



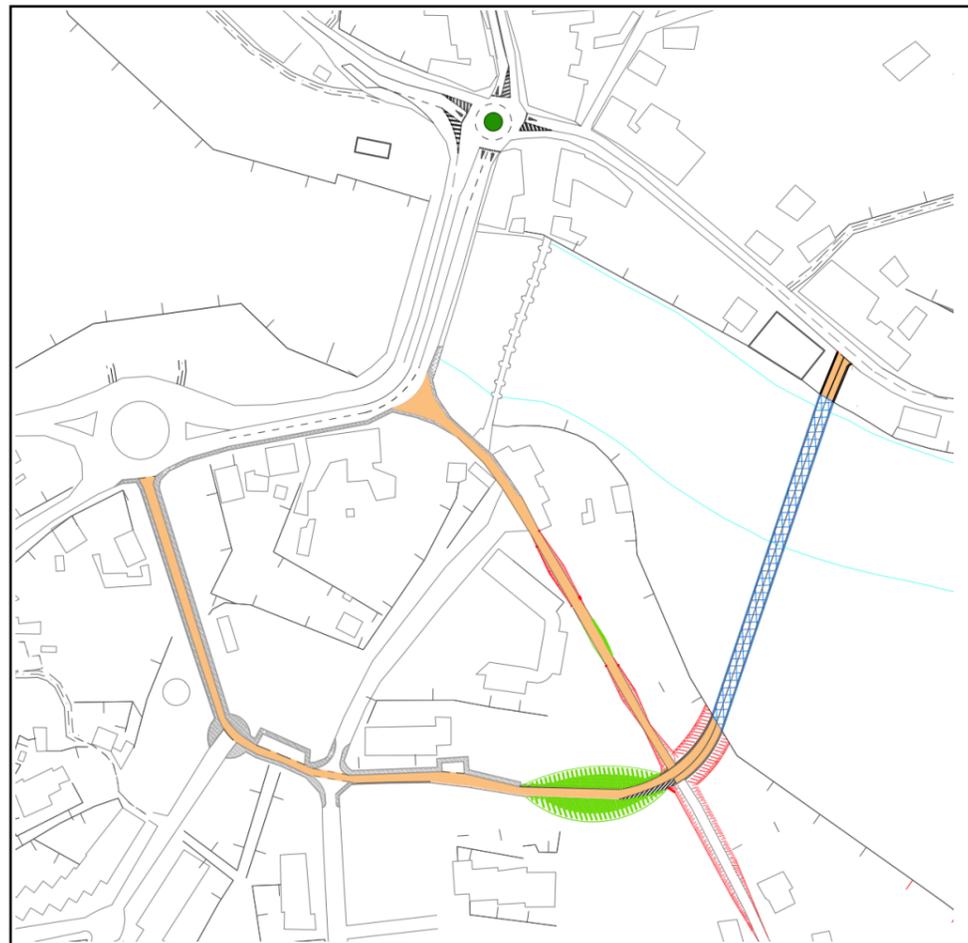
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

FUNDACIÓN DE LA
INGENIERÍA CIVIL DE
GALICIA



MEJORA DE LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA DE PORTUGAL CON LA AVENIDA JULIÁN VALVERDE A SU PASO POR A RAMALLOSA (PONTEVEDRA)

(Anteproyecto)



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

Patricia Pérez Fernández

Proyecto de Fin de Grado

Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

Septiembre 2014



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.
2. ESTADO ACTUAL Y OBJETIVOS.
3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA.
4. TRÁFICO.
5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.
6. ESTRUCTURAS.
7. TRAZADO.
8. FIRMES



1. ANTECEDENTES

El presente anteproyecto responde a la necesidad de su elaboración para la superación de la asignatura “Proyecto de Fin de Grado” enmarcada dentro de los estudios de “Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil” impartidos por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la “Universidade da Coruña”.

Debido a su carácter eminentemente académico y ante la imposibilidad de disponer de datos detallados y específicos, algunas constantes y datos empleados son meras estimaciones de la realidad, que se suponen muy ajustadas pero que no proceden de las correspondientes pruebas y ensayos. Así mismo, ocurre con la cartografía y topografía empleada, que ha sido facilitada por la propia Escuela de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña y que debería corresponder a un levantamiento topográfico específico de la zona en caso de tratarse de un proyecto de construcción que se fuese a ejecutar.

Dadas las características académicas de este trabajo, se realiza el proyecto de construcción sin tener ningún otro estudio previo, por lo que en este proyecto se realizará un estudio de alternativas, donde se decidirá la solución a desarrollar, a partir de la información y datos obtenidos de la zona de proyecto.

2. ESTADO ACTUAL Y OBJETIVOS.

El proyecto que se propone pretende mejorar la intersección a nivel de las cuatro vías que confluyen en el límite de los municipios de Nigrán y Baiona, en el núcleo urbano de A Ramallosa.



Figura 1. Fotografía aérea de la zona de estudio.

Dicha intersección se resuelve en la actualidad mediante una glorieta (como podemos observar en la fotografía anterior) cuya capacidad resulta, fundamentalmente en temporada estival, insuficiente para el volumen de vehículos que soporta, como se puede ver en el Anejo Nº2: Tráfico. Esta intersección juega un papel muy importante en el tráfico de la zona pues forma parte de la ruta de todos los vehículos que pretendan acceder al municipio de Baiona por una vía sin peaje, debido a la frontera que constituye el Río Miñor entre las dos villas vecinas. El volumen de los mencionados vehículos es elevado, pues a pesar de contar con una opción alternativa como es la AG-57, los altos peajes de la misma hace que la gran mayoría de los usuarios no tengan en cuenta esta como una opción si se desplazan desde municipios próximos como Nigrán o, fundamentalmente, Vigo.

Con este anteproyecto se persigue, entre otros objetivos, una mejora de la accesibilidad y de

la seguridad vial en la zona, una disminución del tiempo de viaje y la reducción del coste de transporte.

La justificación total del anteproyecto, así como los objetivos que se persiguen con el mismo, los podemos encontrar en el Anejo N°3: Estudio de Alternativas.

Asimismo es importante destacar que la desembocadura del Río Miñor está formada por el área intermareal de A Foz, incluida en la Red Natura 2000 de la Unión Europea, por su especial calidad ambiental y paisajística, y como importante zona de anidación de gran variedad de aves. Por este motivo, y aunque la situación exacta de nuestro proyecto ya no recae sobre la zona indicada por la UE, el impacto ambiental es un factor a tener en cuenta en el diseño de la estructura. Se pretende que las afecciones que el proyecto produzca sean lo menos desfavorables posible para el entorno.



Figura 2. Situación de la actuación en Galicia.

3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA

3.1 SITUACIÓN

La actuación se sitúa en el núcleo urbano de A Ramallosa, condiciendo con la desembocadura del Río Miñor. Este núcleo de población, que forma parte del municipio de Nigrán, se encuentra en el suroeste de la provincia de Pontevedra, a una distancia de 17 Km de Vigo, a 46 Km de la ciudad de Pontevedra y a 106 Km de la capital gallega, Santiago de Compostela.



Figura 3. Situación de la actuación con respecto Pontevedra y Vigo.



