTE DE REDUCION POR LLUVIA LIMITE DE TRABAJO (CrLL b)

Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1mm. Y el número total de días del mes.

$$CrLL b = \frac{N^{\circ} \text{ de días con } P < 1 \text{ mm}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Crh	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CrLLa	0,88	0,90	1,00	0,91	0,9	0,9	1,00	1,00	0,92	0,85	0,82	0,85
CrTS	0,424	0,367	0,496	0,648	0,931	0,999	1	1	0,999	0,941	0,728	0,537
CrLLb	0,45	0,42	0,37	0,44	0,35	0,22	0,17	0,18	0,26	0,41	0,47	0,47
Crmb	0,908	0,914	0,966	0,994	1	1	1	1	1	1	0,989	0,944

Crh = Coeficiente reducción por Heladas.

CrLL a = Coeficiente de reducción por límite de trabajo precipitación < 10 mm

CrTS = Coeficiente reducción temperatura límite de riegos tratamiento superficiales.

CrLLb= Coeficiente reducción por lluvia precipitación < 1 mm

Crmb = Coeficiente reducción para limite mezclas bituminosas.



UNIDADES DE OBRA	FACTORES				
	T<0° C.	P<10 mm	P<1 mm	Rts >10° C	MB >5 ° C
HORMIGONES					
RIEGOS Y TRATAMIENTOS					
MEZCLAS BITUMINOSAS					

Coeficientes reducción	MESES											
	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
HORMIGONES	0,088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIEGOS Y TRATAMIENTOS	0,19	0,15	0,18	0,28	0,32	0,21	0,17	0,18	0,26	0,41	0,34	0,25
MEZCLAS BITUMINOSAS	0,41	0,38	0,36	0,44	0,35	0,22	0,17	0,18	0,26	0,41	0,46	0,44

El coeficiente de reducción correspondiente a cada unidad de obra es el resultado de las siguientes expresiones:

- Hormigones $Cr H = Crh \times CrLL a$
- Riegos y tratamientos $Cr RT = Cr TS \times CrLL b$
- Mezclas bituminosas $Cr M = Crmb \times CrLL b$

Crh = Coeficiente reducción por Heladas

CrLL a = Coeficiente de reducción por límite de trabajo precipitación < 10mm.

CrTS = Coeficiente reducción temperatura límite de riegos tratamiento superficiales

CrLLb= Coeficiente reducción por lluvia precipitación <1mm.

Crmb = Coeficiente reducción para limite mezclas bituminosas



TABLA 5. Coeficientes medios anuales

TEMPERATURAS	COEFICIENTES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
> 5º	0,908	0,914	0,966	0,994	1	1	1	1	1	1	0,989	0,944
> 10º	0,424	0,367	0,496	0,648	0,931	0,999	1	1	0,999	0,941	0,728	0,537

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		ENERO DIAS	1981 -2010 AÑOS		
844	> 5º C	31	30	930	0,908
394	> 10º C	31	30	930	0,424

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		JULIO DIAS	1981 -2010 AÑOS		
930	> 5º C	31	30	930	1,000
930	> 10º C	31	30	930	1,000

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		FEBRERO DIAS	1981 -2010 AÑOS		
768	> 5º C	28	30	840	0,914
308	> 10º C	28	30	840	0,367

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		AGOSTO DIAS	1981 -2010 AÑOS		
900	> 5º C	30	30	900	1,000
900	> 10º C	30	30	900	1,000

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		MARZO DIAS	1981 -2010 AÑOS		
898	> 5º C	31	30	930	0,966
461	> 10º C	31	30	930	0,496

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		SEPT, DIAS	1981 -2010 AÑOS		
900	> 5º C	30	30	900	1,000
899	> 10º C	30	30	900	0,999

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		ABRIL DIAS	1981 -2010 AÑOS		
895	> 5º C	30	30	900	0,994
583	> 10º C	30	30	900	0,648

DIAS	TEMPE	MES		TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		ENERO DIAS	1981 -2010 AÑOS		
930	> 5º C	31	30	930	1,000
875	> 10º C	31	30	930	0,941



DIAS	TEMPE	MES	1981 -2010	TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		MAYO DIAS	AÑOS		
930	> 5º C	31	30	930	1,000
866	> 10º C	31	30	930	0,931

DIAS	TEMPE	MES	1981 -2010	TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		NOVIEM. DIAS	AÑOS		
890	> 5º C	30	30	900	0,989
655	> 10º C	30	30	900	0,728

DIAS	TEMPE	MES	1981 -2010	TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		JUNIO DIAS	AÑOS		
930	> 5º C	31	30	930	1,000
929	> 10º C	31	30	930	0,999

DIAS	TEMPE	MES	1981 -2010	TOTAL DIAS	COEF. DIAS /DIAS TOTALES
		DICIEM DIAS	AÑOS		
878	> 5º C	31	30	930	0,944
499	> 10º C	31	30	930	0,537



ANEJO Nº 7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



INDICE:	
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	2
2.1. UBICACIÓN.....	2
2.2. GÁLIBO.....	2
2.3. PENDIENTE.....	2
3. CRITERIOS DE DISEÑO.....	3
3.1. TRAZADO EN PLANTA.....	3
3.2. TRAZADO EN ALZADO.....	3
3.3. SECCIÓN TANSVERSAL.....	3
3.4. GLORIETAS.....	4
3.5. CONDICIONES ESPECIALES.....	4
4. PLANEAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS.....	4
5. ANÁLISIS ALTERNATIVAS DE TRAZADO.....	4
5.1. PASO SUPERIOR.....	4
5.1.1. DESCRIPCIÓN ALTERNATIVAS.....	4
5.1.1.1. ALTERNATIVA 1.....	4
5.1.1.2. ATERNATIVA 2.....	5
5.1.1.3. ALTERNATIVA 3.....	5
5.1.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	5
5.1.3. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS.....	6
5.1.3.1. MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS.....	6
5.1.3.2. MÉTODO PRESS.....	6
5.2. FALSOS TÚNELES.....	7
6. ANÁLISIS ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES.....	8
6.1. PASO SUPERIOR.....	8
6.1.1. DESCRIPCIÓN ALTERANTIVAS.....	8
6.1.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	8
6.1.1.2. ALTERNATIVA 1.....	8
6.1.1.3. ALTERNATIVA 2.....	9
6.1.1.4. ALTERNATIVA 3.....	9
6.1.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	9
6.1.3. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS.....	10
6.1.3.1. MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS.....	10
6.1.3.2. MÉTODO PRESS.....	10
6.2. FALSOS TÚNELES.....	11
7. CONCLUSIÓN.....	12

Apéndice 1. Planos de las alternativas



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se pretende describir la situación actual y las alternativas propuestas para la solución del paso entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña.

Para la elección de la alternativa a realizar se analizarán, valorarán y se enfrentarán las diferentes propuestas, tanto en trazado como en estructura, para la obtención de la más idónea. La propuesta de estructura escogida será la utilizada también para los falsos túneles ubicados en los extremos de la urbanización.

Los métodos de valoración utilizados fueron el método de las medias ponderadas y el método Press.

2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

2.1. UBICACIÓN

La conexión de ambos barrios que se pretende solucionar en este anteproyecto se va a realizar de dos formas diferentes: una por la calle Juan Díaz Porlier, logrando dos efectos, dar continuidad a esta calle actualmente sin salida y unir los dos barrios por el centro de los mismos, y otra por los extremos de ambos barrios, dando por un lado una salida semidirecta a la Av. de Alfonso Molina, y por el otro lado creando una zona peatonal y de esparcimiento, cerca de la Av. de Monelos.

El hecho de que no existan actualmente ninguna conexión se debe a la existencia de una vía de ferrocarril que transcurre paralelamente a estos barrios en trinchera y que el Parque Ofimático es un barrio que está actualmente en construcción.



2.2. GÁLIBO

Debido al paso del ferrocarril en trinchera comentado anteriormente, en la solución adoptada se deberá tener en cuenta ofrecer un gálibo suficiente para que el tráfico ferroviario no se vea perjudicado. El gálibo mínimo de implantación de obstáculos que se tendrá que dejar será de 5630 mm, según la Instrucción ferroviaria de gálidos.

2.3. PENDIENTE

Otro factor a destacar es la diferencia de cotas entre ambos márgenes de la vía. Debido al relleno efectuado para la urbanización del Parque Ofimático, este queda a una cota de 35.6m, mientras que el borde más cercano a la trinchera del lado del barrio de Matogrande está a cota 34,1 m. La problemática radica en la poca distancia entre ambos márgenes (de 20m), quedando una pendiente de un 7%.



3. CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de las alternativas se ha efectuado teniendo en cuenta las recomendaciones de los siguientes documentos:

- Norma 3.1-IC, de trazado, de la Instrucción de Carreteras. (Ministerio de Fomento, 2016)
- Carreteras urbanas. Recomendaciones para su planeamiento y proyecto. (MOPT 1993)
- Guía de nudos viarios (Ministerio de Fomento, 2012)
- Recomendaciones sobre glorietas (Ministerio de Fomento, 1999)
- Obras de paso de nueva construcción (Ministerio de Fomento, 2000)
- Instrucción ferroviaria de gálibos (Ministerio de Fomento, 2015)
- Instrucción sobre Seguridad en túneles (Ministerio de Fomento, 2006)

3.1. TRAZADO EN PLANTA

Las vías se someten a los condicionantes urbanos del entorno: alineaciones rectas para adecuarse a las alineaciones de las edificaciones o curvas para adaptarse a estas. Los peraltes no pueden ser grandes, debido al condicionante urbano.

En ciertas alternativas carece de sentido plantear curvas de acuerdo en trazados que abocan en intersecciones, en las que la velocidad de circulación será pequeña.

3.2. TRAZADO EN ALZADO

Para una velocidad de proyecto de 40 km/h, según la norma 3.1-IC, se debe tener en cuenta que:

- La inclinación máxima de la rasante será del 7%, pudiendo excepcionalmente llegar a un 10%.
- La inclinación mínima de la rasante será del 0.5%, pudiendo reducirse excepcionalmente a un 0.2%.

No obstante, al tratarse de vías urbanas, la rasante urbana condicionará las rampas y pendientes.

3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

Para las vías de circulación:

- Ancho del carril: Se recomiendan anchos de carril inferiores a 3,5 m. En áreas urbanas se pueden plantear carriles de 3 m. El carril derecho puede ser ligeramente más ancho debido al paso de autobuses y vehículos pesados (3,5 m).
- Arcenes: El arcén interior suele reducirse a la marca vial (0,2 - 0,3 m). El arcén exterior tendrá como anchura mínima 0,5 m. En carreteras urbanas, el arcén exterior puede ser sustituido por un carril de aparcamiento, un sobrecarril del carril exterior o por un nuevo carril de circulación.
- Mediana: Las anchuras óptimas van de 2 a 5 metros para permitir el paso seguro de peatones. Sin embargo, puede reducirse a 0,5 m pintada con doble línea continua o trazada con un pavimento diferenciador. La mediana también puede cumplir la misión de boulevard.
- Aceras: El ancho óptimo suele ser de 0,5 a 3 metros.
- La calzada y los arcenes dispondrán de una inclinación transversal mínima del 2%.

En el caso de la línea de ferrocarril debemos considerar el que el gálibo debe tener como mínimo una altura de 5630 mm.



3.4. GLORIETAS

- Se recomienda añadir al menos un carril adicional, pero no más de dos (en accesos de dos carriles y doble sentido de circulación), ni más de cuatro (en accesos de más de un carril por sentido); y con una longitud mínima de unos 5 metros en zona urbana.
- La anchura mínima de los carriles de la entrada debe ser de 2,5 m (en la marca de “ceda el paso”).
- El ángulo de entrada debe estar comprendido entre 20 y 60 gonios.
- El mínimo de curvatura del borde de la calzada en una entrada debe estar comprendido entre 6 y 100 metros.
- La salida debe tener al menos el mismo número de carriles que tiene para ese sentido la carretera a la que desemboca.
- No deben disponerse arcenes de más de 1 metro.

3.5. CONDICIONES ESPECIALES

Debido a que el trazado discurre sobre una vía de ferrocarril ha de tenerse en cuenta ciertas condiciones de seguridad, como la disponibilidad de pretiles adecuados y de una valla anti vandálica.

4. PLANEAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS

El Plan General de Ordenación Municipal de A Coruña califica el suelo donde se prevé la actuación como suelo urbanizable de régimen transitorio.

5. ANÁLISIS ALTERNATIVAS DE TRAZADO

En este apartado nos vamos a centrar en la parte del trazado en planta y alzado de las alternativas. Distinguiremos entre el paso superior y los falsos túneles.

5.1. PASO SUPERIOR

Comenzamos por el paso superior que conecta los dos barrios por su eje central, en este caso la calle Juan Díaz Porlier en Matogrande y la futura avenida que transcurre paralelo a la vía del ferrocarril.

5.1.1. DESCRIPCIÓN ALTERNATIVAS

5.1.1.1. ALTERNATIVA 1

Esta alternativa propone la construcción de una glorieta elevada sobre la vía de ferrocarril y que afecte también al boulevard del lado del parque ofimático, permitiendo el cambio de sentido en esa calle.

La glorieta está formada por una isleta central de 31 metros de diámetro, dos carriles de 4 metros, un arcén interior de 1 metro y otro exterior de 0,5 metros. Adicionalmente, consta de una acera de 2,5 metros por el exterior de la misma. Contando con los pretiles, el ancho total del tablero será de 12,84 m.

La pendiente de la rasante será de 3,7%.

Teniendo en cuenta el precio de las estructuras y los movimientos de tierras, se estima un coste global de 722.060€.



5.1.1.2. ATERNATIVA 2

Esta alternativa propone la construcción de dos pasos elevados gemelos sobre la vía del ferrocarril. Al contrario que la alternativa 1, esta actuación no permite el cambio de sentido en el lado del parque ofimático. Cada paso elevado se dedicaría a un sentido de circulación.

La sección transversal de cada puente consta de una acera de 3 metros de ancho y una carretera de 3,5 metros con arcenes a ambos lados de 0,5 m cada uno. Contando con los pretilos, el ancho total del tablero será de 8,34 metros.

La pendiente de la rasante será de 3,6%.

Teniendo en cuenta el precio de las estructuras y los movimientos de tierras, se estima un coste global de 663.500€.

5.1.1.3. ALTERNATIVA 3

Esta alternativa propone un único paso sobre la vía de ferrocarril e igualmente que la alternativa 2, no se permite el cambio de sentido en el lado del parque ofimático, pero en este caso el paso será de doble sentido.

La sección consta de dos carriles, uno para cada sentido, de 3,5 metros de ancho, dos arcenes de 0,5 metros cada uno y dos aceras, una a cada lado, de 3 metros de ancho cada una. Contando con los pretilos, el ancho total del tablero será de 13,84 metros.

La pendiente de la rasante en este caso será de 5,3%.

Teniendo en cuenta el precio de las estructuras y los movimientos de tierras, se estima un coste global de 437.200€.

5.1.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este apartado vamos a indicar los criterios por los que vamos a valorar las alternativas, así como el peso que le vamos a dar a cada criterio. En las tablas se valorarán los criterios del 0 al 10, siendo el 0 la peor puntuación y el 10 la mejor.

Los criterios que vamos a utilizar son:

- *Coste económico:* Se estima el precio de las actuaciones teniendo en cuenta el valor de los movimientos de tierras y de las estructuras, ya que gran parte del presupuesto irá destinado a estos apartados. Los costes de pavimentos, aceras, y otros elementos se estiman de precio similar para las distintas alternativas.

Para realizar las estimaciones se asignan unos precios unitarios a cada unidad de obra y se multiplicarán por las correspondientes áreas y volúmenes aproximados.

Consideramos que si el coste de una alternativa fuese de un millón obtendría una nota de 0, mientras que si tuviese un coste nulo, obtendría una nota de 10.

- *Tráfico y funcionalidad:* En este apartado se valorarán las trayectorias de los vehículos y la facilidad de estos a realizarlas.
- *Trazado geométrico:* Se valoran aspectos referidos tanto a la planta, como al alzado y sección transversal de las alternativas.
- *Estético:* Se estima la integración de las alternativas a la zona y su capacidad para unir los dos barrios.

Las puntuaciones otorgadas a las alternativas y sus pesos son las siguientes:



	C. Económico	Tráfico y func.	T. Geométrico	Estético
Alternativa 1	2,5	8,5	7	6
Alternativa 2	3,5	7	7	7
Alternativa 3	5,5	5	6	5
Pesos	0,4	0,2	0,3	0,1

Tabla 1.- Matriz decisional

5.1.3. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS

En este apartado se van a evaluar las diferentes alternativas de trazado respecto a dos métodos multicriterio, el método de las medias ponderadas y el método Press, con el fin de elegir la alternativa más adecuada objetivamente.

5.1.3.1. MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS

Es el método más sencillo de los dos que consisten en hacer una media ponderada a partir de las puntuaciones anteriores.

Partiendo de la matriz decisional anterior, se homogeneizarán los valores de modo que estén comprendidos entre 0 y 1, mediante la fórmula:

$$h_{ij} = \frac{v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}{\max_{i=1,n} v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}$$

	C. Económico	Tráfico y func.	T. Geométrico	Estético
Alternativa 1	0	1	1	0.5
Alternativa 2	0.33	0.57	1	1
Alternativa 3	1	0	0	0

Tabla 2.- Matriz homogeneizada

A continuación, partiendo de los pesos asignados con anterioridad, se pondera la matriz homogeneizada obteniendo la matriz de valores ponderados:

	C. Económico	Tráfico y func.	T. Geométrico	Estético
Pesos	0.4	0.2	0.3	0.1

	C. Económico	Tráfico y func.	T. Geométrico	Estético
Alternativa 1	0	0.2	0.3	0.05
Alternativa 2	0.132	0.114	0.3	0.1
Alternativa 3	0.4	0	0	0

Tabla 3.- Matriz valores ponderados

El valor total de cada alternativa se obtiene sumando los valores ponderados de cada criterio, mediante la siguiente expresión:

$$va_i = \sum_{j=1}^m vp_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

	Suma
Alternativa 1	0.55
Alternativa 2	0.65
Alternativa 3	0.40

Tabla 4.- Valoración cada alternativa

Finalmente, mediante el método de las medias ponderadas se obtiene que la alternativa mejor valorada es la alternativa 2.

5.1.3.2. MÉTODO PRESS

Este método trata de determinar la alternativa más favorable desde el punto de vista del análisis comparado con el resto de las alternativas posibles. Esto es, establece las



relaciones entre alternativas para todos y cada uno de los criterios establecidos. De forma que el método busca la elección óptima en aquella alternativa que es mejor que las demás en el mayor número de criterios posibles y la que tiene menores debilidades frente a las demás.