3.2 TOPOGRAFÍA

El proyecto se localiza en el límite del municipio de Nigrán, parroquia de A Ramallosa, con el de Baiona y su parroquia de Sabarís. Estos dos ayuntamientos, junto al de Gondomar, forman la comarca natural conocida como Val Miñor, que debe su nombre al río homónimo. Este valle forma parte del área metropolitana de Vigo y limita al Norte con el Ayuntamiento de Vigo, al Sur con la Comarca do Baixo Miño y al Este con el Ayuntamiento de O Porriño.



Figura 4. Panorámica del Val Miñor desde la sierra de A Groba.

El Val Miñor se encuentra rodeado por montes: el Monte Alba por el Norte, la sierra del Galiñeiro y San Xulián por el Este, y al Sur por la sierra de A Groba. Estos montes alcanzan una altura máxima de 500 metros en el Alto de Canaval al Norte, 700 metros en el pico del Galiñeiro al Este y 652 metros en el pico Abrutias en la sierra de A Groba. Al Oeste se encuentra el Océano Atlántico que se adentra hacia la tierra formando la Bahía de Baiona.

La zona de estudio se encuentra en el corazón del Valle, en el límite de los ayuntamientos de Baiona y Nigrán. Como resumen de las características de esta zona se puede destacar que se trata de una zona casi totalmente horizontal, a la cota aproximada de cuatro (4) metros, ya

que se trata de zonas de relleno.

3.3 GEOMORFOLOGÍA

La zona de estudio está situada en un sistema barrera-laguna litoral. Las lagunas litorales aparecen cuando una barrera arenosa restringe total o parcialmente la comunicación entre las aguas de la laguna interior y las aguas del mar. Esto se asocia generalmente a la desembocadura de un río, aunque el caso de la zona de estudio son tres: Río Miñor, Río Groba y Río Belesar, los ríos que desembocan. Se trata de un área constituida por sedimentos oscuros finos, de limos y arcillas enriquecidos con materia orgánica. Además es un sistema sometida a la influencia de las mareas y de las olas del mar.

Podremos conocer mejor las características geológicas y geotécnicas de la zona de estudio en el Anejo nº1: Geología y Geotecnia.

4. TRÁFICO

La intersección a analizar constituye el nodo más importante y con más circulación de toda la comarca del Val Miñor, ya que se encarga de distribuir todo el tráfico entre los tres ayuntamientos de la misma, junto con el procedente de Vigo y su área metropolitana que tiene como destino el municipio baionés.

Actualmente la glorieta que existe como única respuesta a la intersección entre las cuatro vías que confluyen en la zona de estudio, cuenta con una capacidad insuficiente para permitir el tráfico fluido de vehículos. Nuestra actuación se orienta principalmente a dar solución a esta insuficiente capacidad.

Los aforos de tráfico y análisis de capacidad de la glorieta que nos muestran esta problemática y el buen funcionamiento de la solución adoptada, así como estudios direccionales de tráfico, podemos



observarlos en el Anejo de Tráfico correspondiente.

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este estudio se plantean cuatro alternativas diferentes, con las cuales se pretende disminuir el volumen de tráfico que entra en la glorieta que existe como respuesta actual a la intersección a nivel de las 4 vías: Avenida de Portugal, Calle Manuel Lemos, Calle Torrente Ballester y Avenida de Julián Valverde. Se busca principalmente disminuir el tráfico entrante, en lugar de aumentar la capacidad de la glorieta, ya que las actuaciones de este tipo tienen una mayor complejidad de ser llevadas a cabo debido a la situación de la misma en pleno núcleo urbano.

La **Alternativa nº 1** consiste en realizar un paso inferior que dé continuidad al flujo de tráfico en la PO-552 (Calle Manuel Lemos – Avenida Julián Valverde), resolviendo la intersección hacia Gondomar y Panxón con una glorieta en superficie, coincidente con la ya existente. Esta solución además de retirar una gran parte del volumen de tráfico de la intersección, pues es el itinerario mayoritario, mejora notablemente la seguridad vial al retirarlo también de todo el núcleo urbano de A Ramallosa.

La **Alternativa nº2** coincide básicamente con la primera, pero en lugar de dar continuidad al flujo de la PO-552 mediante un paso inferior, se emplea un paso superior. Las ventajas son coincidentes con las nombradas anteriormente.

La **Alternativa nº3** consiste tanto en la ampliación de la glorieta existente para mejorar su capacidad, así como en la construcción de varios carriles adicionales que permitan tomar un determinado itinerario sin entrar en la misma. El primero de ellos se dirige desde la Avenida Julián Valverde a la Avenida de Portugal y el segundo desde la Avenida de Portugal hacia la Calle Manuel Lemos.

Por último, la **Alternativa nº4** consiste en el diseño de un trazado alternativo que permita unir la Avenida de Portugal con la Avenida de Julián Valverde sin necesidad de pasar por el nudo de A Ramallosa. Para el mismo sería necesario la construcción de un puente sobre el Río Miñor y un pequeño tramo de calzada en el tanto en el borde Sur como en el borde Norte del río, así como el acondicionamiento de las Calles Estuciana y Puente Romano para recoger el tráfico del mismo y dirigirlo hacia la glorieta de entrada en Baiona.

Una vez definidas las características básicas de cada alternativa haremos un análisis comparativo de las mismas en función de los siguientes criterios:

- Tráfico y seguridad vial.
- Impacto ambiental.
- Coste económico.
- Impacto social.
- Criterio técnico.

El resumen comparativo podemos observarlo a continuación:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Tráfico y seguridad vial	4	4	3	8
Impacto ambiental	3	5	8	2
Criterio económico	3	4	6	2
Criterio técnico	3	4	4	6
Impacto social	3	3	1	7
Puntuación	3,3	4,15	4,75	5,05



Teniendo en cuenta los diferentes pesos asignados a cada uno de los criterios y aplicando un análisis Multicriterio se ha determinado que la mejor alternativa es la **Alternativa nº4**.

En el Anejo nº3: Estudio de Alternativas, se puede observar la justificación de la valoración de cada uno de los criterios para las cuatro alternativas, así como un estudio previo más profundo y la definición geométrica de las diferentes soluciones planteadas.

6. ESTRUCTURAS

El trazado alternativo elegido como solución incluye la construcción de un viaducto sobre el Río Miñor.

Para la construcción de dicho viaducto se han seguido los siguientes documentos:

- “Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas I. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Carreteras. “
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras (IAP-11). Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

La estructura diseñada consta de cuatro vanos de 36 m entre ejes de apoyo de vigas, con lo que se alcanza una longitud total de 144 m.

El viaducto necesita de la construcción, en todos sus vanos, de un tablero de vigas pretensadas, sustentado por estribos de hormigón armado. Éste está formado por vigas pretensadas de sección en doble T (apoyadas isostáticamente en sus extremos), losa superior de hormigón armado y vigas riostras que unen transversalmente las vigas en sus zonas de apoyos. En cuanto a los estribos, están constituidos por muros y zapatas de cimentación de hormigón armado. Los primeros incluyen el

muro frontal, los muros laterales y las aletas. Los apoyos intermedios se llevarán a cabo con las pilas y dinteles establecidos en dicha colección.

7. TRAZADO

El trazado elegido como solución al problema discurre en su mayoría por vías ya existentes pertenecientes a zona urbana y que son, por lo tanto, difícilmente modificables. En consecuencia se ha decidido mantener las características geométricas de la mismas limitando la velocidad de circulación, para que esta tenga lugar en condiciones de comodidad y seguridad, a $v=40$ Km/h. Esta velocidad se considera suficiente para la función principal de dicho trazado: mejorar la accesibilidad.

En cuanto a los tramos de nueva construcción, se respetarán los parámetros establecidos para $V_p=40$ km/h por la “Norma 3.1-IC. Trazado de la Instrucción de Carreteras” del Ministerio de Fomento (1999).

Las alineaciones que constituyen el trazado en planta del tramo de nueva construcción son las siguientes::

P.K Inicial	P.K Final	Tipo de Elemento	Longitud (m)	Radio (m)	A (m)
0+000	0+146,546	Recta	146,546	-----	-----
0+146,546	0+250,953	Clotoide	104,407	51	45
0+250,953	0+29,433	Recta	41,39	-----	-----

En cuanto al trazado en alzado se pueden observar sus características en el correspondiente Perfil Longitudinal del llamado Eje 1.



8. FIRMES

Para la definición de la sección de firmes se ha empleado la normativa 6.1-IC “Secciones de firme”. Para su dimensionamiento, deberemos conocer las características de la explanada, los materiales para las secciones de firmes y la IMD de vehículos pesados en el año de puesta en servicio (2016).

En nuestro caso no conocemos la IMD de vehículos pesados en nuestro carril de proyecto, sin embargo podemos asegurar que está no será superior a 150 vp/d, por lo que nuestra categoría de tráfico es T31 y tendrá una explanada de categoría E2. La sección de firme elegida es la 3121 que estará compuesta por las siguientes capas:

- **Capa de rodadura:** 4 cm de mezcla bituminosa tipo AC-16 surf B50/70 D.
- **Capa intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC-22 bin B50/70 S.
- **Capa de base:** 7 cm de mezcla bituminosa tipo AC-32 base B50/70 G.
- **Capa de sub-base:** 40 cm de zahorra artificial ZA 40.

Se aplicará un riego de adherencia entre la capa de rodadura e intermedia y entre la intermedia y la capa de base. A mayores, se aplicará un riego de imprimación sobre la zahorra artificial.

La justificación completa de la elección de esta sección y la descripción detallada de la misma la podemos encontrar en el Anejo nº5: Firmes.

9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA.

ANEJOS:

1. Geología y Geotecnia.
2. Tráfico.
3. Estudio de alternativas.
4. Estructuras.
5. Firmes

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

0. Situación
1. Planta General.
2. Trazado en Planta.
3. Perfil Longitudinal
4. Secciones Tipo.
5. Estructuras.
6. Firmes

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

10. CONCLUSIÓN

El presente anteproyecto, “Mejora de la intersección entre la Avenida de Portugal y la Avenida de Julián Valverde a su paso por A Ramallosa (Pontevedra)”, ha sido redactado conforme a la legislación y normativa en vigor.



Se considera que con lo desarrollado en la presente memoria, junto con los anejos, los planos y el presupuesto, la actuación se encuentra suficientemente proyectada de acuerdo al nivel de detalle exigido en un anteproyecto. Por lo que se eleva su aprobación al Tribunal de Proyecto Fin de Grado.

A Coruña, 1 de Septiembre de 2014

La autora del anteproyecto,

Patricia Pérez Fernández



ANEJO Nº1

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

- 1. INTRODUCCIÓN.**
- 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.**
- 3. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.**
- 4. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.**
- 5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.**
- 6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.**
- 7. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS TERRENOS.**

APÉNDICE Nº1: MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, HOJA 261.

APÉNDICE Nº2: MAPA GEOTÉCNICO GENERAL HOJA 1-3/1-4, 16-26

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo principal que se busca con este estudio, es la caracterización geológica y geotécnica de la zona de trabajo. Sin embargo ésta se realizará a grandes rasgos debido al carácter de anteproyecto de nuestro estudio y no se llevará a cabo un campaña de campo que si sería necesaria en caso de elaboración del proyecto definitivo.

Toda la información aquí recopilada y analizada se ha obtenido de la Hoja número 261, división 04-12 (Tuy) del Mapa Geológico de España a escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y del Mapa Geotécnico General, Hoja 1-3/1-4, 16-26 Pontevedra - La Guardia a escala 1/200000. En el Apéndice nº1 y nº2 de este anejo podemos observar, respectivamente, dichos mapas.

2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.

Desde el punto de vista geográfico se sitúa la Hoja Número 04-12 (Tuy) del Mapa Geológico de España en la parte sur-occidental de la región gallega, extendiéndose desde Balona a las proximidades de Pontearreas.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja se sitúa, en su totalidad, dentro de la zona paleogeográfica de Galicia Occidental. A grandes rasgos la zona está ocupada por rocas ígneas, en su mayoría originadas durante los diferentes episodios de la Orogenia Hercínica y otras (oroneises leucocráticos) de edad anterior a las primeras manifestaciones de esta orogenia. Solamente quedan dos grandes afloramientos ocupados por rocas metasedimentarias, ambos con una marcada dirección N-S, aunque con diferentes grados de metamorfismo y sin conexión cartográfica. El primero de los afloramientos se dispone entre Monteferro y O Rosal y el segundo entre Vigo y Tui.

A continuación se describen brevemente las características de las formaciones que en el mapa geológico aparecen en la zona del proyecto.



FIGURA 1: Fragmento Mapa Geológico de España.

Cuaternario

- Formaciones recientes:
 - QLi: Limos de inundación: Constituidos por un conjunto de suelos de alteración y por un conjunto de depósitos marinos, formados por arcillas y legamos con una importante proporción de materia orgánica y algunos cantos rodados de cuarzo.
 - QP: Depósitos de playa: Están formados por una mezcla de materiales (cantos y arenas) procedentes de la degradación del granito.
 - QC: Depósitos coluviales: Formados por un conjunto de arenas, limos y cantos graníticos con estructura caótica y generalmente con bajo grado de compactación.
 - QAI-C: Depósitos aluvio-coluviales: Mismas características que los anteriores.



- Terrazas:
 - QT4: Terraza de 0 a 10 m: Formada por gravas cuarcíticas poco cementadas, entre las que se interdigitan pasadas arenosas con estratificaciones cruzadas y lechos blancos o versicolores de acillas. Contiene en su techo una capa limo-arcillosa parda, con cantos silíceos o silicatados dispersos que no llegan a constituir, en ningún caso, una trama cerrada

Precámbrico-silúrico

- *Complejo Monteferro El Rosal*

- PC-S: Pizarras, esquistos y paraneises

La columna estratigráfica general de esta serie vendría representada por:

a) Un conjunto basal formado por esquistos andalucíticos y a veces granatíferos, de aspecto lustroso y color verde azulado y con una notable homogeneidad litológica.

b) Un potente paquete de alternancias cuarcíticas y micaesquistos de andalucita y biotita, los niveles cuarcíticos son de color ocre o ligeramente rosados.

c) Un tramo pelítico en el que destaca un nivel de micaesquistos pardorrojizos con gruesos cristales de andalucita, cuya compacidad y dureza determina que originen resaltes de crestas agudas.

d) Por último, un tramo pelítico-psamítico de micaesquistos oscuros, cuarzo-esquistos, esquistos arenosos y cuarcitas negras ferruginosas; ocasionalmente y de forma lantejonar se intercalan, en este tramo, unos niveles de pizarras ampelíticas de color negro.