Partimos de la matriz de valores ponderados obtenida con anterioridad:

	C. Económico	Tráfico y func.	T. Geométrico	Estético
Alternativa 1	0	0.2	0.3	0.05
Alternativa 2	0.132	0.114	0.3	0.10
Alternativa 3	0.4	0	0	0

Tabla 5.- Matriz de valores ponderados

A continuación, obtenemos la matriz de dominación como la suma de las diferencias de los valores para cada criterio y alternativas:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m (vp_{ik} - vp_{jk}), \forall vp_{ik} > vp_{jk}, \quad i, j = 1, \dots, n$$

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1		0.09	0.55
Alternativa 2	0.18		0.51
Alternativa 3	0.4	0.27	

Tabla 6.- Matriz de dominación

A partir de esta matriz, se obtienen los valores Di como suma de las filas de la matriz de dominación y di como suma de las columnas. El método concluye operando Di/di y siendo la solución óptima la que tiene mayor valor.

	Di/di
Alternativa 1	1.1
Alternativa 2	1.9
Alternativa 3	0.63

Tabla 7.- Valoración cada alternativa

Mediante el método Press, la alternativa 2 es la mejor valorada.

5.2. FALSOS TÚNELES

El trazado de los falsos túneles no tiene mucho análisis dado que van a seguir el trazado de la vía de ferrocarril. Sí que tiene interés la longitud de estos y donde empiezan y acaban.

A ambos falsos túneles se llega a ellos a través de otros túneles, uno que transcurre bajo la Av. de Alfonso Molina y otro bajo el parque de Eirís y la Av. de Monelos. En un principio se plantea la continuación de estos túneles con los falsos túneles pero se termina descartando esta idea.

Las razones de que no se realice de esta manera las encontramos en la “Instrucción sobre seguridad en túneles” del Ministerio de Fomento. El cual dice que en túneles de nueva construcción de longitud superior a 300 m, hay que disponer de unas medidas de seguridad y ventilación determinadas que, en nuestro caso, no podrían cumplirse debido a las características de los túneles existentes.

Por lo tanto se opta por separar los falsos túneles 20 m de los túneles existentes para que no se consideren un único túnel que no cumpliría con la normativa actual.

Para determinar la longitud de los mismos, nos guiamos por el plan Parcial existente de la zona y determinamos que la longitud que tendrán será de 190 m para el más próximo a la Av. de Alfonso Molina y de 90 m para el más próximo a la Av. de Monelos.



En el primer caso, se amplía la zona hasta la alineación con el edificio del lado de Matogrande, creando en esa zona ampliada un lugar de tránsito peatonal que puede aprovecharse como zona de descanso también. De esta manera se crea una zona más amable para transitar y no se tiene tanto la idea de transitar sobre la vía de ferrocarril.

En el caso del otro falso túnel, se aprovecha la alineación con el muro del aparcamiento del colegio Liceo la Paz para finalizar en ese punto el falso túnel. Sobre este, al estar contemplada la zona como de espacio libre, se va a disponer sobre él una plaza utilizada como zona de conexión de los barrios que contará con juegos infantiles y zonas verdes.

6. ANÁLISIS ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES

En este apartado se van a describir y valorar las distintas alternativas estructurales tanto para el paso superior escogido como para los falsos túneles.

6.1. PASO SUPERIOR

6.1.1. DESCRIPCIÓN ALTERNATIVAS

6.1.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Todas las alternativas constan de una serie de características comunes, como son los estribos o los pretilos.

- *Pretilos*: Los pretilos utilizados serán de hormigón con baranda metálica, con un nivel de contención H4a por culpa del paso de la vía férrea por debajo del trazado.
- *Valla antivandálica*: Por el mismo motivo que antes (la existencia de la vía de ferrocarril), ha de disponerse una valla antivandálica de 2,5 metros de alto desde el nivel de la acera.

- *Estribos*: Todas las alternativas contarán de unos estribos de características muy parejas entre ellos. Del lado de Matogrande tendrán una dimensión de 9,96 metros de alto, una base de 5,2 metros, tendrán un empotramiento de 2 metros y una longitud total de 62 metros. Del lado del Parque Ofimático tendrán 10,54 metros de alto, 5,2 metros de base, estarán empotrados 2 metros y una longitud total de 84,5 metros.
- El ancho total del tablero será de 8,34 metros de ancho, correspondiente a las características de la alternativa anteriormente escogida.
- El vano a salvar por cada una de las alternativas será de aproximadamente 16 metros.

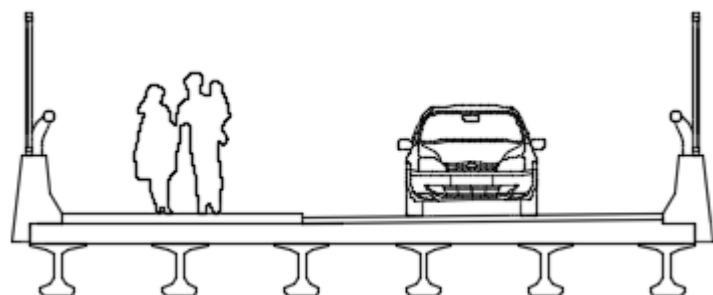
6.1.1.2. ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 está formada por un tablero de vigas de hormigón doble T y una losa de compresión de canto constante.

La sección transversal estará compuesta por 6 vigas equiespaciadas 1,53 metros cada una. Debido a la elección de esta tipología de viga, tenemos una relación canto/luz de 1/18 obteniendo un canto total de 0,9 metros repartido entre las vigas de 0,65 metros de canto y la losa tendrá 0,25 metros de canto.

Con esta alternativa se deja un gálibo mínimo libre al ferrocarril de 6,26 metros.

El proceso constructivo consistiría en la colocación mediante grúas de las vigas y prelasas prefabricadas, para el posterior hormigonado de la losa de compresión.



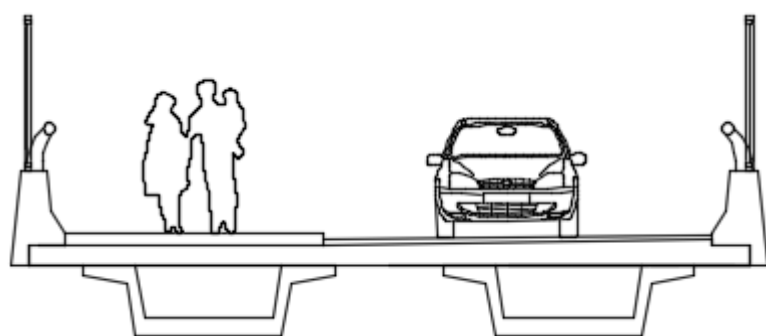
6.1.1.3. ALTERNATIVA 2

La alternativa 2 está compuesta por un tablero de vigas de hormigón tipo artesa y una losa de compresión de canto constante.

La sección transversal constará de 2 vigas artesa con una separación entre ejes de 4,17 metros. La relación canto/luz de esta tipología es de 1/15 con lo que necesitaremos un canto final de 1,05 metros. Las vigas tendrán un canto de 0,8 metros y una base de 1,7 metros mientras que la losa de compresión tendrá 0,25 metros de canto.

En esta alternativa dejamos un gálibo libre mínimo sobre el ferrocarril de 6,11 metros.

El proceso constructivo sería similar al anterior, izando las vigas y prelosas mediante grúas con el posterior hormigonado de la losa de compresión.



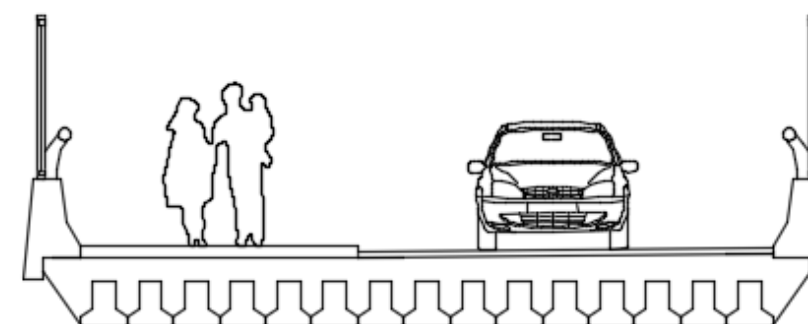
6.1.1.4. ALTERNATIVA 3

La alternativa 3 está formada por un tablero de vigas t invertidas a tope unidas mediante hormigonado formando una sección tipo losa.

La sección transversal está formada por 15 vigas a tope con una relación canto/luz de 1/22 necesitando un canto total final de 0,75 metros. Las vigas, por tanto, tendrán un canto de 0,5 metros y 0,5 metros de ancho, mientras que la losa será de 0,25 metros de canto.

Esta alternativa es la que mayor gálibo libre mínimo deja al ferrocarril, siendo de 6,41 metros.

El proceso constructivo es parecido a las otras alternativas, se colocarán las vigas mediante grúas y se hormigonaría la losa a continuación.



6.1.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En este apartado vamos a indicar los criterios por los que vamos a valorar las alternativas, así como el peso que le vamos a dar a cada criterio.

Los criterios que vamos a utilizar son:

- *Económico*: Se valoran los distintos diseños en términos económicos
- *Técnico*: Se tienen en cuenta las distintas propiedades geométricas, como la relación canto/luz o la altura libre que se deja sobre el ferrocarril.



- *Proceso constructivo*: Aspecto importante debido a la existencia de la vía férrea, se pretende buscar la alternativa que menos interfiera en el funcionamiento del ferrocarril durante las obras.

Las puntuaciones otorgadas a las alternativas y sus pesos son las siguientes:

	Económico	Técnico	P. Constructivo
Alternativa 1	7.33	7	8
Alternativa 2	5.92	6	8
Alternativa 3	5.6	8	8
Pesos	0.4	0.3	0.3

Tabla 8.- Matriz decisional

6.1.3. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS

En este apartado vamos a operar igual que hemos hecho con las alternativas de trazado, utilizamos los métodos multicriterio de las medias ponderadas y Press.

6.1.3.1. MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS

Partiendo de la matriz decisional anterior, se homogeneizarán los valores de modo que estén comprendidos entre 0 y 1, mediante la fórmula:

$$h_{ij} = \frac{v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}{\max_{i=1,n} v_{ij} - \min_{i=1,n} v_{ij}}$$

	Económico	Técnico	P. Constructivo
Alternativa 1	1	0.5	1
Alternativa 2	0.19	0	1
Alternativa 3	0	1	1

Tabla 9.- Matriz homogeneizada

A continuación, partiendo de los pesos asignados con anterioridad, se pondera la matriz homogeneizada obteniendo la matriz de valores ponderados.

	Económico	Técnico	P. Constructivo
Pesos	0.4	0.3	0.3

	Económico	Técnico	P. Constructivo
Alternativa 1	0.4	0.15	0.3
Alternativa 2	0.076	0	0.3
Alternativa 3	0	0.3	0.3

Tabla 10.- Matriz de valores ponderados

El valor total de cada alternativa se obtiene sumando los valores ponderados de cada criterio, mediante la siguiente expresión:

$$va_i = \sum_{j=1}^m vp_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

	Suma
Alternativa 1	0.85
Alternativa 2	0.376
Alternativa 3	0.6

Tabla 11.- Valoración cada alternativa

Finalmente, mediante el método de las medias ponderadas se obtiene que la alternativa mejor valorada es la alternativa 1.

6.1.3.2. MÉTODO PRESS

Partimos de la matriz de valores ponderados obtenida con anterioridad.

	Económico	Técnico	P. Constructivo
Alternativa 1	0.4	0.15	0.3



Alternativa 2	0.076	0	0.3
Alternativa 3	0	0.3	0.3

Tabla 12.- Matriz de valores ponderados

A continuación, obtenemos la matriz de dominación como la suma de las diferencias de los valores para cada criterio y alternativas:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m (vp_{ik} - vp_{jk}), \forall vp_{ik} > vp_{jk}, \quad i, j = 1, \dots, n$$

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alternativa 1		0.47	0.4
Alternativa 2	0		0.076
Alternativa 3	0.15	0.3	

Tabla 13.- Matriz de dominación

A partir de esta matriz, se obtienen los valores D_i como suma de las filas de la matriz de dominación y d_i como suma de las columnas. El método concluye operando D_i/d_i y siendo la solución óptima la que tiene mayor valor.

	D_i/d_i
Alternativa 1	5.8
Alternativa 2	0.09
Alternativa 3	0.94

Mediante el método Press, la mejor alternativa es la alternativa 1.

6.2. FALSOS TÚNELES

En el caso de los falsos túneles, se va a optar por utilizar la misma tipología que en los pasos superiores, vigas doble T de hormigón apoyadas sobre estribos, por dos motivos principalmente:

- Evitar el mayor número de interferencias con la operatividad de la vía de ferrocarril durante las obras.
- Mantener una misma tipología en toda la obra abaratando y facilitando las obras.

Se evitan utilizar otras alternativas como túneles en arco, dado que para ejecutarlas habría que realizar un cimbrado para el hormigonado, lo que implicaría el corte de la línea durante las obras. Además, las características geométricas de la zona hacen que las posibilidades para no influenciar al tráfico ferroviario sean limitadas.

Por lo tanto, se utilizará una solución que consiste en la construcción de unos estribos de aproximadamente 10 m de altura, empotrados 2 metros en el terreno y sobre los que se asentarán vigas doble T de hormigón de 0,65 m de canto con una losa de compresión de 0,3 m de canto. En el documento nº 2: Planos, se pueden ver en detalle la disposición de la solución adoptada.

El proceso constructivo será similar al del paso superior, se procederá a la colocación de vigas y prelosas mediante grúas para el posterior hormigonado de la losa y urbanización de las zonas propuestas.

Como se ha comentado con anterioridad, sobre el falso túnel más cercano a la Av. de Monelos, zona que está catalogada como de espacio libre, se va a urbanizar la zona con la construcción de una plaza que servirá de zona de conexión entre los dos barrios.

Sobre el otro falso túnel no se va a realizar ninguna actuación en la mayoría del mismo dado que en el planeamiento urbano se denomina como espacio de equipamiento escolar, pero en el extremo más alejado de la avenida, se urbanizará con una escalinata con amplias zonas libres.



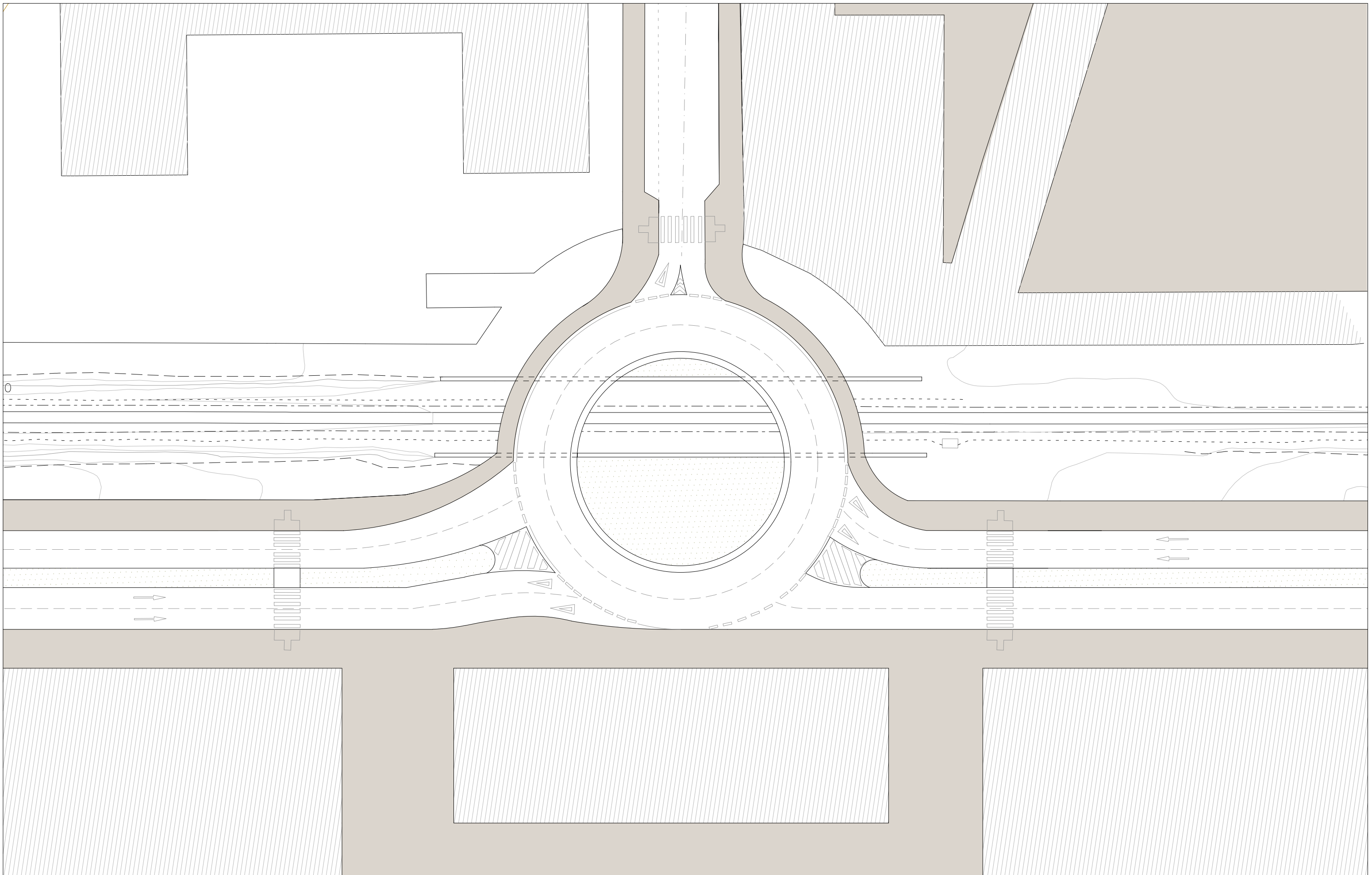
7. CONCLUSIÓN




Por todo lo comentado en los puntos anteriores podemos concluir que la solución a proyectar consiste en dos pasos superiores gemelos cuya sección transversal está formada por vigas doble t y una losa transversal con un canto total de 0,9 metros.

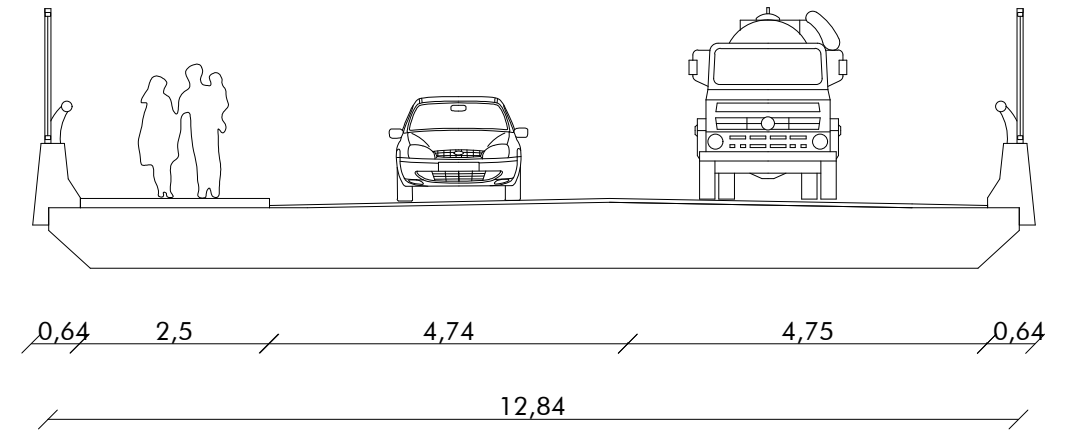
Además, los falsos túneles constarán de la misma tipología estructural que el paso superior. En el *Anejo 9: Estructuras* y el *Anejo 11: Urbanización* se podrá ver en más detalle las características de las alternativas escogidas.



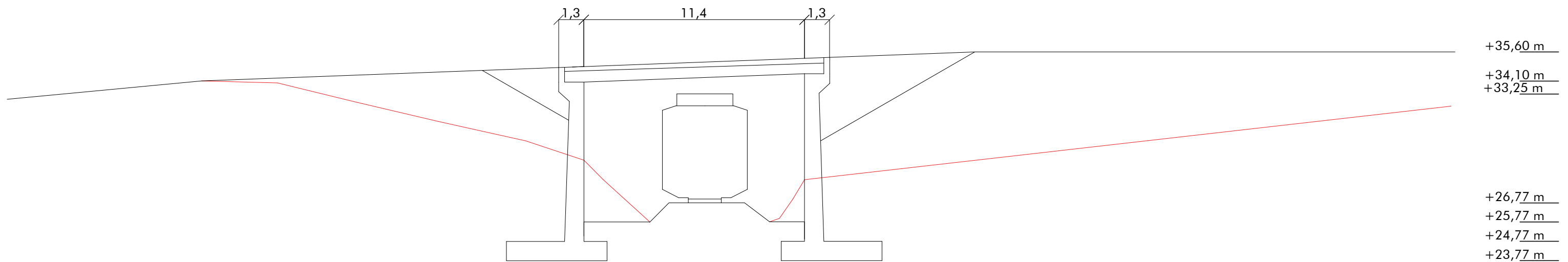
APÉNDICE 1: PLANOS DE LAS ALTERNATIVAS

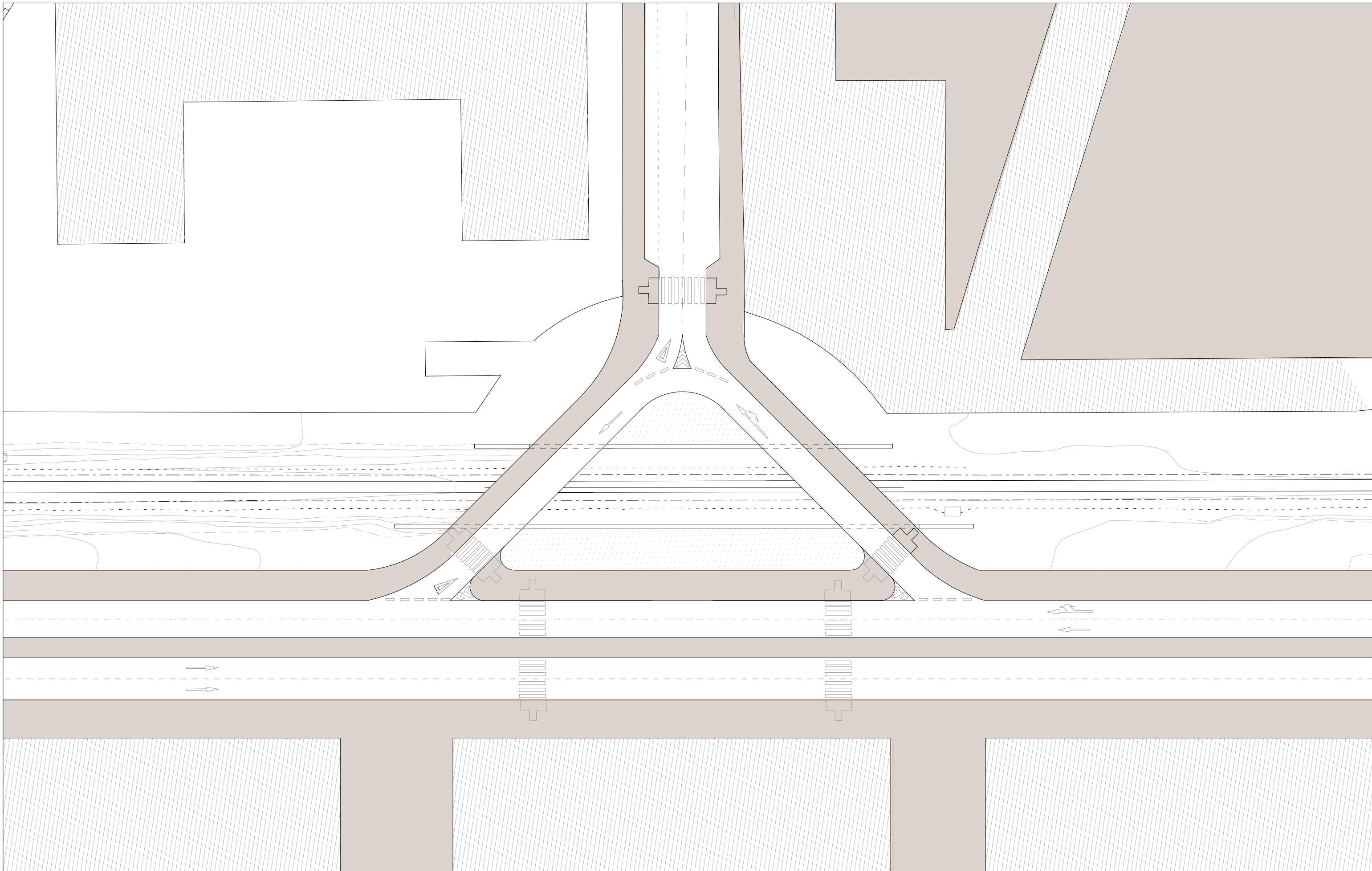





 <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</p>  <p>ETS INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TITULO ANTEPROYECTO: Falsos túneles y paso superior sobre la línea FFCC A Coruña-León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña</p>	<p>AUTOR: Vázquez Bullón, José M^º</p>	<p>FECHA: Febrero 2017</p>	<p>TITULO DEL PLANO: Planta Alternativa 1 trazado</p>	<p>NUMERO: 1</p>	<p>ESCALA: 1:500</p>	<p>FIRMA: </p>
--	--	---	---------------------------------------	--	-----------------------------	---------------------------------	--



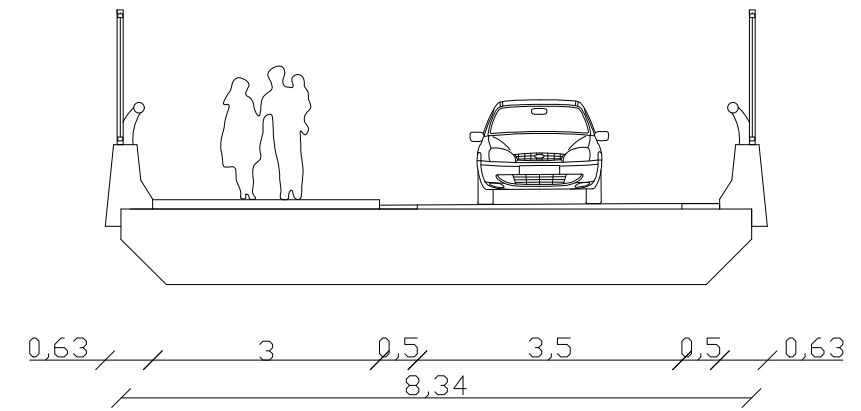
SECCIÓN TIPO. ALTERNATIVA 1





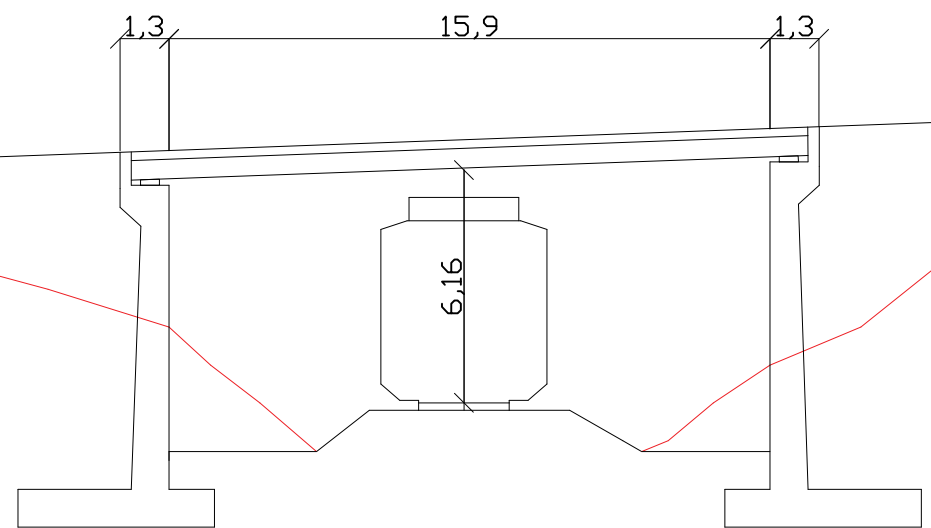
 <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</p>  <p>ETS INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TITULO ANTEPROYECTO: Falsos túneles y paso superior sobre la línea FFCC A Coruña-León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña</p>	<p>AUTOR: Vázquez Bullón, José M^º</p>	<p>FECHA: Febrero 2017</p>	<p>TITULO DEL PLANO: Planta alternativa trazado 2</p>	<p>NUMERO: 3</p>	<p>ESCALA: 1:500</p>	<p>FIRMA: </p>
--	--	---	---------------------------------------	--	-----------------------------	---------------------------------	--

1:100



SECCIÓN TIPO.ALTERNATIVA 1

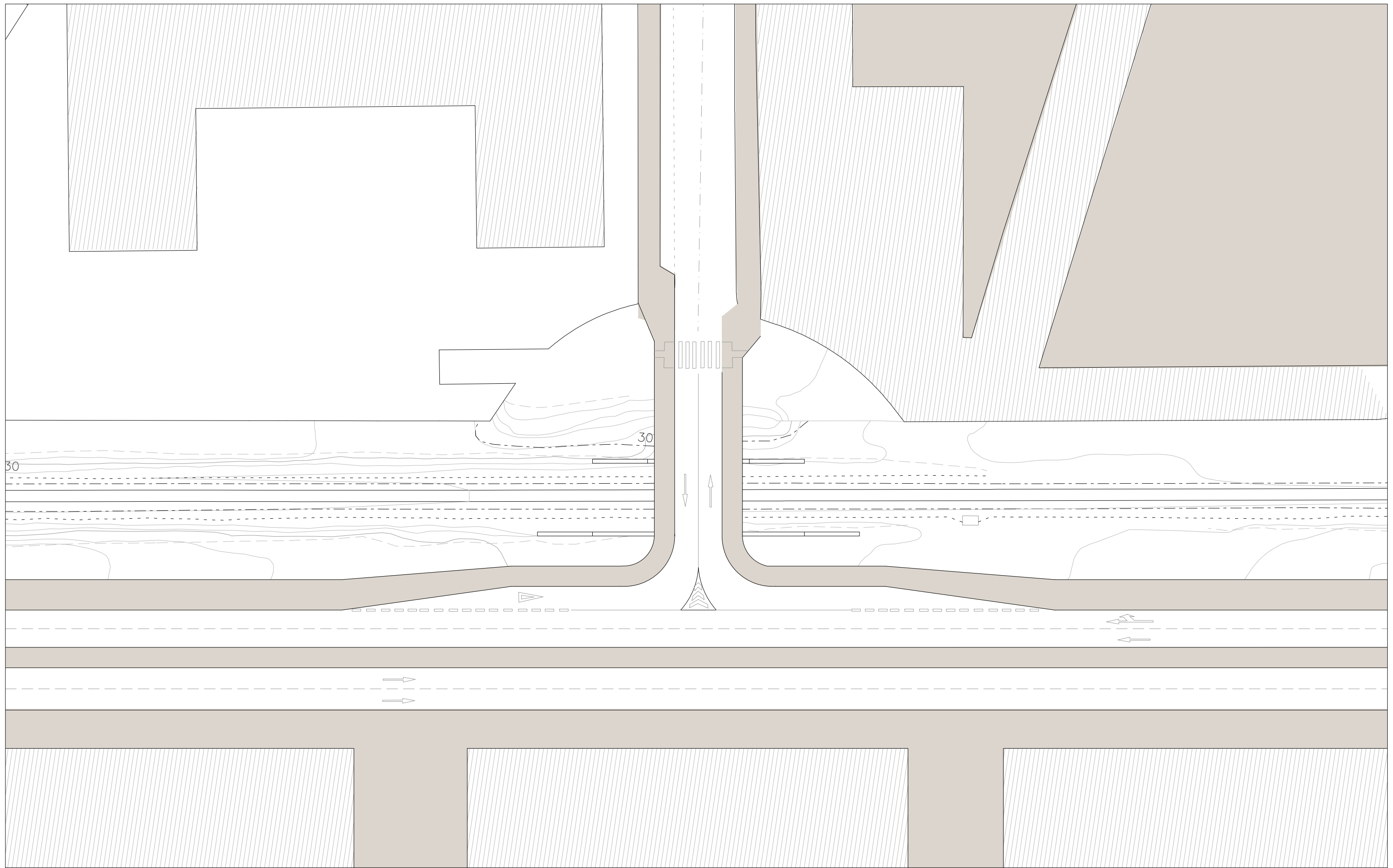
1:500






35,60 m

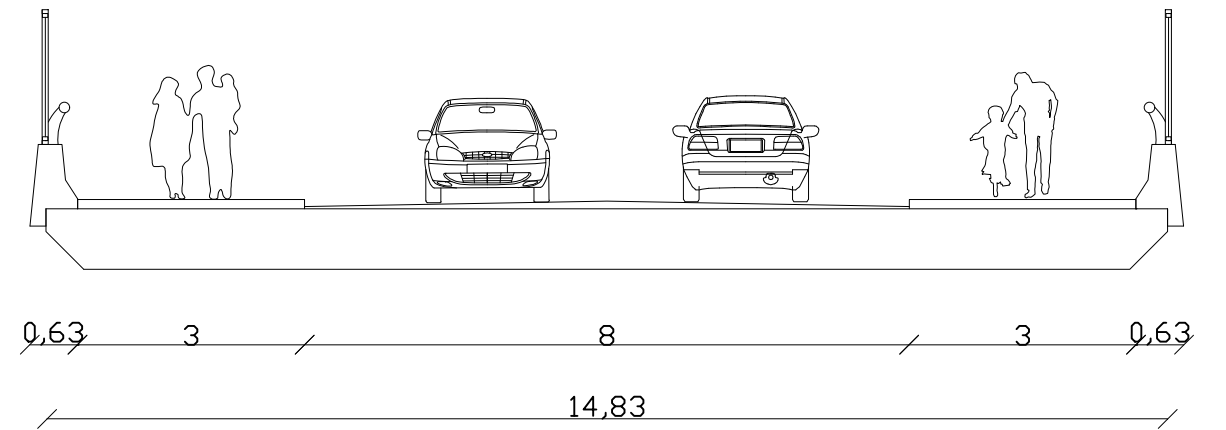
34,10 m
33,40 m

27,80 m
26,80 m
25,80 m
24,80 m



 <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</p>  <p>ETS INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS</p>	<p>TITULO ANTEPROYECTO: Falsos túneles y paso superior sobre la línea FFCC A Coruña-León entre los barrios de Matogrande y Parque Ofimático en A Coruña</p>	<p>AUTOR: Vázquez Bullón, José M^º</p>	<p>FECHA: Febrero 2017</p>	<p>TITULO DEL PLANO: Alternativa trazado 3</p>	<p>NUMERO: 5</p>	<p>ESCALA: 1:500</p>	<p>FIRMA: </p>
--	--	---	---------------------------------------	---	-----------------------------	---------------------------------	--