- *Rocas ígneas*

- γ^2 : Granito de dos micas poco deformado

- $\gamma\eta^2$: Granodiorita precoz

3. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

En la Hoja 1-3/1-4, 16-26 Pontevedra - La Guardia del Mapa Geotécnico General se distinguen, diferentes áreas. Sin embargo, a partir de este apartado, solo nos vamos a centrar en las características del Área I₂, en la que se localiza nuestra zona de proyecto.

El Área I₂ es de morfología muy variada, pasando desde prácticamente llana, con pendientes <3% hasta abrupta, con pendientes del 10 al 15%. Parte de ella muestra gran esquistosidad y facilidad de alteración en lajas, mientras que en las zonas de Porriño y sus alrededores (depósitos granulares y margosos) no aparece este fenómeno. Por lo general, los fenómenos exógenos más importantes estarán ligados en las rocas del primer grupo, a deslizamientos a favor de las direcciones de tectonización, y a desmoronamientos por lavado de la matriz de unión en los depósitos del segundo grupo. Posee en principio un grado de estabilidad natural aceptable, que puede pasar, al darse los factores anteriormente expuestos, a desfavorable.

Estudiando el mapa de Características Morfológicas que encontramos en el Apéndice nº2 de este Anejo, observamos:

- Interpretación mapa topográfico: Zona P: zona plana (pendientes <7%).
- Grado estabilidad: IN: estabilidad en condiciones naturales, inestabilidad bajo la acción del ser humano .
- Fenómenos geológicos exógenos: Cercanía de una zona sssss: recubrimiento por alteración.

4. CARÁCTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.

El área I₂ está formada por dos tipos de materiales, unos compactos, lajosos y de colores vivos (rojizos, amarillentos, marrones, etc.) entre los que se encuentran micacita, esquistos, serpentinas y pizarras y otros, de tipo granular y margoso, de colores claros y asalmonados.



Todos ellos son fácilmente erosionables.

El aprovechamiento industrial de los primeros es escaso, no así el de los segundos que se emplean en construcción e industrias cerámicas.

5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.

De los dos grupos litológicos que aparecen en el Área I2 –los esquistos y los conglomerados y margas-, el primero se considera como semipermeable, si bien con una clara tendencia a la impermeabilidad. En el segundo sin embargo, la tendencia es hacia la permeabilidad. Generalmente no aparecen en el primero niveles acuíferos definidos y extensos, estando ligada la existencia de agua a fenómenos de fracturación. En el segundo la aparición de niveles acuíferos es más posible estando ligada a las zonas en donde predominan las formaciones de gravas depósitos y granulares.

El Área se considera en general como drenada en superficie y con unas condiciones hidrológicas, bajo el punto de vista constructivo, que oscilan entre deficientes y aceptables. Su drenaje está en función casi exclusiva de sus características morfológicas, apareciendo allí donde la topografía se allana y se dan rocas esquistosas, extensas zonas inundadas siendo en el resto de ella el saneamiento bueno.

En la zona de estudio el mapa correspondiente muestra lo siguiente:

- Condiciones de drenaje: D: drenaje deficiente, zona ocupada temporalmente por agua.
- Permeabilidad: s: Materiales semipermeables.
- Hidrología subterránea: pueden aparecer acuíferos aislados.

6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

Los terrenos del Área I2 tienen por lo general capacidades de carga altas, no existiendo la posibilidad de la aparición de asentamientos de ningún tipo, si bien puede darse, tal como ya se indicó en sus

características geomorfológicas, la existencia de deslizamientos. Las condiciones constructivas oscilan entre favorables y aceptables, por verse afectadas muchas veces por las adversas condiciones hidrológicas y geomorfológicas.

De el mapa correspondiente extraemos:

- Capacidad de carga: A: alta.
- Grado de sismicidad: A: bajo.
- Asientos previsibles: i: inexistencia de asentamientos.

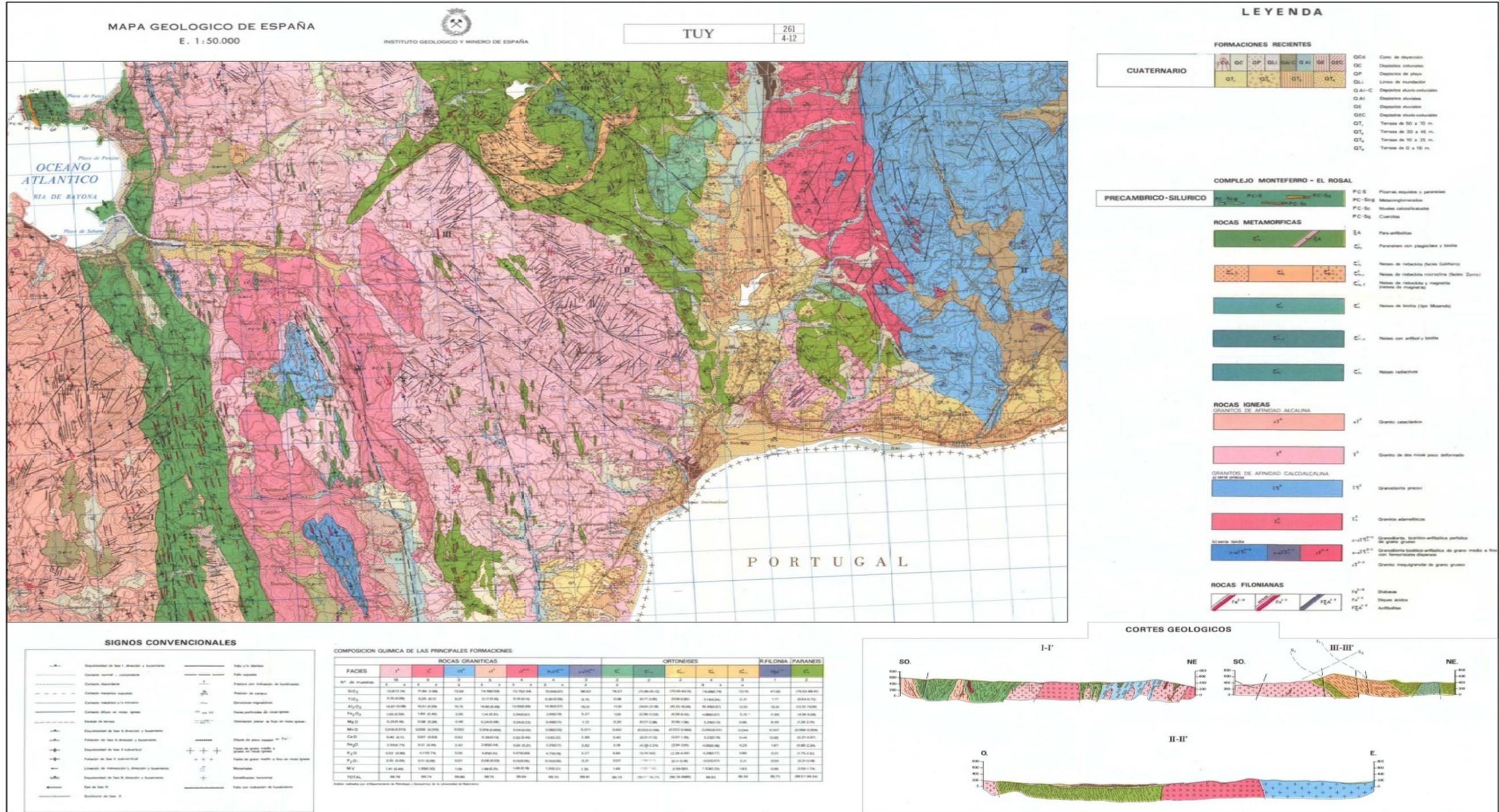
7. INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS TERRENOS.