1:100

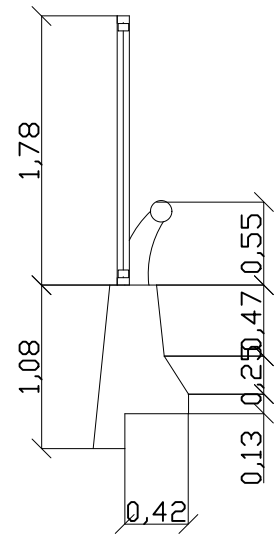


SECCIÓN TIPO. ALTERNATIVA 3

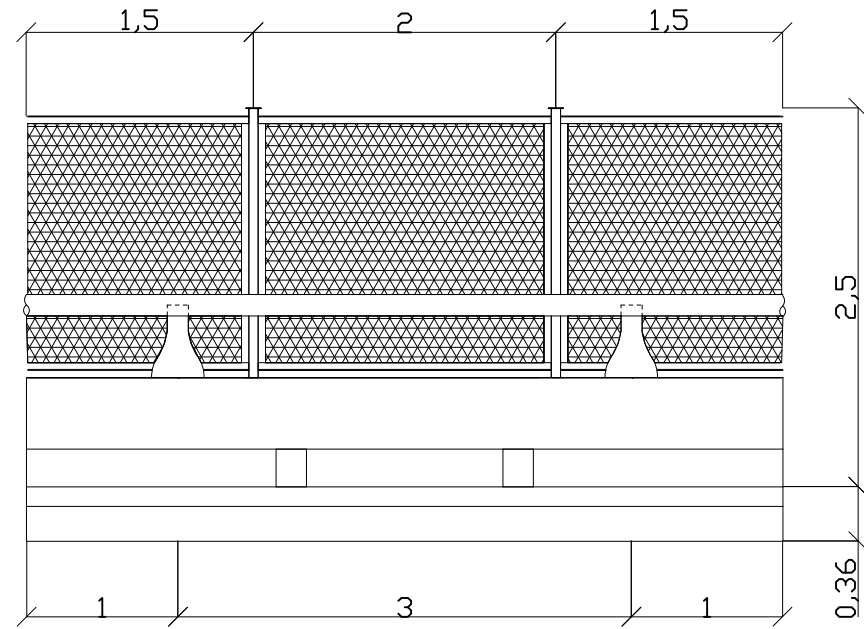
1:200



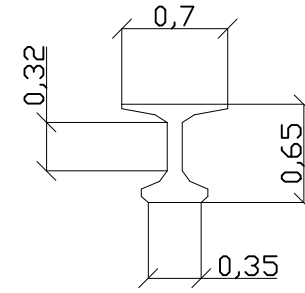
1:50



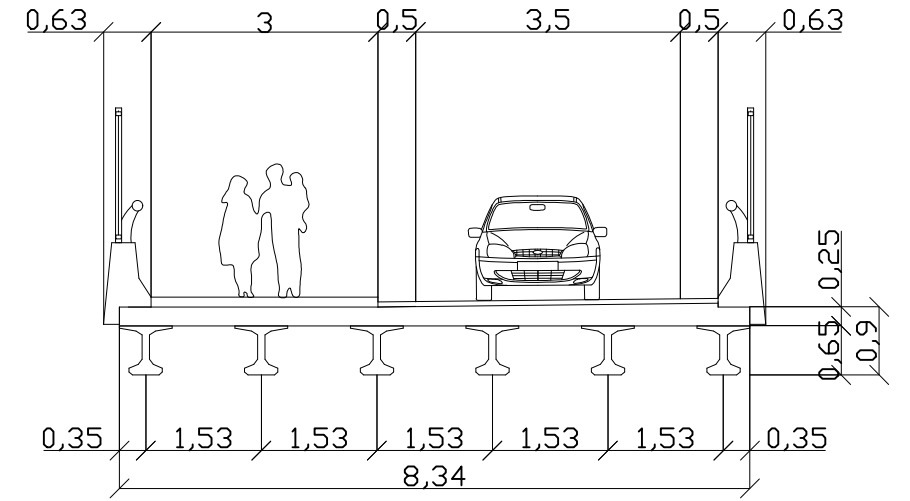
1:50



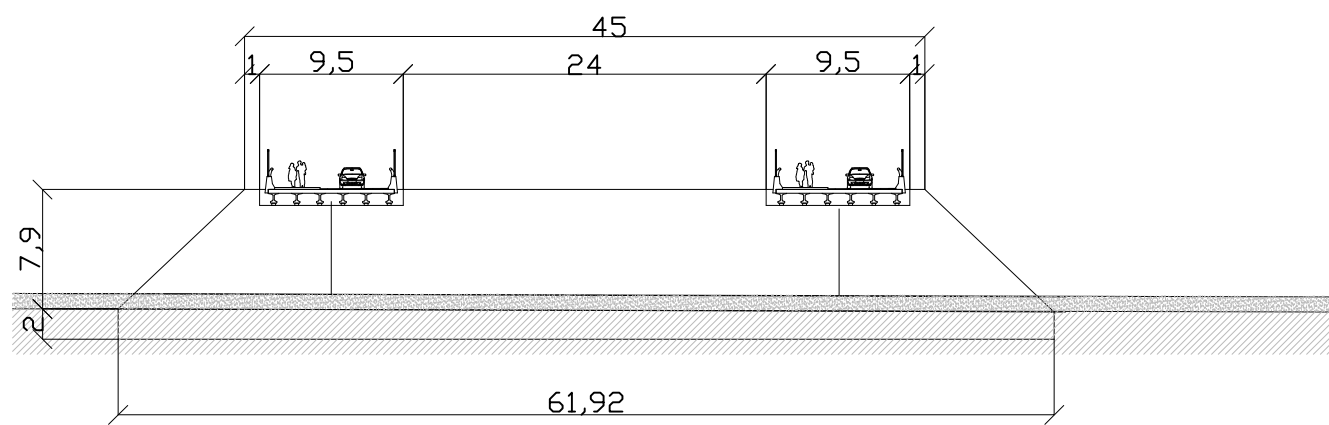
1:50



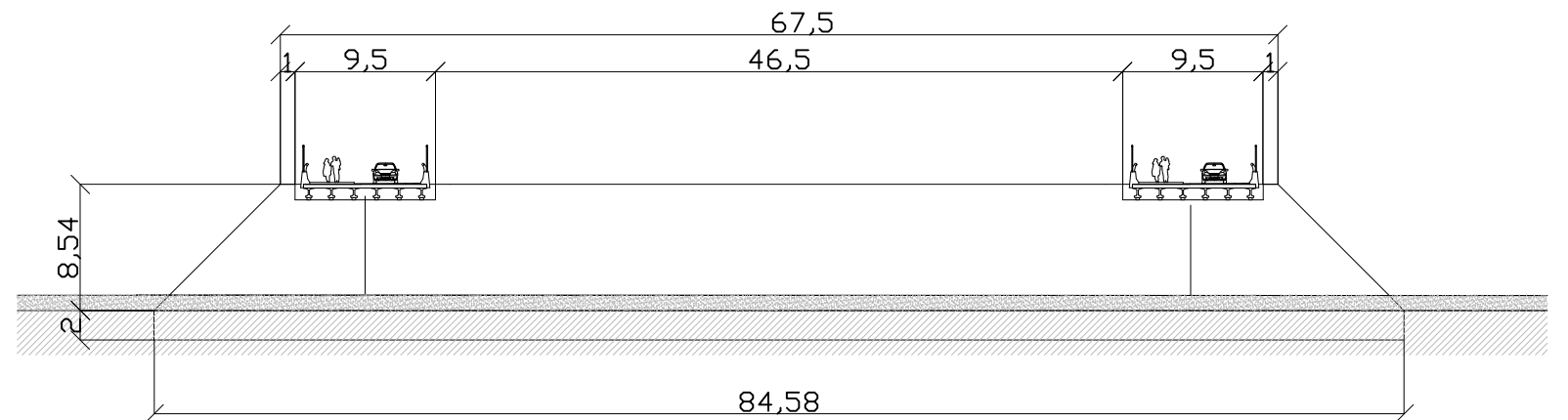
1:100

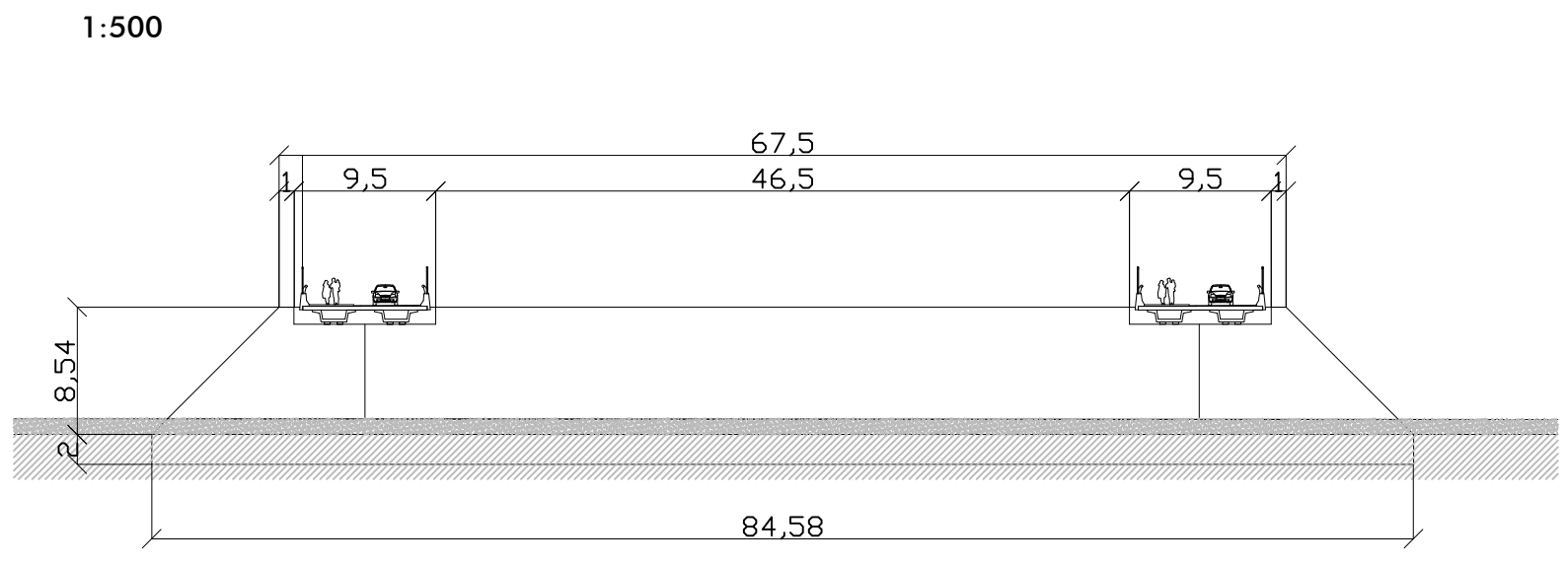
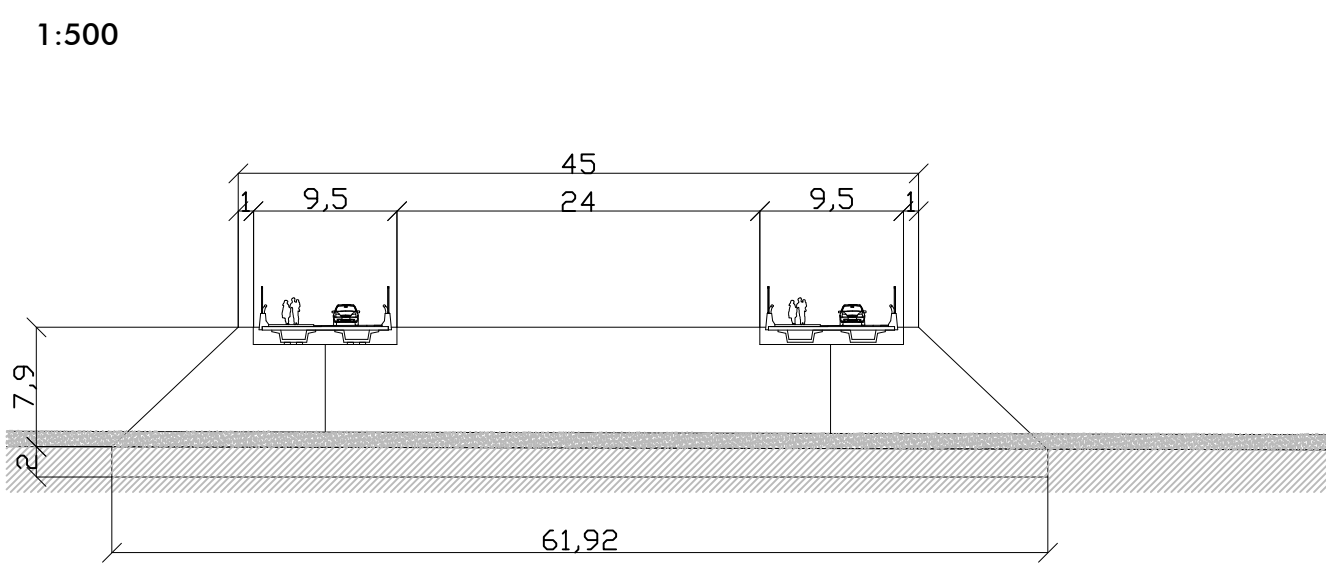
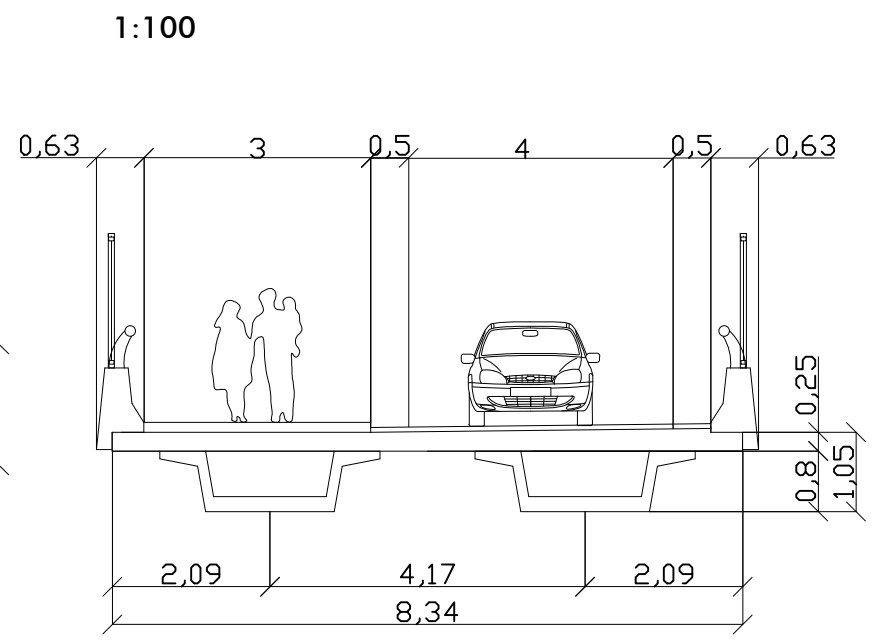
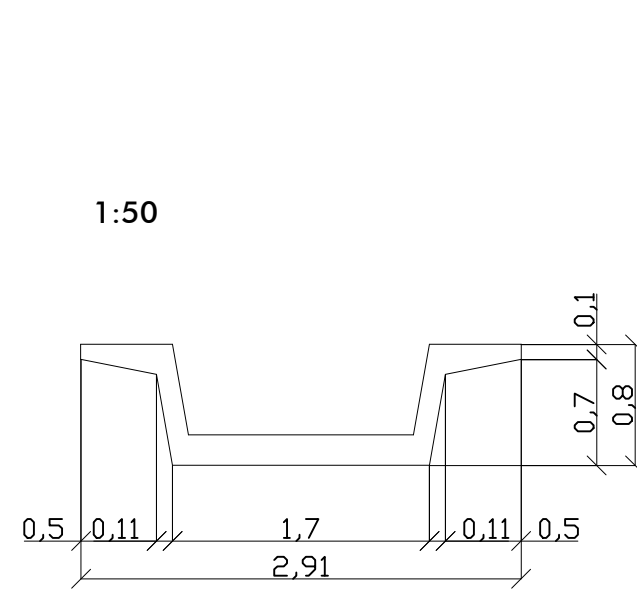
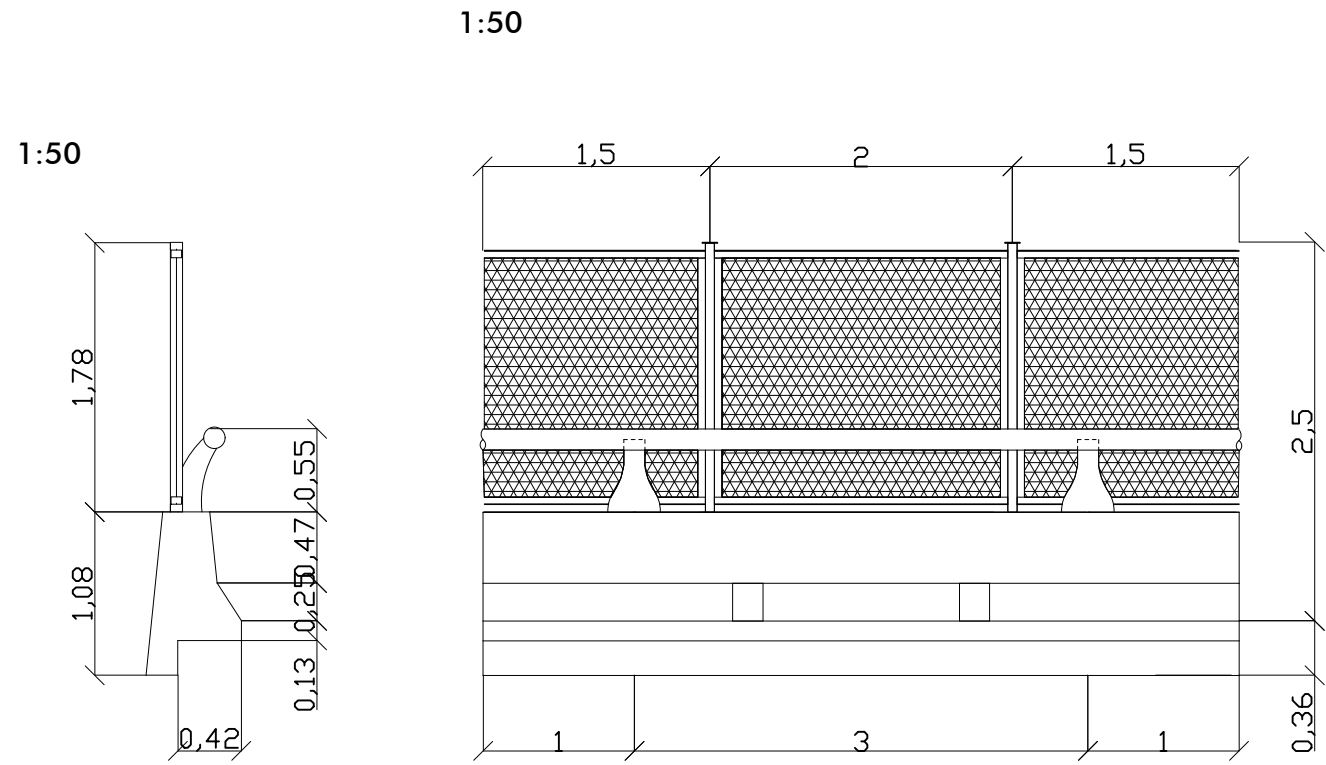


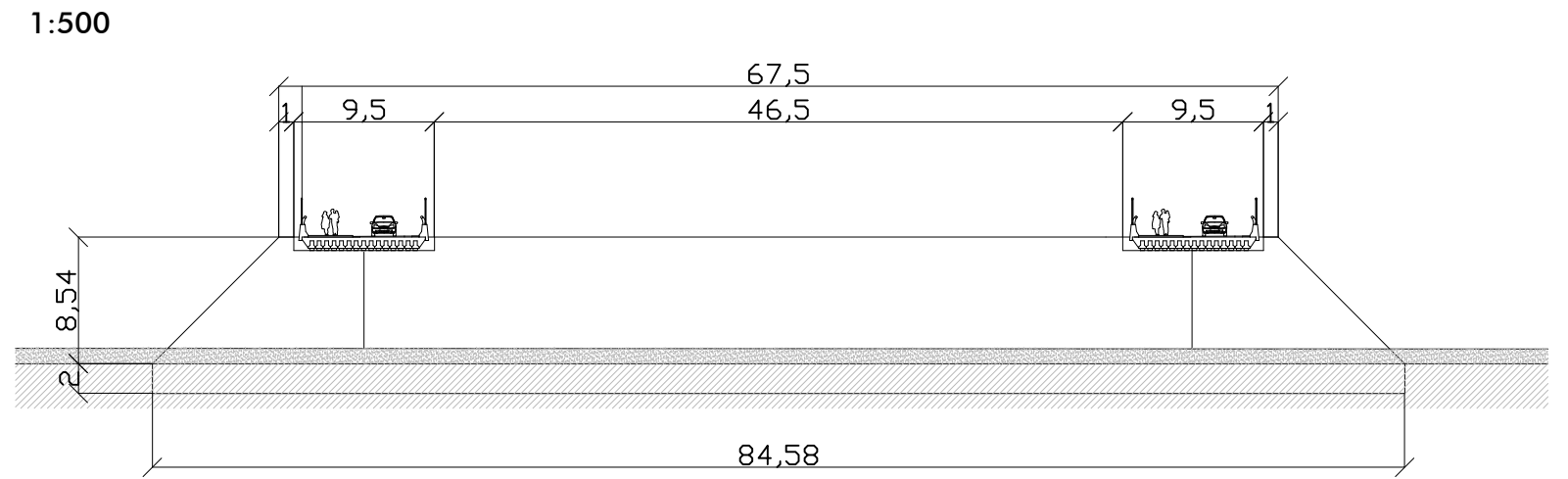
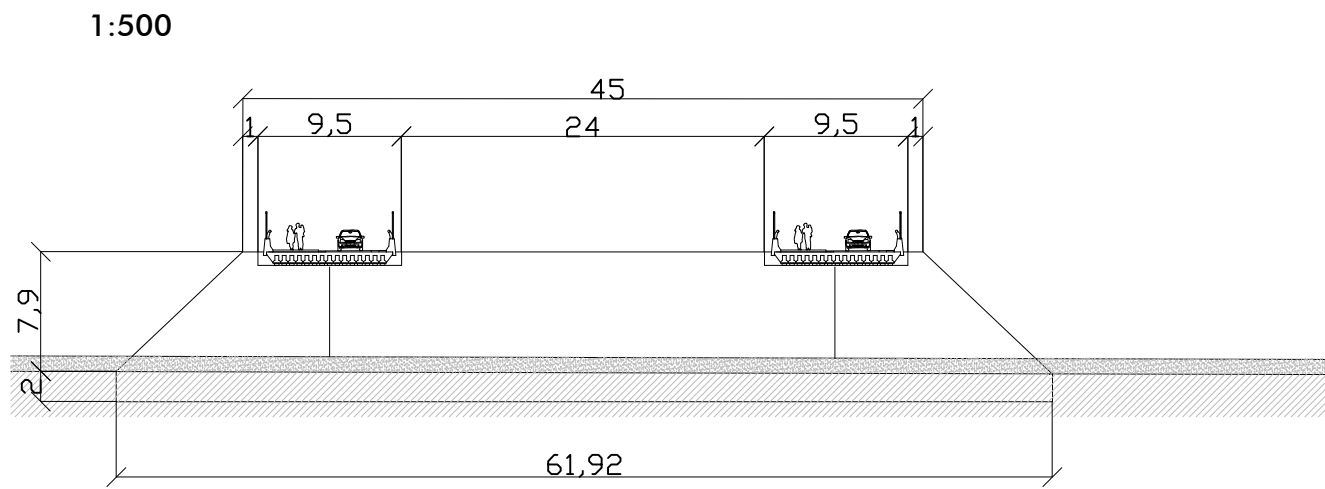
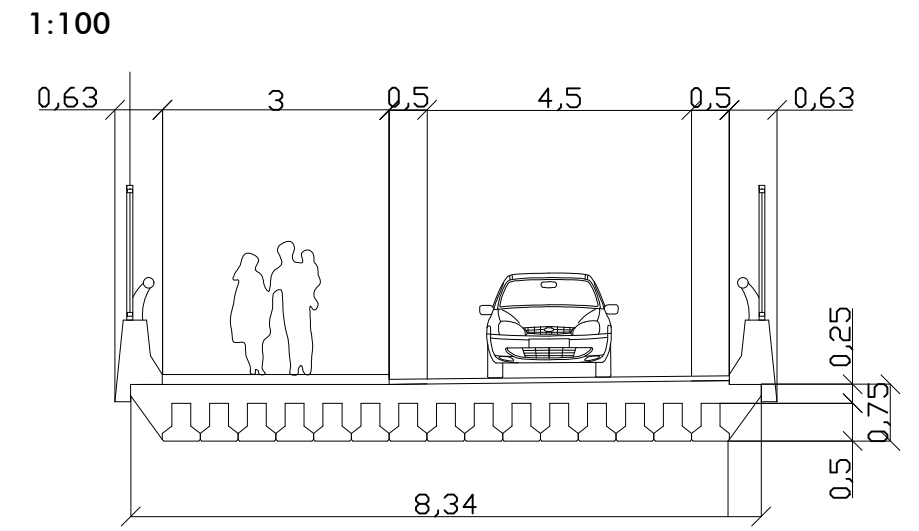
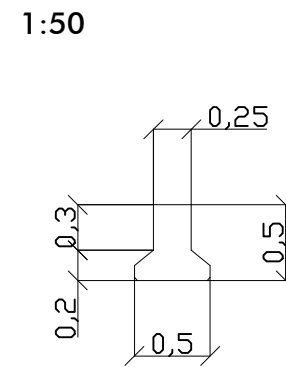
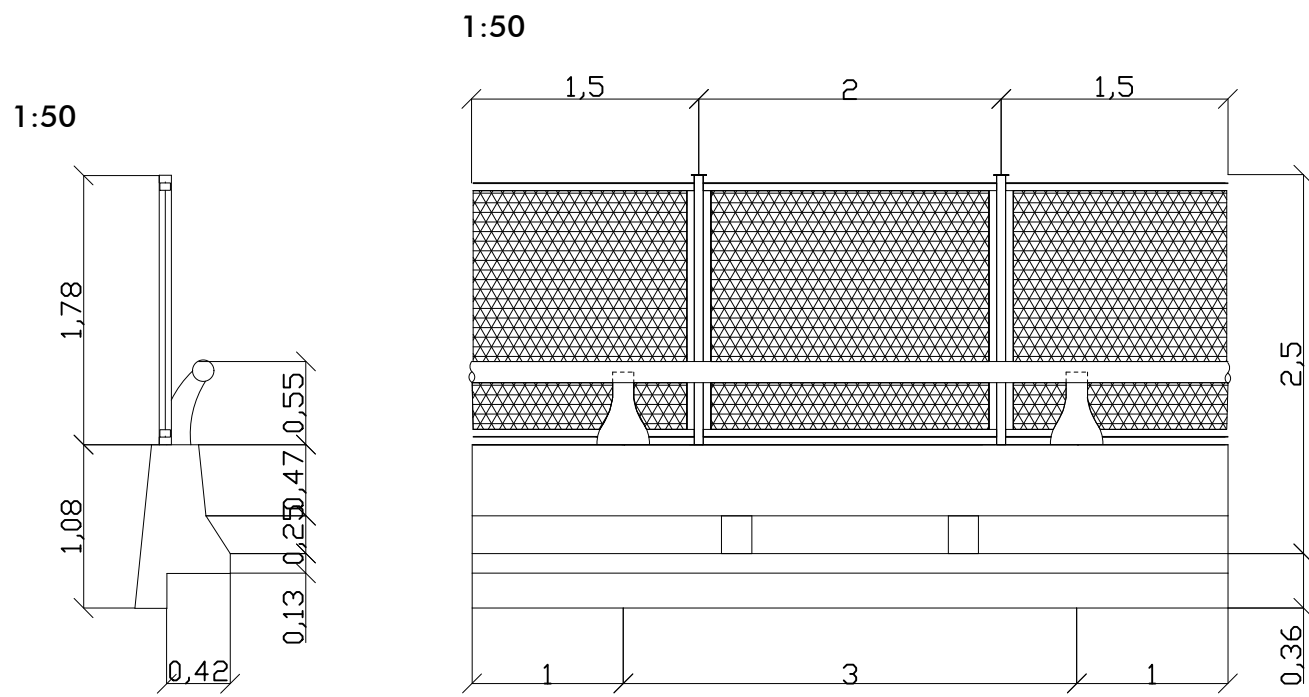
1:500

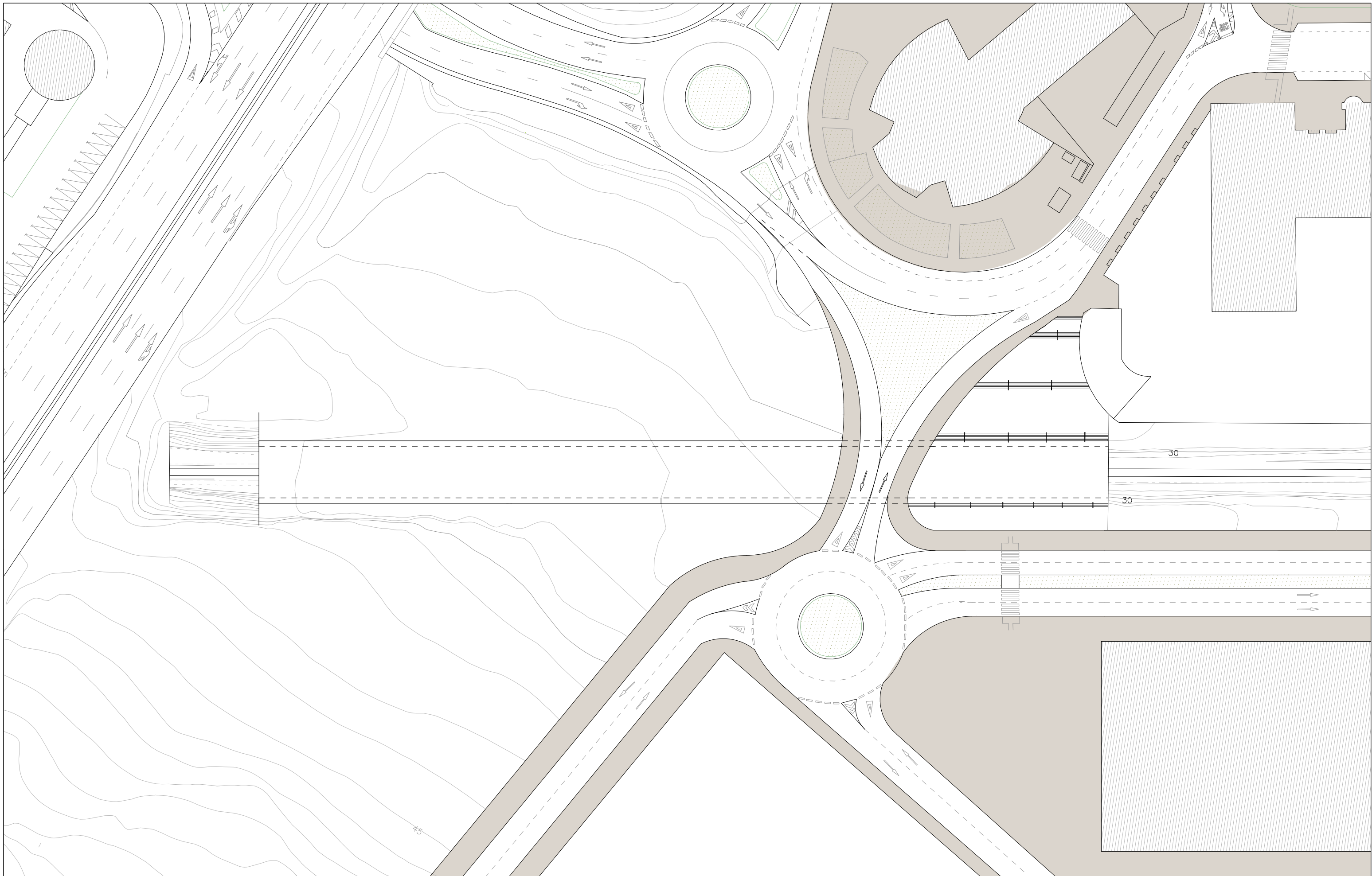


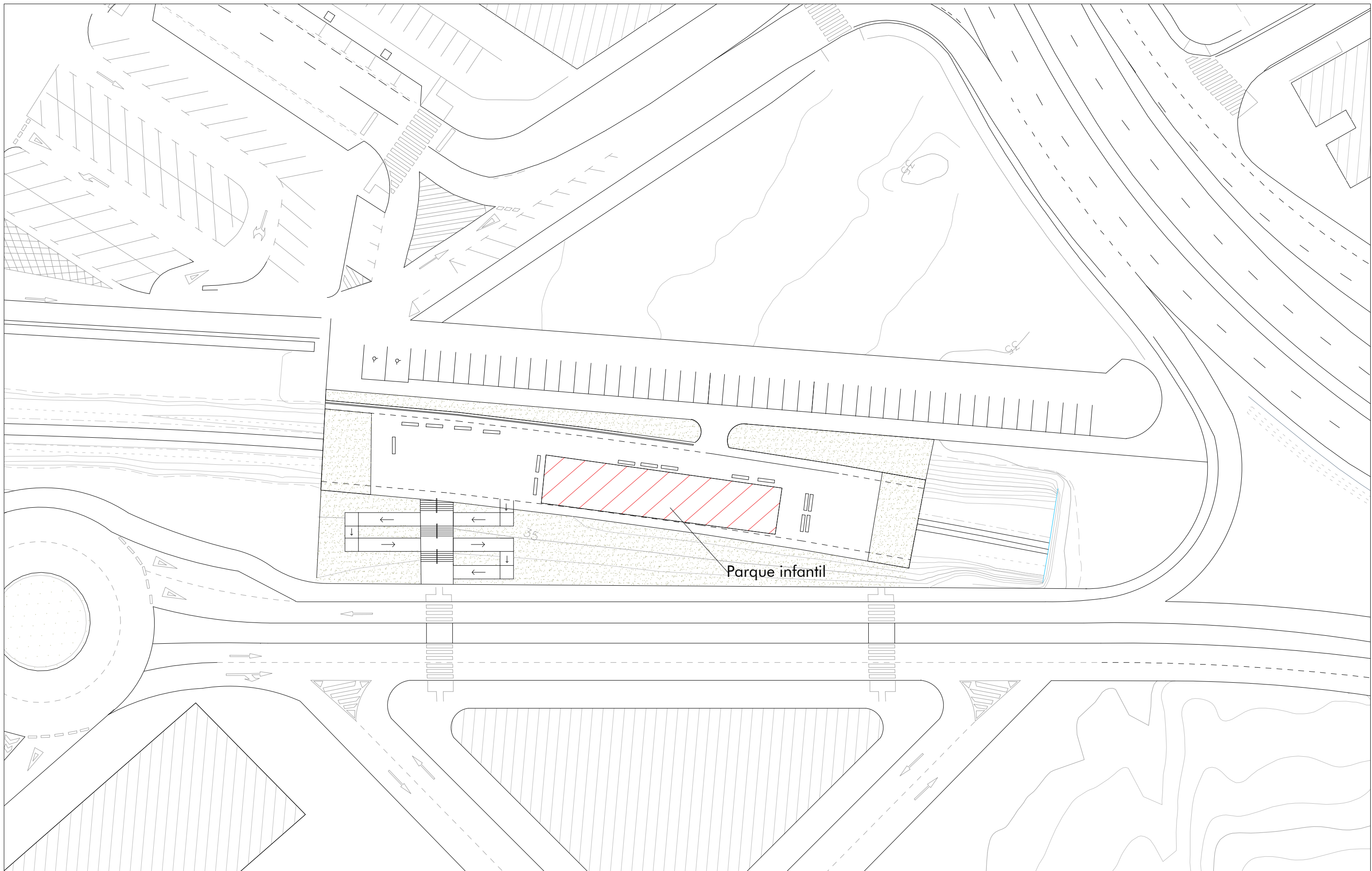
1:500













ANEJO 8: Firmes y pavimentos



ÍNDICE:

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO PESADO.....	2
3.	EXPLANADA	3
3.1.	FORMACIÓN DE LA EXPLANADA	3
3.2.	MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA	3
4.	SECCIONES DE FIRME	4
4.1.	SELECCIÓN DE SECCIONES DE FIRME	4
4.2.	MATERIALES PARA SECCIONES DE FIRME	5
5.	MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE.....	6
6.	SECCIONES TIPO	6
6.1.	SECCIÓN TIPO EN TERRENO	7
6.2.	SECCIÓN TIPO EN PASO SUPERIOR.....	7



1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se van a disponer las justificaciones de la elección del paquete de firmes, así como las capas que lo conforman. Para ello se va ha tenido en cuenta fundamentalmente la Norma 6.1-I.C “Secciones de firme”, publicada por el Ministerio de Fomento. También se ha utilizado el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.

2. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO PESADO

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para evaluarla se partirá de los aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles. Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

A efectos de aplicación de la Norma 6.1-I.C, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Fuente: Norma 6.1-I.C. Secciones de firme

Debido a que el barrio no ha sido construido aún no existen aforos de tráfico de la zona, por lo que nos deberemos guiar por los aforos realizados en los barrios colindantes. Además, por el carácter residencial de los barrios que la actuación conecta y la definición de vehículo pesado que la norma considera, la principal fuente de vehículos pesados de la zona serán los autobuses urbanos.

Para estimar este número tendremos en cuenta las líneas de autobuses que penetran en el barrio de Matogrande o discurren alrededor de él y las frecuencias medias de paso por parada. Estos datos los encontramos en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de A Coruña. Las líneas que tomaremos como referencia son la 1A, 4 y 12A.

Línea	Inicio	Fin	Horario (salida-entrada a cocheras)	Frecuencia (minutos)
Línea 1A	Puerta Real	Pasaje, Sta. Gema	7:20-23:50	30´
Línea 04	Hércules	Monelos	6:35-23:55	11´
Línea 12A	Plaza del Conservatorio	Residencia	7:00-23:40	30´

Fuente: PMUS. Ayuntamiento de A Coruña

Utilizando estos datos, obtenemos el número de autobuses que pasan por una parada en un día entre las 3 líneas, considerando ese dato nuestro IMDp ya que al ser nuestra

obra dos pasos superiores de dirección única, cada autobús solo pasará una vez por cada viaducto (nuestro carril de proyecto). Tendremos, entonces, un $IMD_p = 162$.

A la vista de los datos obtenidos, nos encontramos con una categoría de tráfico T31. Sin embargo, como el límite máximo de esta categoría es de 200 vehículos pesados/día, muy cerca de nuestro valor, y únicamente hemos tenido en cuenta los autobuses urbanos, se considera adecuado subir una categoría de tráfico, quedando del lado de la seguridad.

Por lo tanto, finalmente, utilizaremos una **categoría de tráfico T2**.

3. EXPLANADA

3.1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”.

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura 1 de la Norma 6.1-I.C, dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.