La serie de características analizadas a lo largo de apartados anteriores sirven de base para poder pasar a dar sus condiciones constructivas. Así, en la zona del proyecto las condiciones constructivas se consideran condiciones constructivas aceptables, con problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.).

La aceptabilidad constructiva viene dada por su morfología desigual, con pendientes de tipo medio y rápidos cambios de relieve, así como por las eventuales zonas de alteración que confieren al conjunto unas características mecánicas desiguales, así como la posible aparición de desmoronamientos de las partes alteradas.



APÉNDICE nº1: MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. HOJA 261

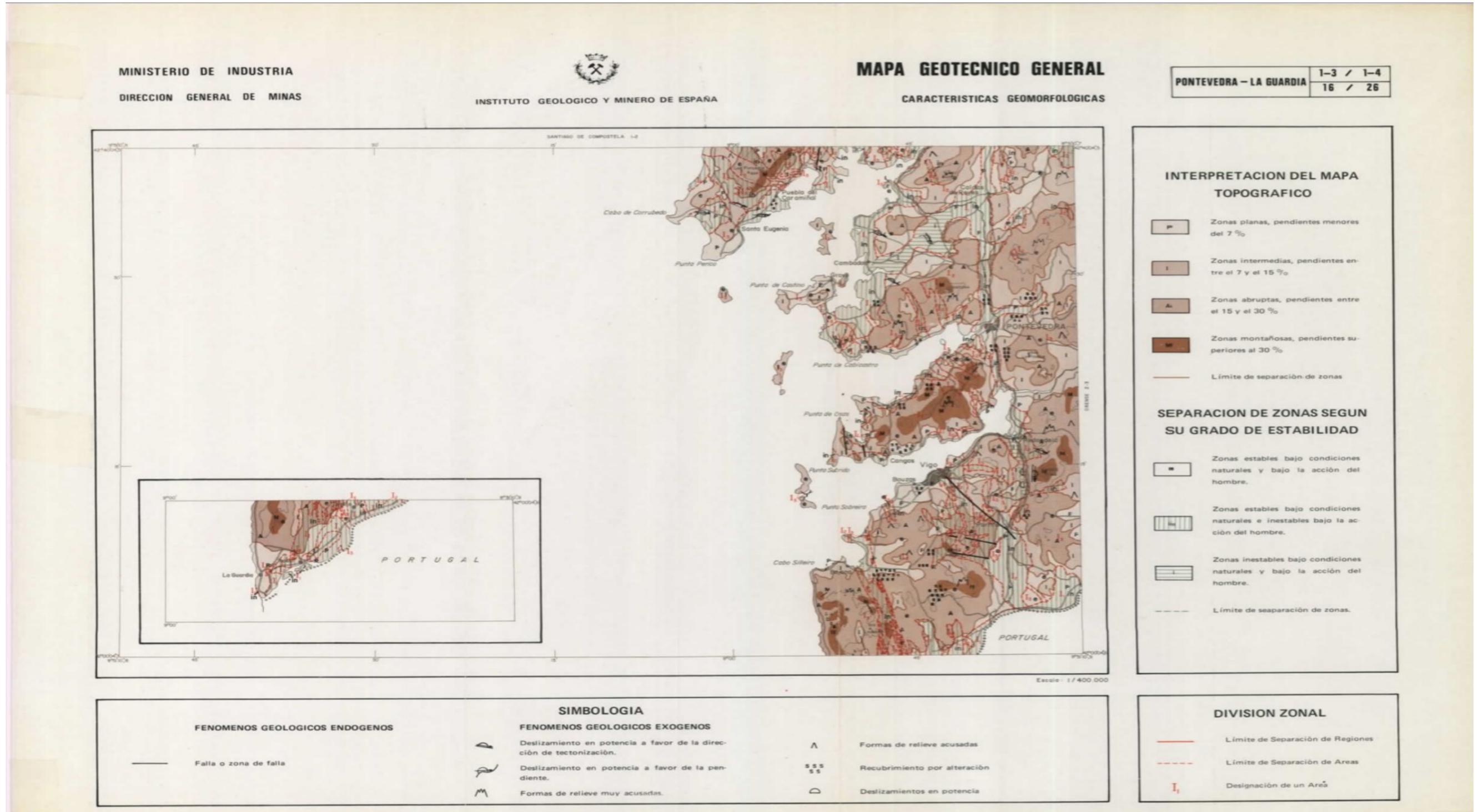


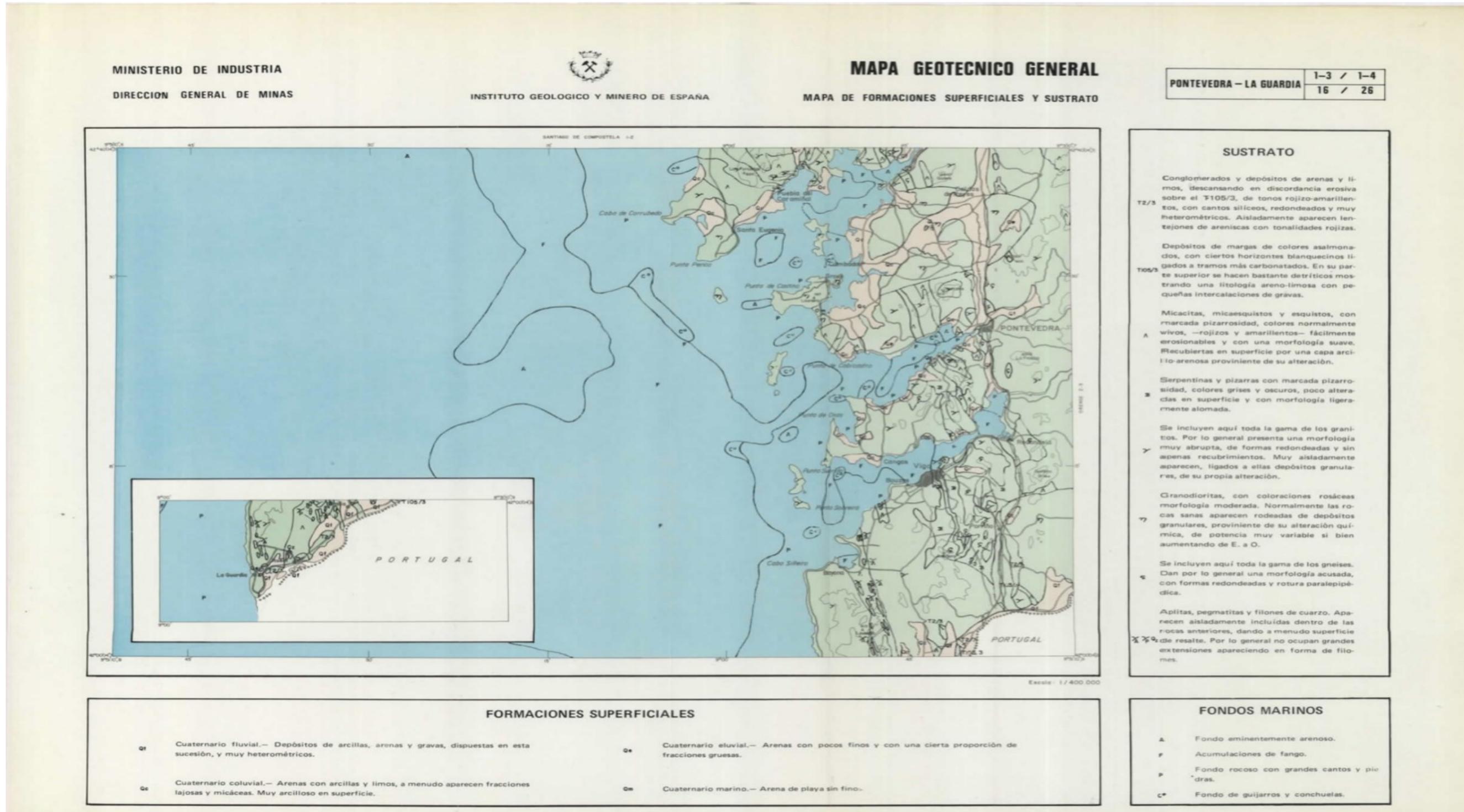


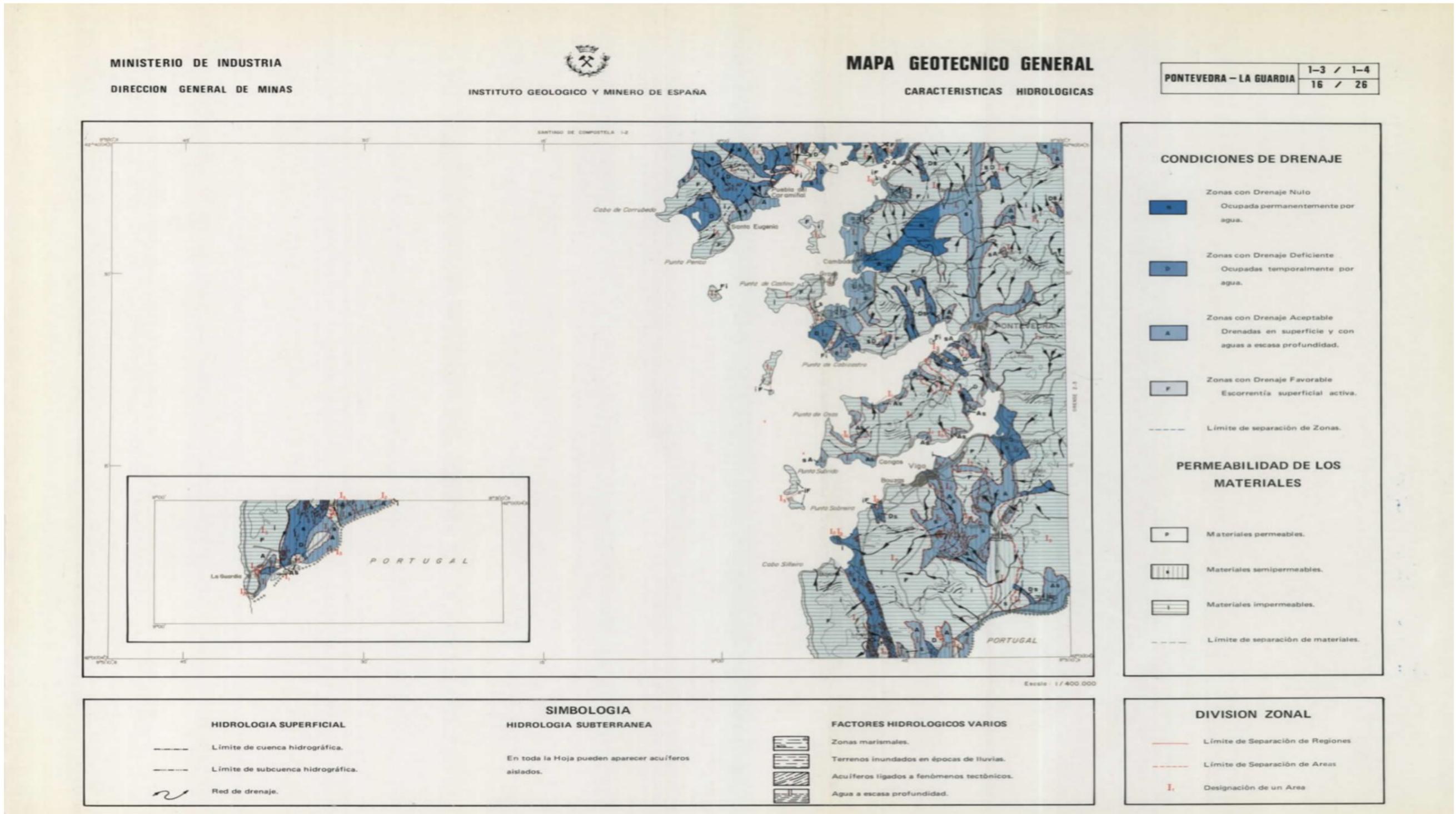
APÉNDICE Nº2:

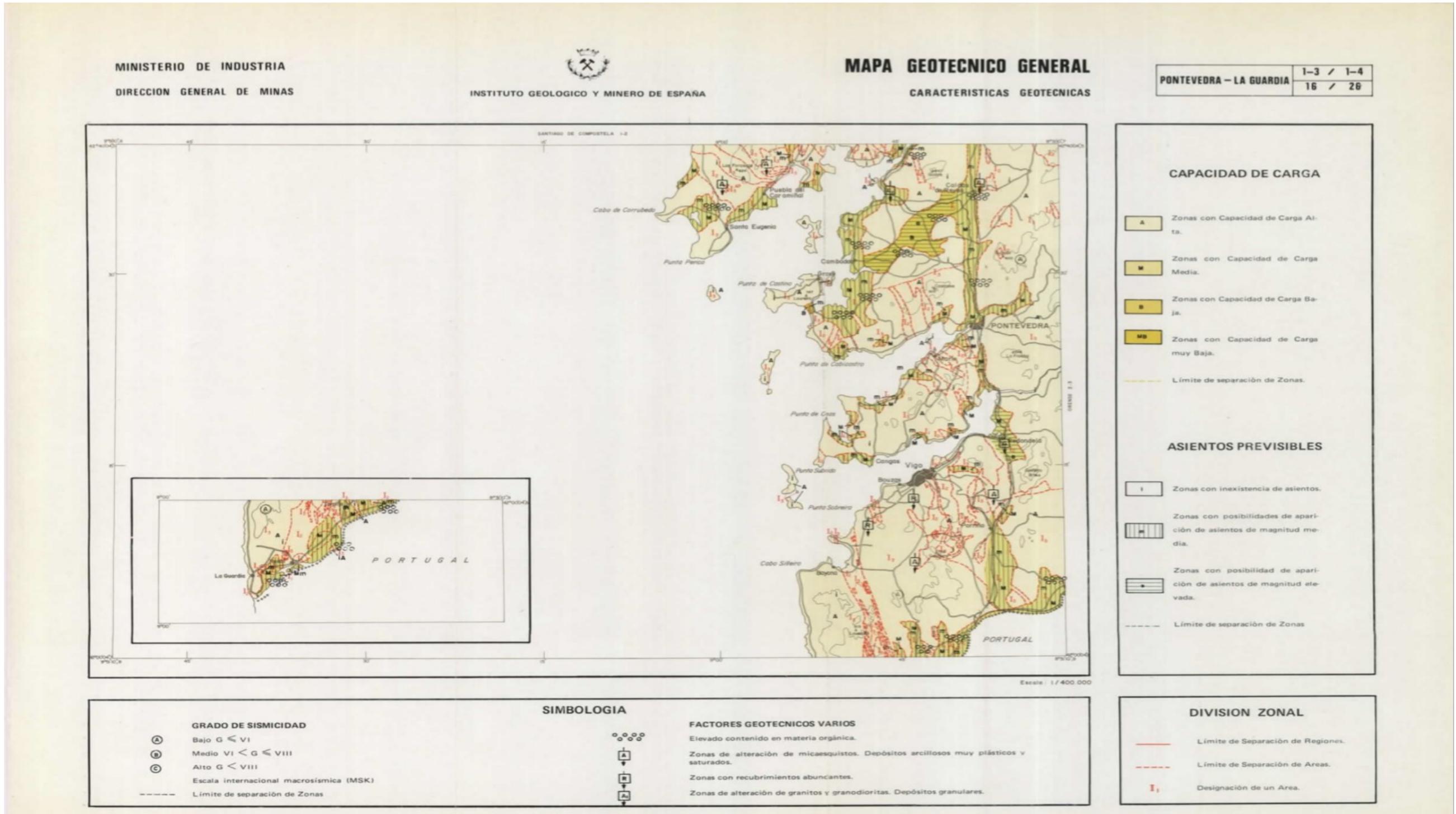
MAPA GEOTENICO GENERAL.

Hoja 1-3/1-4, 16-26











ANEJO Nº2 TRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN.

2. AFOROS DIRECCIONALES.

3. CAPACIDAD DE LA GLORIETA.

3.1 MÉTODO DEL CETUR-86 (MÉTODO FRANCÉS).

3.2 CAPACIDAD ACTUAL.

3.3 CAPACIDAD TRAS LA ACTUACIÓN

4. TRÁFICO EN EL NUEVO TRAZADO.

APÉNDICE 1: RESULTADOS AFOROS DIRECCIONALES.



1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio de tráfico tiene como finalidad fundamental, la obtención y análisis de los datos necesarios para justificar la necesidad de la actuación y conocer, tanto la capacidad de los ramales de aproximación, como la distribución direccional del tráfico.

2. AFOROS DIRECCIONALES

Puesto que estamos ante una actuación sobre una intersección en ámbito urbano y carecemos de datos adecuados sobre el origen-destino o de intensidades se ha optado por la realización de aforos direccionales.

Los aforos direccionales ayudan a comprender la problemática de la intersección actual. Si bien es cierto que tras la actuación el tráfico sufrirá cambios muy significativos, debido a la reestructuración de la geometría del cruce y al cambio en las dinámicas de tráfico inducido por la nueva conexión creada por el viaducto.

Por otra parte, al estar en zona eminentemente urbana, no se podrán hacer grandes modificaciones en las plataformas. Debido a esto, el tener datos fiables de IMD no significaría una mejora en el proyecto.

Los aforos direccionales que se han realizado para conocer el estado actual de la intersección se han llevado a cabo tanto en época estival, que es cuando se producen las mayores puntas, como en horas medias.

En el Apéndice nº1 del presente Anejo se muestra unas gráficas con las conclusiones obtenidas. Los datos que se reflejan, que pretenden ser de ayuda a la hora de decidir la actuación a realizar, son los siguientes:

- Del tráfico total de la intersección, el % que representa cada vía, tanto en origen como en destino.
- Para cada vía, el % de tráfico que sale de esa vía hacia las demás.

- Para cada vía, desde cuales de las otras le llega el tráfico, expresado en %.

3. CAPACIDAD DE LA GLORIETA

En las intersecciones giratorias con prioridad al anillo, no se utiliza el concepto global de capacidad de la intersección. Esto es debido a que no existe una correspondencia unívoca entre la geometría de una glorieta y su capacidad, entendida esta como número de vehículos que pueden pasar por ella en un tiempo determinado, sino que, dicha capacidad depende de la distribución de los tráficos en las diferentes entradas y de sus direcciones de salida.

Por tanto, no se trata de calcular la capacidad global de la glorieta, sino que, se trata de calcular la capacidad de cada una de las entradas de la misma.

A continuación se realizará un cálculo de la capacidad de la glorieta, utilizando el método del CETUR-86 (método francés), recogido en las “Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas” de la Consejería de Transportes, de la Comunidad Autónoma de Madrid. Los motivos principales por los que se ha seleccionado este método son su sencillez y la proximidad cultural entre España y Francia, que parece sugerir una buena adaptación a las condiciones españolas.

Se mostrará que, actualmente la capacidad de, al menos, la entrada de la Avenida de Portugal es insuficiente y se comprobará que con la solución adoptada la capacidad pasa a ser suficiente en todos los ramales de aproximación a la glorieta.

3.1 METODO DEL CETUR-86 (MÉTODO FRANCÉS)

El cálculo concreto de la capacidad de una entrada se realiza mediante una fórmula que pone en relación el llamado tráfico molesto, es decir, aquel que al circular por la calzada anular a la izquierda de una entrada dificulta la incorporación de los vehículos situados en ésta, con la capacidad de la entrada.

Este método considera la capacidad máxima de una entrada, 1.500 v/h, capacidad que se ve reducida por la presencia de tráfico molesto, que además de por el tráfico que circula por la calzada anular,



está formado por una parte de los vehículos que abandonan la calzada circular en la anterior salida (en torno a un 20 %), en la medida en que, su decisión de salir y no pasar por delante de la entrada, no es percibida por el conductor entrante con el tiempo suficiente para decidirse a iniciar la maniobra de acceso.

La sistemática del proceso se resume en los siguientes puntos:

1. **Estimación del tráfico entrante:** En primer lugar, se aforarán o estimarán, según el caso, los tráficos circulantes por cada ramal (Q_e , Q_s), así como por la calzada anular (Q_c).
2. **Comprobación de cada entrada:** Con los datos anteriores, se comprobará que la capacidad de cada entrada (C_e) es superior al tráfico de entrada (Q_e). Para ello se emplea la siguiente fórmula empírica:

$$C_e = 1500 - k \cdot 5/6 \cdot (Q_c + 0,2 \cdot Q_s) > Q_e$$

donde C_e es la capacidad de la entrada en vehículos ligeros por hora (vl/h).