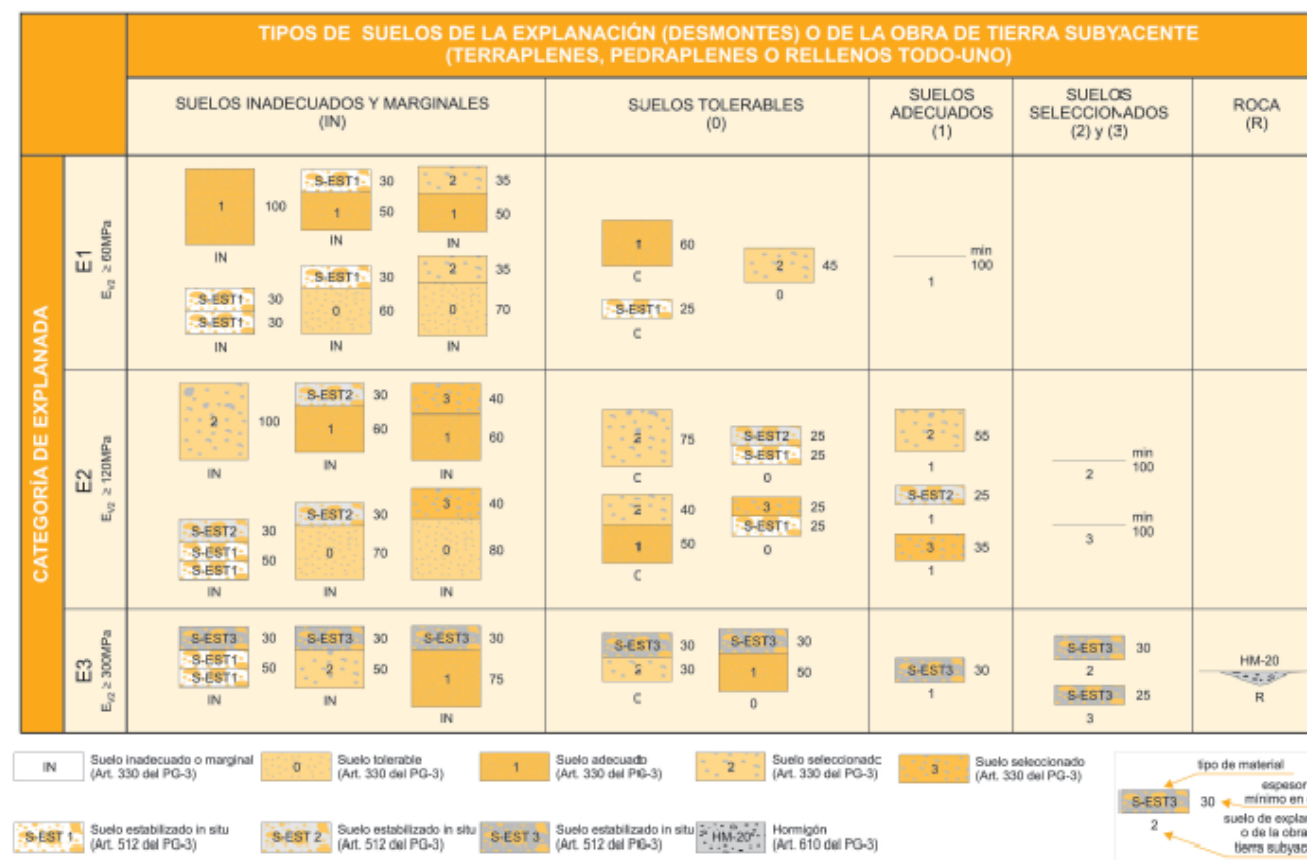


FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

En nuestro caso, como se puede ver en el *Anejo 4: Geología y geotecnia*, disponemos de suelos tolerables en nuestra zona de proyecto, por lo tanto vamos a escoger un **tipo de explanada E2** con aportación de suelo seleccionado.

3.2. MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Los materiales indicados para la formación de la explanada son:

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR ≥ 3 (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR ≥ 5 (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 10 (*)(**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

(*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.
 (**) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR ≥ 6 y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR ≥ 12 . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

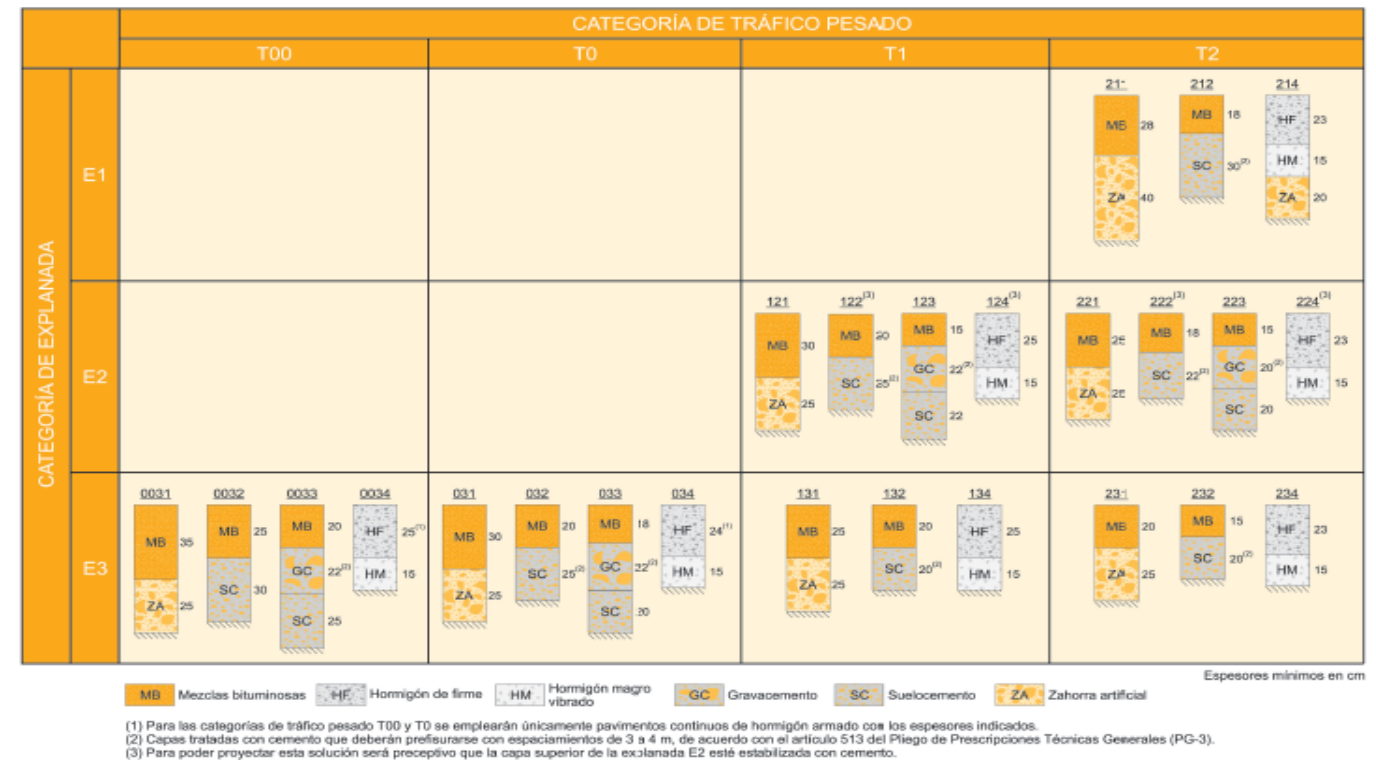


FIGURA 2.1. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2, EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

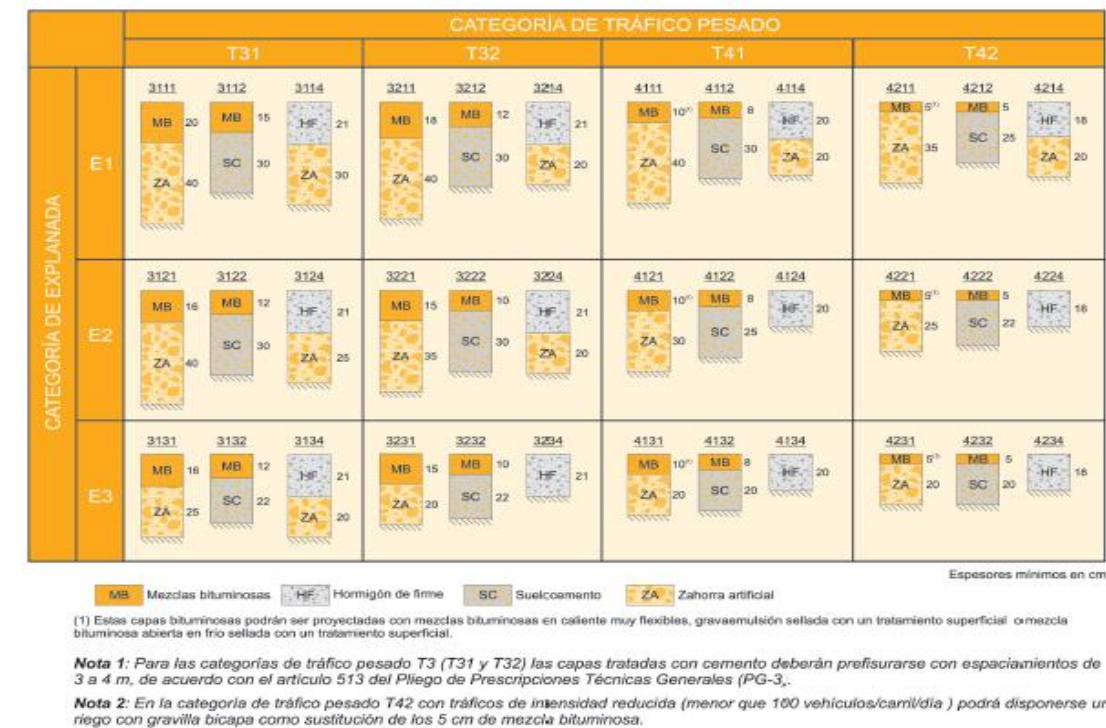


FIGURA 2.2. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

4. SECCIONES DE FIRME

4.1. SELECCIÓN DE SECCIONES DE FIRME

En la Norma 6.1-I.C se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones de firme, por el procedimiento más generalizado entre las Administraciones de Carreteras. Se basa, fundamentalmente, en las relaciones, en cada tipo de sección estructural, entre las intensidades de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisibles al final de la vida útil.

A continuación, se recogen las secciones de firme según la categoría de tráfico pesado y la categoría de la explanada. Entre las posibles soluciones se seleccionará en cada caso concreto la más adecuada técnica y económicamente. Todos los espesores de capa señalados se considerarán mínimos en cualquier punto de la sección del carril de proyecto.



Por tratarse nuestra zona con una categoría de tráfico T2 y que contamos con una explanada de tipo E2, se podrán utilizar las secciones de firme 221, 222, 223 y 224. Para mantener una continuidad con las vías colindantes, se descarta el huso de la sección 224 al ser de pavimento de hormigón.

Finalmente se ha optado por la **sección 221**, compuesta por 25 cm de zahorra y 25 cm de mezcla bituminosa. Esta sección ofrece una fácil puesta en obra y un menor coste económico que las otras soluciones.

Para las secciones sobre los pasos superiores, hay que tener en cuenta el artículo 3.1.2 de la IAP-11, que indica que el espesor máximo de pavimento bituminoso proyectado y construido sobre tableros de puentes no será superior a 10 cm, incluidas las capas de impermeabilización y de regularización.

4.2. MATERIALES PARA SECCIONES DE FIRME

A continuación, se detallan las características de los posibles materiales a utilizar en las secciones de firme:

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE FIRME

MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\epsilon_r = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	– Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas discontinuas en caliente (M y F)	1	–	– Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas drenantes (PA)	1	–	– Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas abiertas en frío (AF)	1 (*)	–	– Sólo se podrán emplear para T4 (T41 y T42). En capa de rodadura se recomienda sellar con un tratamiento superficial.
Mezclas bituminosas de alto módulo (MAM)	1,25	$\epsilon_r = 6,617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	– Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.3.
Pavimento de hormigón	–	–	– Ver apartado 6.2.3.
Materiales tratados con cemento	–	Gravacemento $\frac{\sigma_r}{R_f} = 1 - 0,065 \cdot \log N$	– Espesor mínimo: 20 cm. – Espesor máximo: • 25 cm para gravacemento. • 30 cm para suelocemento. – Ver apartado 6.2.2.
		Suelocemento $\frac{\sigma_r}{R_f} = 1 - 0,080 \cdot \log N$	
Gravaemulsión	0,75	Ley específica	– Espesor de capa: • Para T00 a T1: No admisible. • Para T2 a T4: 6 a 12 cm.
Gravaescoria	Material equivalente a la gravacemento, a la que podrá sustituir en algún tipo de soluciones.		– Espesor mínimo: 15 cm. – Espesor máximo: 30 cm.
Zahorra artificial	0,25	$\epsilon_z = 2,16 \cdot 10^{-2} \cdot N^{-0,28}$	– Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes y en secciones 3221 y 4211). – Espesor máximo: 30 cm.
Macadam	Material equivalente a la zahorra artificial, que se aplicará en algún tipo de soluciones.		– Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes). – Espesor máximo: 30 cm.

N: número de ejes equivalentes de 128 kN (13 t).
ε: deformación unitaria (ε_r = radial de tracción, y ε_z = vertical de compresión).

σ_r: tensión de tracción en MPa.
R_f: resistencia a flexotensión del material en MPa.
(*) Coeficiente aplicable exclusivamente en la categoría de tráfico pesado T42.

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

5. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Para la elección del tipo de ligante bituminoso se tendrá en cuenta la zona térmica estival definida en la figura 3 de la Norma 6.1-I.C. que se muestra a continuación. En nuestro caso se tiene una zona térmica estival media.

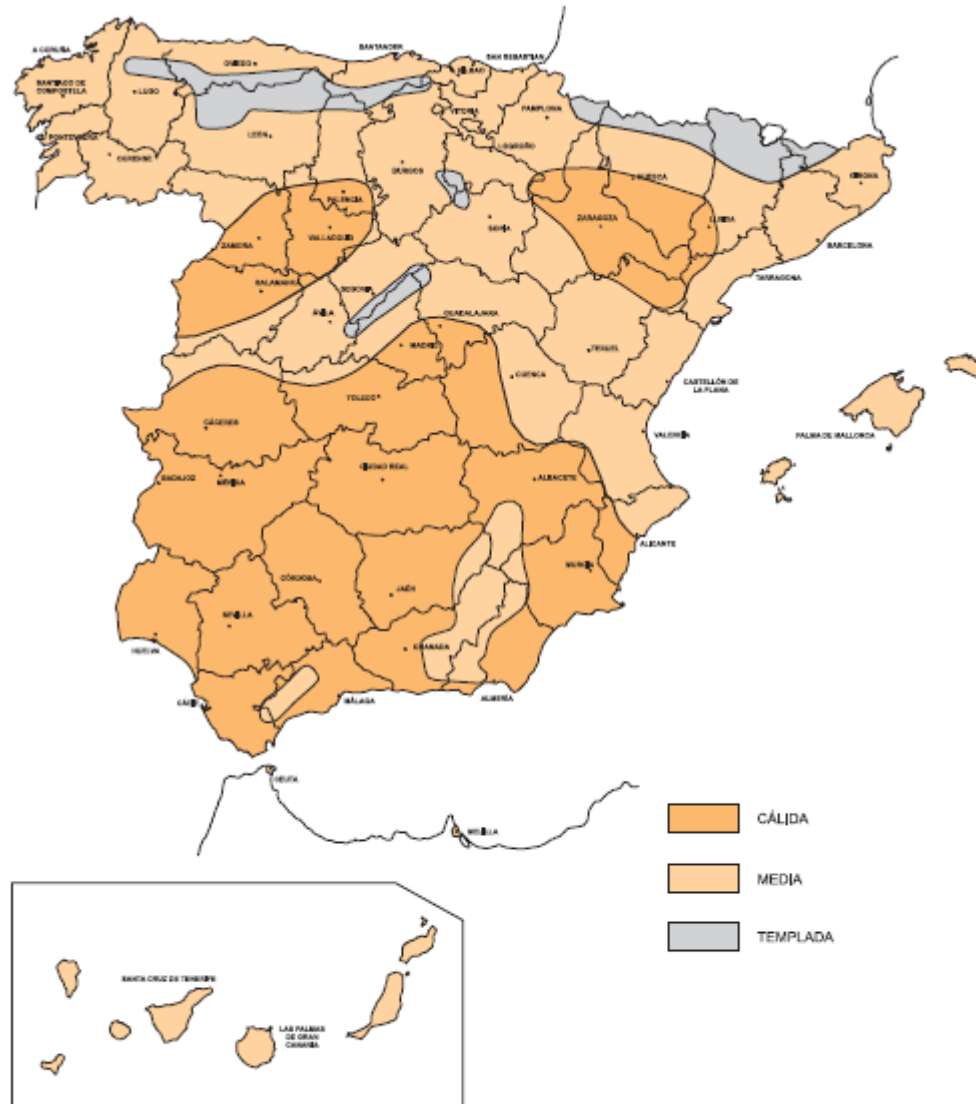


FIGURA 3. ZONAS TÉRMICAS ESTIVALES

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

Los espesores de cada capa vendrán determinados por los valores dados en la tabla siguiente. Salvo justificación en contrario las secciones de firme se proyectarán con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla, al objeto de proporcionar una mayor continuidad estructural del firme.

En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa, el espesor de la capa será mayor o igual al espesor de las superiores.

TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F		2-3	
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(**) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Fuente: Norma 6.1-I.C Secciones de firme

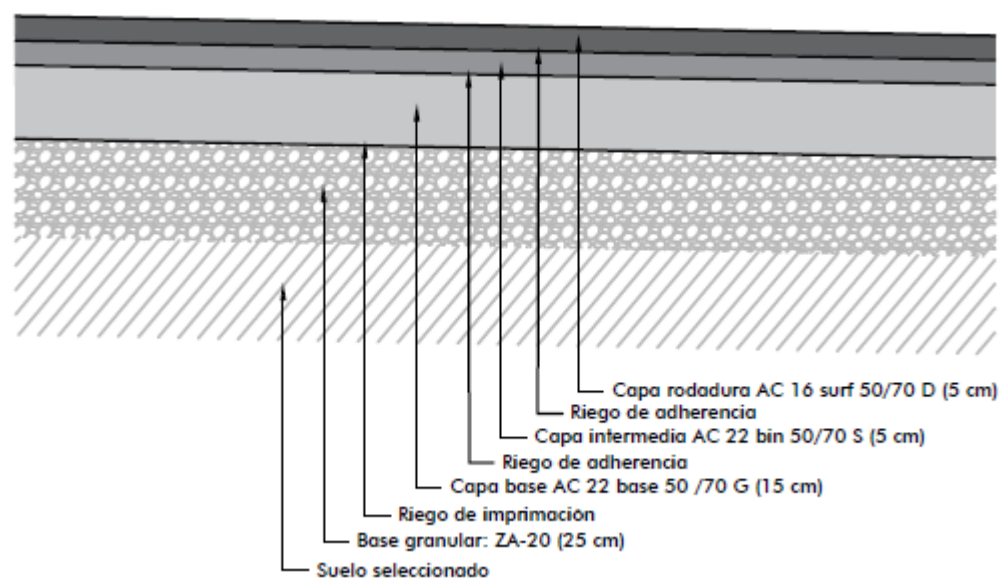
6. SECCIONES TIPO

Según el artículo 542 del PG-3, se decide utilizar, para una zona térmica estival media y una categoría de tráfico pesado T2, un ligante bituminoso 50/70.

6.1. SECCIÓN TIPO EN TERRENO

Según lo anteriormente expuesto, se pasa a definir la sección tipo:

- **Capa de Rodadura:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf 50/70 D.
- **Riego de adherencia.**
- **Capa Intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 22 bin 50/70 S.
- **Riego de adherencia.**
- **Capa base:** 15 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 22 base 50/70 G.
- **Riego de imprimación.**
- **Base granular:** 25 cm de zahorra artificial ZA-20.

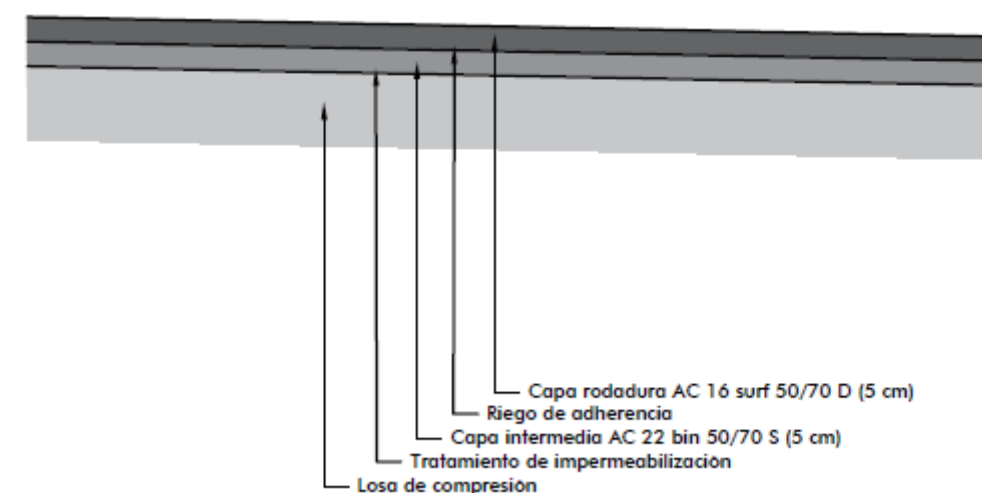


Detalle Sección tipo sobre terreno

6.2. SECCIÓN TIPO EN PASO SUPERIOR

Según lo anteriormente expuesto, se pasa a definir la sección tipo:

- **Capa de Rodadura:** 5cm de mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf 50/70 D.
- **Riego de adherencia.**
- **Capa Intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 22 bin 50/70 D.
- **Tratamiento de impermeabilización.**



Detalle Sección tipo sobre paso superior



ANEJO 9. ESTRUCTURAS



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PASOS SUPERIORES	2
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	2
2.2. TABLERO	2
2.3. ESTRIBOS	3
2.4. BARRERAS DE SEGURIDAD	3
2.4.1. PRETILES	3
2.4.2. VALLA ANTIVANDÁLICA.....	3
3. FALSOS TÚNELES	3
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	3
3.2. ESTRIBOS	4
3.3. TABLERO	4
4. DIMENSIONAMIENTO.....	4
4.1. LUZ DE DISEÑO	4
4.2. TIPO DE SECCIÓN.....	5
4.3. ESTRIBOS	5
4.4. FALSOS TÚNELES	6
4.5. BARRERAS DE SEGURIDAD	6
4.5.1. PRETILES	6
4.5.2. VALLA ANTIVANDÁLICA.....	7

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo la descripción de la tipología estructural de las partes más relevantes de la solución adoptada, así como el proceso constructivo utilizado.

Se puede dividir el anteproyecto en dos partes, los pasos superiores y los falsos túneles en ambos extremos de la vía férrea.

2. PASOS SUPERIORES

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La estructura descrita en este apartado corresponde con la alternativa número 1 del estudio de alternativas estructurales, del Anejo de Estudio de alternativas, donde se puede comprobar que su elección es la más favorable.

La estructura está compuesta por dos pasos superiores gemelos de un único vano con una longitud de 16 m. La sección está formada por un tablero de vigas doble T de canto continuo de 0,65 m y una losa de compresión de 0,25m.

En planta, el trazado arranca desde el mismo punto en el lado de Matogrande y se separan en un ángulo de 45° hasta alcanzar la vía del Parque Ofimático.

La pendiente de la rasante de ambos pasos es de un 3,6 %.

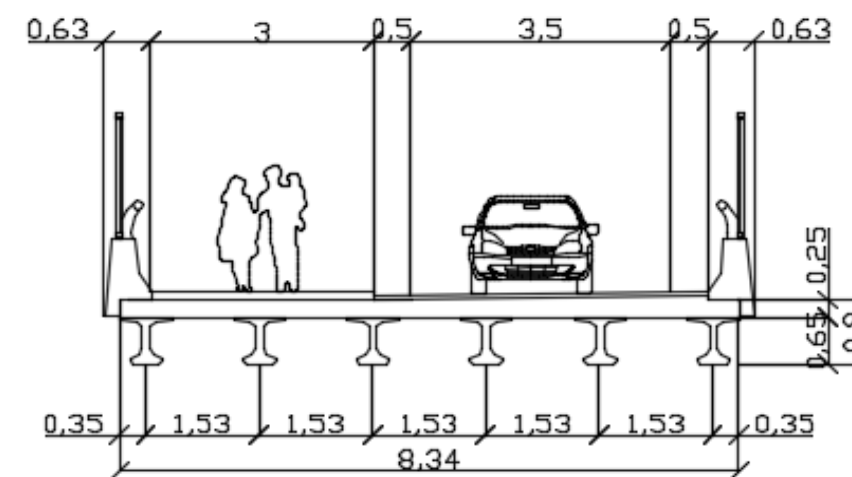
La plataforma de cada paso superior estará compuesta por un carril de circulación de 3,5 m de ancho, dos arcenes de 0,5 m, una acera de 3 m y las pertinentes barreras de seguridad. Todo esto nos hace tener un ancho total de la plataforma de 8,34 m. Contará la calzada con un bombeo del 2 % a partir del extremo sin acera.

Con esta solución se deja un gálibo libre sobre el ferrocarril de 6,26 m en el puente más cercano de la Av. de Alfonso Molina y 6,37 m en el más alejado. Esta diferencia se debe a que la vía está en pendiente.

2.2. TABLERO

El tablero de cada paso está formado por vigas doble T de hormigón de 0,65 m de canto con una separación entre los centros de las vigas de 1,53 m, y una losa de compresión de 0.25 m de canto. La losa de compresión se ejecutará "in situ" sobre encofrado perdido mediante prelosas.

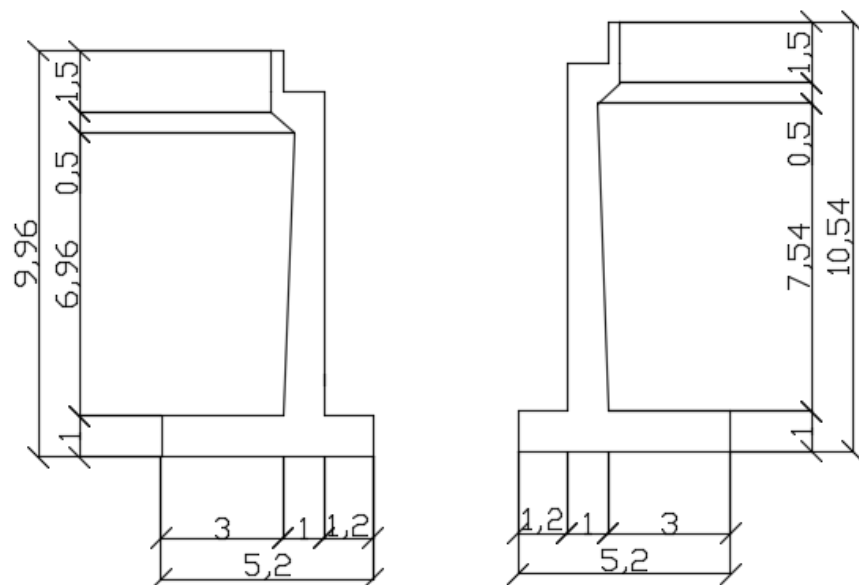
Sobre el tablero se dispondrán una serie de capas de rodadura divididas en una capa de rodadura de 5 cm de espesor, un riego de adherencia y una capa intermedia de otros 5 cm. La acera estará a mayor altura que la calzada y contará con una pendiente del 2 % hacia la carretera, de forma que los sumideros se situarán del lado donde confluyen acera y carretera.



2.3. ESTRIBOS

Los estribos constituyen la parte del apoyo del tablero en los extremos, sirviendo como zona de conexión entre el terreno y el paso superior. Además, deberán soportar las acciones procedentes del tablero y del empuje del terreno que sostienen. La conexión entre estribo y tablero se realizará mediante apoyos de neopreno para evitar esfuerzos excesivos.

Todos los estribos serán de tipo cerrado terminando con unas aletas en prolongación con una inclinación de 45° . Del lado de Matogrande tendrán unas dimensiones de 9,96 m de alto, 45 m de longitud en la parte superior y 62 m en la inferior, mientras que del lado del Parque Ofimático tendrán una altura de 10,54 m, una longitud en la parte superior de 67,5 m y de 84,5 m en la inferior. Todos ellos estarán empotrados en el terreno 2 m y contarán con una base de 5,2 m.



2.4. BARRERAS DE SEGURIDAD

2.4.1. PRETILES

Debido a que se trata de un paso superior, es necesario que se instalen pretiles de seguridad para evitar la caída de los vehículos. En nuestro caso se ha optado por unos pretiles de hormigón con baranda metálica de grado H4a por dos motivos: el grado de seguridad tan alto se debe a que transcurre una vía de ferrocarril bajo el paso, y con la elección de hormigón en vez de metálico y con baranda, se busca favorecer el paso de los peatones y evitar que cualquier objeto que porten se caiga o quede atrapado en el pretil.

2.4.2. VALLA ANTIVANDÁLICA

La existencia de una vía de ferrocarril bajo nuestro paso nos obliga a disponer de una valla antivandálica, de 2,5 m de altura desde la acera, para impedir que caigan objetos o se arrojen personas sobre la vía.

3. FALSOS TÚNELES

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En cada extremo de la vía de ferrocarril se va a localizar un falso túnel, el más cercano a la Av. de Alfonso Molina tendrá una longitud de 190 m y con una disposición recta, mientras que el más alejado tendrá una longitud de 90 m y está en curva.

La tipología estructural que van a adoptar ambos túneles va a ser la misma que la de los pasos superiores, vigas doble t de hormigón con una losa de compresión apoyadas sobre estribos, para abaratar el coste general de la obra utilizando un misma tipología. En este caso el vano será de 12 m.

Dado que en ambos falsos túneles el ferrocarril llega a ellos después de salir de un túnel, se deja, en ambos casos, un margen de 20 m entre el túnel y el falso túnel, para evitar



general un túnel demasiado largo que pueda dar problemas de seguridad y favorecer la ventilación de los mismos.

En la “Instrucción sobre seguridad en túneles”, del Ministerio de Fomento, se comenta que la aplicación de la norma se debe realizar en túneles de nueva construcción de más de 300 m, que no es nuestro caso. Evitamos de esta manera la necesidad de colocación de medidas extra que podría perjudicarnos debido a las limitaciones geométricas de nuestro proyecto.

3.2. ESTRIBOS

Los estribos tendrán características similares a los de los pasos superiores. En este caso todos contarán con una altura aproximada de 10 m, 5,2 m de base y tendrán la misma longitud que cada uno de los falsos túneles. Igual que los del paso superior, estarán empotrados 2 m en el terreno.

Dado que la vía del ferrocarril discurre en pendiente, los estribos van a adecuar su geometría a esta circunstancia. Por tanto, los estribos también discurrirán a lo largo con cierta pendiente para mantener el mismo gálibo durante todo el falso túnel.

Sin embargo, se va a tener que utilizar un mortero de nivelación bajo las vigas para conseguir que estas estén rectas y evitar una mala utilización de las mismas.

En el caso del falso túnel cercano a la Av. de Monelos, dado a que está en curva, los estribos no serán iguales a ambos lados de la vía. Del lado de Matogrande, tendrá 90 m de longitud, mientras que, del lado del Parque Ofimático, tendrá 85 m de longitud.

3.3. TABLERO

Los tableros de los falsos túneles estarán formados por vigas doble T de 0,65 m de canto y una losa de compresión de 0,3 m de canto. La losa de compresión se ejecutará “in situ” sobre encofrado perdido mediante prelosas.

En el falso túnel más cercano a la Av. de Alfonso Molina, las vigas estarán separadas entre sí 1,49 m. En el túnel opuesto, del lado de Matogrande, las vigas estarán separadas entre sí 1,49 m, mientras que en el lado del Parque Ofimático estarán separadas 1,43 m.

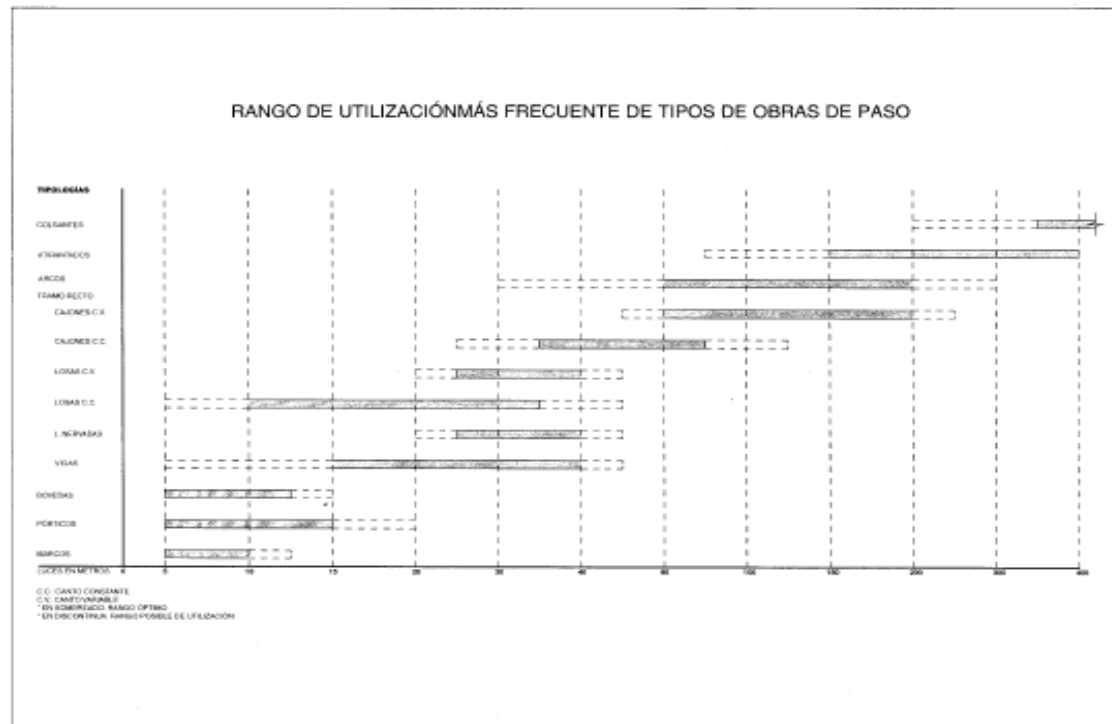
4. DIMENSIONAMIENTO

4.1. LUZ DE DISEÑO

Para el diseño de los pasos superiores se han seguido las recomendaciones del libro “Obras de paso de nueva construcción. Conceptos Generales”, del Ministerio de Fomento. En él se dan una serie de instrucciones generales para el diseño y la ejecución de obras de paso como el que estamos predimensionando.

Dado que la obra se emplaza en un ambiente urbano y se debe superar una trinchera de ferrocarril, nos encontramos una luz de aproximadamente unos 20 m. Además, debido a que tenemos un condicionante muy importante, que es el gálibo libre que tenemos que dejar al ferrocarril, se tratará de reducir la luz de proyecto lo mínimo posible para así reducir el canto final del tablero.

Para el rango de luces que tenemos, nos fijamos en las opciones que nos dan las instrucciones de diseño.



Fuente: Obras de paso de nueva construcción, Ministerio de Fomento

Según la ilustración anterior, en nuestro caso debemos utilizar una tipología de vigas.

Esta misma publicación nos recomienda, por nuestro rango de luces, que el proceso constructivo se realice mediante colocación con grúa.

4.2. TIPO DE SECCIÓN

La publicación “Obras de paso de nueva construcción” nos sugiere varios tipos de vigas y en nuestro caso, la solución que hemos escogido de vigas doble T se corresponde a un tipo de sección C o D.

Para la elección del canto de la sección debemos tener en cuenta la tipología de vigas que vamos a utilizar, el libro nos recomienda una serie de relaciones canto/luz según el tipo de vigas utilizadas.

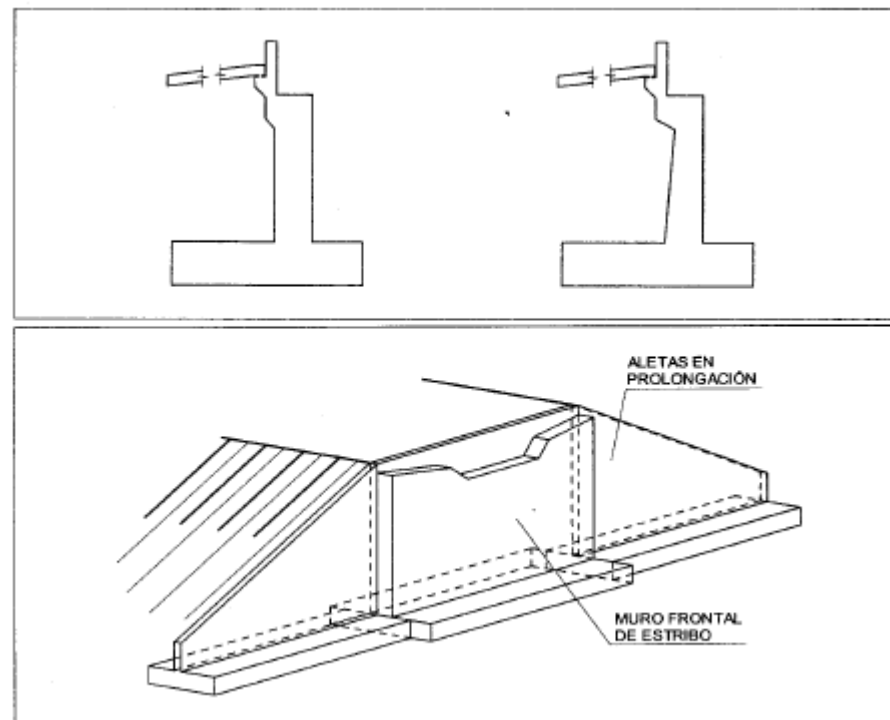
TIPO DE SECCIÓN	CANTO/LUZ
A	1/20
B	1/22
C	1/16
D	1/20
E	1/16
F	1/15

Fuente: Obras de paso de nueva construcción, Ministerio de Fomento

En nuestro caso el tipo de sección se corresponde entre la C o D, por lo tanto con una luz de 16 m que tiene nuestro paso superior, obtenemos un canto de 0,9 m.

4.3. ESTRIBOS

Al igual que el resto de los elementos del puente, la publicación que estamos siguiendo nos recomienda varios tipos de estribos. Finalmente, a causa del poco margen que existe debido a la trinchera del ferrocarril, se opta por un diseño de estribo cerrado con aletas en prolongación.



Fuente: Obras de paso de nueva construcción, Ministerio de Fomento

4.4. FALSOS TÚNELES

Los falsos túneles están dimensionados de la misma manera que los pasos superiores, debido a que comparten tipología estructural. La luz de estos túneles es de 12 m, que con una relación canto luz de 1/18, nos da un canto de 0.65 m. Sin embargo, en la solución final, hemos optado por poner un canto total de 0.95 m, esto se debe a que los falsos túneles deberán aguantar el peso extra de la tierra que estará sobre ellos.

En todo caso, en el proyecto final, habrá que realizar estos cálculos para obtener los cantos necesarios reales.

Los estribos serán de la misma tipología que los del paso superior pero no contarán con las aletas en prolongación.

4.5. BARRERAS DE SEGURIDAD

4.5.1. PRETILES

Para la elección de los pretiles se ha seguido la “Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos”.

Primero se debe de seleccionar el tipo de riesgo de accidente entre muy grave, grave o normal. En nuestro caso, debido a que el puente pasa sobre una vía férrea, tenemos un riesgo de accidente muy grave.

A continuación se selecciona el nivel de contención según del riesgo de accidente y el IMDp, que podemos encontrar en el Anejo 8 “Firmes y pavimentos”. En la Orden Circular tenemos una tabla que relaciona estos datos.

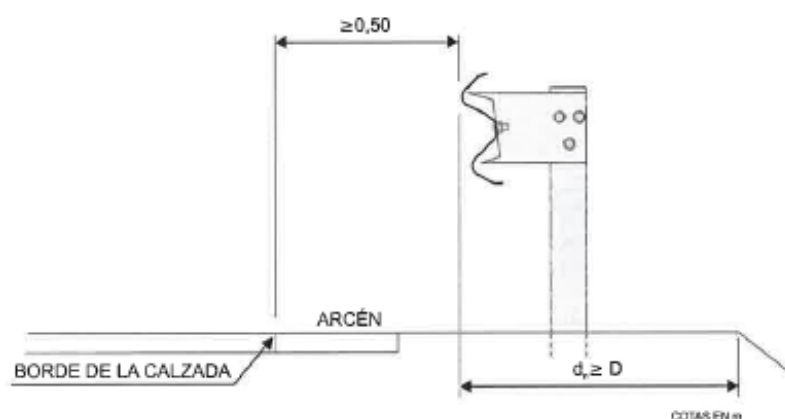
RIESGO DE ACCIDENTE ⁽¹⁾	IMD e IMDp POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMDp ≥ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMDp ≥ 2000	H2 – H3	H4b
	IMDp < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD ≥ 10000	H1 – H2	H3
	IMDp ≥ 2000	H2	H3
	400 ≤ IMDp < 2000	H1	H2
	IMDp < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMDp ≥ 2000	H1	H1 – H2
	400 ≤ IMDp < 2000	N2 – H1	H1
	IMDp < 400	N2	N2 – H1
	IMDp < 50 y Vp ≤ 80 km/h	N1 – N2	N2

Fuente: Orden Circular 35/2014

Con un riesgo de accidente muy grave y un IMDp < 2000, obtenemos un nivel de contención recomendado en pretiles de H3. En el anteproyecto nosotros optamos al

final por una contención H4a debido a que el tipo de pretil escogido no existe en la categoría recomendada.

Seguidamente se selecciona la clase de anchura de trabajo y deflexión dinámica. Al tratarse de una protección frente a desnivel, la distancia transversal al desnivel (d_n) debe ser igual o mayor a la deflexión dinámica (D).



Fuente: Orden Circular 35/2014

Finalmente, se selecciona su índice de severidad que se clasifican en las clases A,B o C siendo la clase A la de menor severidad y la C la de mayor severidad.

TABLA 4. ÍNDICES DE SEVERIDAD DE IMPACTO DE BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES (NORMA UNE-EN 1317).

ÍNDICE DE SEVERIDAD DE IMPACTO	VALORES DE LOS INDICADORES	
	ASI	THIV (km/h)
A	$ASI \leq 1,0$	≤ 33
B	$1,0 < ASI \leq 1,4$	≤ 33
C	$1,4 < ASI \leq 1,9$	≤ 33

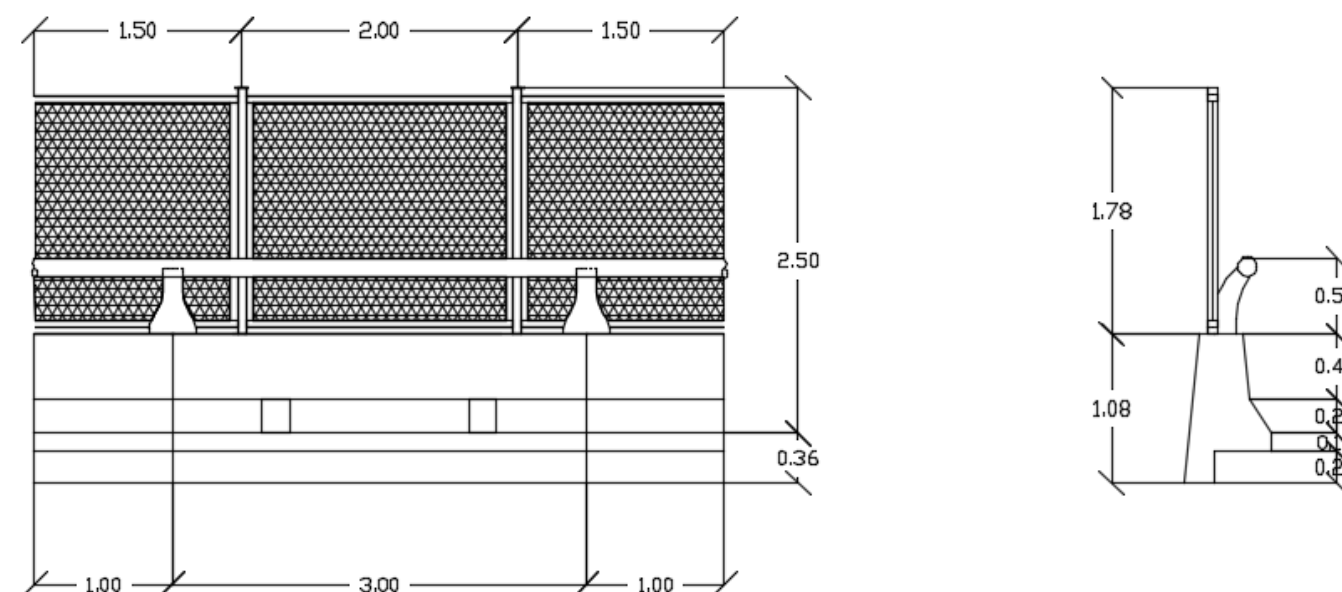
Fuente: Orden Circular 35/2014

Para barreras de seguridad y pretiles sólo se admitirán índices de severidad A y B, siendo preferibles los de clase A frente a los de clase B.

4.5.2. VALLA ANTIVANDÁLICA

Las pantallas antivandálicas en obras ferroviarias se colocan de estribo a estribo del paso superior y poseen una altura de 2,5 metros. Se encuentran formadas por un panel de metal expandido en su parte superior y chapa perfilada en su parte inferior.

Los pliegos de ADIF indican que los paneles de metal expandido poseerán una longitud de 1,75 a 2 m, que debe ser igual a la distancia entre postes. Por otro lado, los postes deben poseer la misma altura que la valla, 2,5 metros, y consistirán en tubos rectangulares de 60 x 80 mm.



Detalle pretil y valla antivandálica



ANEJO 10. Servicios afectados



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. TRÁFICO FERROVIARIO	2
3. SISTEMA VIARIO	2
4. OTROS SERVICIOS AFECTADOS.....	3



1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se enumerarán los servicios afectados por la ejecución de las obras y se explicarán las medidas necesarias para reducir el impacto sobre estos. Los principales servicios afectados van a ser el tráfico ferroviario, ya que la línea que transcurre en la zona está actualmente en uso, y el sistema viario.

2. TRÁFICO FERROVIARIO

Por la zona de actuación transcurre la línea de ferrocarril *A Coruña – León*, que es una vía no electrificada de ancho de vía ibérico. Esta línea, partiendo desde A Coruña, se bifurca en Betanzos hacia Ferrol y hacia Lugo, esta última continuando hacia León.

Dado que las obras se encuentran dentro del dominio público y de la zona de protección de la infraestructura ferroviaria, se deberá pedir al administrador de infraestructuras ferroviarias, en nuestro caso ADIF, una autorización previa para la realización de las mismas, tal como se recoge en la ley 38/2015, del sector ferroviario.

Dicha ley también recoge que, “el ocupante de la zona de dominio público ferroviario estará obligado a la limpieza y recogida del material situado en los terrenos ocupados hasta el límite de la citada zona de dominio público, previo requerimiento del administrados de infraestructuras ferroviarias de la línea”.

Una vez conseguida la autorización de las obras, habrá que realizar un plan de obra en el que se dispondrán los tajos de trabajo en los que las obras nos interfieran con el normal funcionamiento con el tránsito ferroviario. Dicho plan de obra ha de ser consensuado y aprobado por los administradores ferroviarios respecto a los horarios de circulación.

En un primer vistazo a los horarios de transporte de pasajeros, ya que no se ha conseguido horarios de mercancías, se prevé complicada la ejecución de las obras durante el día, por lo que se propone la ejecución de las mismas por la noche, donde el tráfico ferroviario es más reducido.

Aun así, como se ha comentado con anterioridad, estos planes de trabajo habría que consensuarlos con la administración ferroviaria, por lo que no se ha incluido en este anteproyecto un plan de obra dada la imposibilidad de realizarlo.

3. SISTEMA VIARIO

Las calles afectadas principalmente son la calle Juan Diaz Porlier, dado que al final de la misma se construirá el paso superior, el ámbito de la rotonda de Matogrande con P.O.C.O.M.A.C.O, para construir el acceso de esa zona, y la calle del Parque Ofimático que conecta todas estas obras.

En la primera se verán principalmente afectados los residentes de los edificios colindantes a las obras, a los que habrá que dejar una zona de tránsito tanto a portales como a garajes. También se eliminarán plazas de aparcamiento en superficie durante las obras para facilitar el tránsito de la maquinaria necesaria, dado que actualmente se trata de una calle estrecha por culpa de sus características actuales.

En la zona de la rotonda de Matogrande con P.O.C.O.M.A.C.O, se verán eliminadas todas las plazas de aparcamiento que hay en superficie en la zona, dado que las obras se llevarán a cabo sobre el aparcamiento que actualmente existe. También, eventualmente se podrá proceder a realizar cortes en las carreteras que lindan a esta zona para facilitar el tránsito de maquinaria, si fuese necesario.

Por último, la calle afectada del Parque Ofimático, dependerá la afección de las obras a esta si está finalizada o no al comienzo de las obras, ya que actualmente la urbanización del barrio está paralizada. Por lo tanto, las medidas a adoptar dependerán si la ejecución de las obras proyectadas en este anteproyecto se llevan a cabo a la vez que se construye la susodicha calle o si la calle ya está finalizada.



4. OTROS SERVICIOS AFECTADOS

En la zona de actuación también existen otros servicios que podrían verse afectados por las obras, entre ellos el colector Bens-Pasaje, el gaseoducto A Coruña - Vigo o las servidumbres aeronáuticas.

El colector transcurre por la zona del paso superior a una profundidad aproximada de 17 m por debajo de las manzanas más desfavorables del plan Parcial, las más cercanas al paso superior. Este deberá tenerse en cuenta al implantar las estructuras necesarias en la zona.

El gaseoducto discurre entre la boca del túnel del ferrocarril y la Av. de Alfonso Molina, en un principio no nos afectaría directamente a las obras previstas, pero habrá que tenerlo en cuenta para impedir posibles complicaciones en el futuro.

En el caso de las servidumbres aeronáuticas, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- La ejecución de cualquier construcción o estructura y la instalación de los medios necesarios para su construcción requerirá resolución favorable de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).
- Las instalaciones previstas por el planeamiento dentro del área afectada no podrán emitir humo, polvo, niebla o cualquier otro fenómeno en niveles que constituyan un riesgo para las aeronaves, así como deben evitarse las reflexiones de luz solar o fuentes de luz artificial que puedan molestar a los tripulantes de las aeronaves.
- Las infraestructuras viarias deberán tener en cuenta las servidumbres aeronáuticas evitando que la señalización, postes, etc. O el gálibo de los vehículos invadas dichas superficies que podrían provocar perturbaciones en las señales radioeléctricas de navegación.

- En el caso de contradicción entre el presente anteproyecto y la normativa aeronáutica, prevalecerán las limitaciones y condiciones impuestas por las Servidumbres Aeronáuticas.



ANEJO 11. Urbanización



ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	2
2. RAMPAS Y ESCALERAS	2
2.1. RAMPAS.....	2
2.2. ESCALERAS.....	2
3. ILUMINACIÓN	3
4. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO y DEFENSAS	3
5. JARDINERÍA.....	3



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se van a describir las distintas actuaciones realizadas en la superficie para urbanizar la zona de las obras. Van a tener especial relevancia las zonas de los falsos túneles, donde se van a construir zonas de tránsito para los peatones, atendiendo a los usos del suelo proyectados en el plan Parcial de la zona.

En el falso túnel más cercano a la Av. de Monelos, se va a construir una plaza que contará con zonas ajardinadas, juegos infantiles y zonas de descanso. Los accesos a la plaza están formados por un acceso a nivel del lado de Matogrande, mientras que del lado del Parque Ofimático, dada la diferencia de cotas, se accederá mediante una escalinata que contará con una rampa para minusválidos.

En el caso del otro falso túnel, únicamente se urbanizará el extremo norte, puesto que en el otro extremo del túnel se tienen previstos usos escolares para la zona. En la zona urbanizada, dada la diferencia de cotas entre los barrios, se proyecta una escalinata con zonas planas amplias para aprovechar su uso.

Para la realización de estas actuaciones, se ha tenido en cuenta la Orden VIV/561/2010, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.

2. RAMPAS Y ESCALERAS

2.1. RAMPAS

Las rampas que se coloquen en la zona deberán cumplir una serie de características:

- Los tramos de las rampas tendrán una longitud máxima de 10 m y una anchura libre de paso de 1,80 m.
- La pendiente longitudinal máxima será del 10% para tramos de hasta 3 m de longitud y del 8% para tramos de 10 m.

- Los rellanos situados entre tramos de una rampa tendrán el mismo ancho que esta, y una profundidad mínima de 1,80 m cuando exista un cambio de dirección entre los tramos.
- Al inicio y al final de la rampa deberá existir un espacio de su misma anchura y una profundidad mínima de 1,50 m libre de obstáculos.
- Se colocarán pasamanos ambos lados de cada tramo.

En nuestro caso, la rampa colocada tiene una pendiente longitudinal de 8% en tramos de entre 7 y 3 m. Consta de un ancho de 2 m y los rellanos tienen unas dimensiones mínimas de 2 m por 2 m.

2.2. ESCALERAS

En el caso de las escaleras, deberán cumplir las siguientes características:

- Los tramos de escaleras deberán tener 3 escalones como mínimo y 12 como máximo, una anchura libre de paso de 1,2 m y una directriz preferiblemente recta.
- Los escalones contarán con una huella mínima de 30 cm y contrahuella máxima de 16 cm, cumpliendo en cualquier caso una relación de: $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$.
- En la misma escalera, las huellas y contrahuellas serán iguales.
- Los rellanos tendrán el mismo ancho que la escalera y una profundidad mínima de 1,20 m.
- Se colocarán pasamanos a ambos lados de la escalera o barandillas si existen desniveles a los lados de la escalera.

Las escaleras colocadas en nuestra obra tienen todas una huella de 30 cm y una contrahuella de 15 cm, teniendo el mayor tramo 6 escalones y una relación huella contrahuella de 60 cm. Los rellanos mínimos tienen una profundidad de 2,3 m.



3. ILUMINACIÓN

En este anteproyecto no se ha diseñado el sistema de iluminación, se ha realizado una estimación de la posición de las luminarias necesarias en la zona que se podrá ver en el plano correspondiente.

Las luminarias se han colocado con una separación de 30 m entre ellas y con una altura de 10 m. Se situarán a ambos lados de la calle del Parque Ofimático por ser una calle con dos carriles por sentido y cuenta con una mediana.

En el caso de los puentes del paso superior, se colocará una única línea de luminarias puesto a que solo tiene un carril de circulación.

La plaza situada sobre el falso túnel, así como su rampa de acceso, contarán con luminarias de 5 m de altura y una separación entre ellas de 15 m.

Se procurará, siempre que sea posible, la colocación de iluminación led y que se evite iluminar hacia el cielo, siguiendo las instrucciones de ahorro energético y reducción de la contaminación lumínica del Ayuntamiento de A Coruña.

4. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO y DEFENSAS

La señalización ha de estar compuesta por señalización horizontal, vertical y marcas viales, siguiendo lo descrito en la *Norma 8.1- I.C, Señalización vertical* y en la *Norma 8.2- I.C, Marcas viales*.

Las defensas utilizadas ya se han descrito en el *Anejo 9. Estructuras*, y constarán de pretiles de hormigón con baranda y vallas antivandálicas.

5. JARDINERÍA

En numerosas zonas de la obra se han dispuesto zonas de vegetación donde se extenderá tierra vegetal y se procederá a la siembra de césped, quedando a disposición de una futura negociación con el Ayuntamiento de A Coruña, la elección final de los elementos vegetales a plantar según los criterios del Ayuntamiento.

Alguna de las zonas donde se deberán ejecutar estos trabajos en los bordes de los falsos túneles, zonas de la plaza y en los márgenes del paso superior.