Q_c es el tráfico que circula por el anillo, delante de la entrada analizada (vl/h.)

Q_s es el tráfico de salida del ramal analizado (vl/h).

Q_e es el tráfico de entrada del ramal analizado (vl/h).

k es un coeficiente de corrección por la geometría del acceso:

- 1.00 para glorietas con calzada anular de un carril.
- 0.90 en glorietas de pequeño diámetro (10-30 m), con calzada anular de dos carriles de 8 metros o menos de diámetro medio.
- 0.70 si se trata de glorietas de mayor diámetro, con calzada anular de al menos 8 metros (dos carriles).

Una calzada de entrada de dos carriles aumentará la capacidad de la misma en un 40%, por lo que en este caso debemos multiplicar la fórmula por un coeficiente de 1.40.

Para poder utilizar la fórmula del CETUR-86 es necesario pasar las intensidades horarias de

vehículos/hora a vehículos ligeros/hora, $I(vl/h)$; se emplea un factor de equivalencia de vehículos pesados a vehículos ligeros de 2 (es el recomendado en el punto 1.3 de las "Recomendaciones sobre glorietas", editado por el MOPU en 1989).

En todos los casos habría que comprobar que la intensidad de entrada en el ano horizonte (I) es inferior a la capacidad (Q_e), pero como veremos esto no se cumple en la actualidad de ahí la necesidad de la actuación. Mostraremos aquí los cálculos para el aforo direccional en hora punta de período estival por ser más desfavorable, y podremos comprobar los datos de los otros aforos en el Apéndice 1. Finalmente habrá que demostrar que la solución adoptada sí cumple con esta exigencia.

3.2 CAPACIDAD ACTUAL

- Matriz origen-destino

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Q_e
J.Valverde		252	598	183	1033
Portugal	607		381	161	1149
M.Lemos	633	207		27	867
T.Ballester	150*	213	142		355
Q_s	1240	672	1121	371	

*Los vehículos que se dirigen de la Calle Torrente Ballester a la Avenida de Julián Valverde disponen de un carril adicional que provoca que no entren en la glorieta, por lo tanto no son considerados ni en el tráfico de entrada ni en el de salida.

- Tráfico en la calzada anular

$$\rightarrow Q_{c_{JV}} = 207 + 213 + 142 = 562 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow Q_{c_p} = 598 + 183 + 142 = 923 \text{ vl/h.}$$



$$\rightarrow Q_{c_{ML}} = 183 + 607 + 161 = 951 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow Q_{c_{TB}} = 633 + 207 + 607 = 1447 \text{ vl/h.}$$

- Capacidad de las entradas

$$\rightarrow C_{e_{JV}} = 1,4 \cdot [1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 1033 + 562)] = 1249 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow C_{e_p} = 1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 1149 + 923) = 706 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow C_{e_{ML}} = 1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 867 + 951) = 617 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow C_{e_{JV}} = 1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 355 + 1147) = 359 \text{ vl/h.}$$

- Cuadro final

	Qe	Qs	Qc	Ce	ΔQe
J.Valverde	1033	1240	562	1249	+216
Portugal	1149	672	923	706	-443
M.Lemos	867	1121	951	617	-250
T.Ballester	355	371	1447	359	+4

Como podemos observar la capacidad es insuficiente para dos de las cuatro entradas, y en la tercera de ellas, muy justa, por lo tanto la actuación es totalmente necesaria.ç

3.2 CAPACIDAD TRAS LA ACTUACIÓN

- Matriz origen-destino

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Qe
J.Valverde		252	598	183	786
Portugal	607		381	161	547
M.Lemos	633	207		27	867
T.Ballester	150*	213	142		355
Qs	638	425	1121	371	

La conexión de la Avenida de Julián Valverde con la Avenida de Portugal queda ahora resuelta mediante el trazado elegido como solución y por lo tanto estos vehículos ya no forman parte del tráfico de entrada y salida.

- Tráfico en la calzada anular

$$\rightarrow Q_{c_{JV}} = 207 + 213 + 142 = 562 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow Q_{c_p} = 598 + 183 + 142 = 923 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow Q_{c_{ML}} = 183 + 161 = 344 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow Q_{c_{TB}} = 633 + 207 = 840 \text{ vl/h.}$$

- Capacidad de las entradas

$$\rightarrow C_{e_{JV}} = 1,4 \cdot [1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 786 + 562)] = 1344 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow C_{e_p} = 1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 547 + 923) = 744 \text{ vl/h.}$$

$$\rightarrow C_{e_{ML}} = 1500 - 0,9 \cdot 5/6 \cdot (0,2 \cdot 867 + 344) = 1074 \text{ vl/h.}$$



$$\rightarrow C_{e_v} = 1500 - 0.9 \cdot 5/6 \cdot (0.2 \cdot 355 + 840) = 814 \text{ vl/h.}$$

• Cuadro final

	Qe	Qs	Qc	Ce	ΔQe
J.Valverde	638	786	562	1344	+706
Portugal	547	425	923	744	+197
M.Lemos	867	1121	344	1074	+207
T.Ballester	355	371	840	814	+459

Como nos muestra el cuadro, tras la actuación, la capacidad de todas las entradas es, y de manera holgada dado el volumen de tráfico de nuestra intersección, suficiente y por lo tanto la solución es apta para terminar con la problemática inicial.

4. TRÁFICO EN EL NUEVO TRAZADO

En el presente apartado se pretende calcular el nivel de servicio en el trazado alternativo a la conexión de la Avenida de Julián Valverde con la Avenida de Portugal que se ha elegido como solución. Para calcularlo emplearemos el “Manual de Capacidad de Carreteras” del 2000.

Por nivel de servicio se entiende una medida cualitativa, representativa del funcionamiento de una vía, y que tiene en cuenta un conjunto de factores, tales como la velocidad y el tiempo, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento.

Para cada tipo de carretera se establecen 6 niveles de servicio distintos a los cuales se le otorga una letra: A, B, C, D, E y F, siendo el nivel de servicio A el representante de las mejores condiciones, y el nivel de servicio F, de las peores. Dado un determinado nivel de servicio se llama intensidad de servicio correspondiente a dicho nivel, al máximo número de vehículos que pueden atravesar por unidad de tiempo una sección de carretera de forma que se mantenga dicho nivel de servicio. Es decir, que si la intensidad de tráfico que circula por la carretera sobrepasa a esta intensidad de servicio, las condiciones de circulación no corresponderían al nivel de servicio considerado, sino a otro peor.

Los niveles de servicio que se establecen en el Manual de Carreteras del Transportation Research Board.

- Nivel A: Se corresponde a una situación de tráfico fluido, con intensidad de tráfico baja y velocidad sólo limitada por las condiciones físicas de la vía. Los conductores no se ven forzados a mantener una velocidad por causa de otros vehículos.
- Nivel B: Se corresponde a una circulación estable, es decir, que no se producen cambios bruscos en la velocidad, aunque ésta ya comienza a ser condicionada por los otros vehículos.
- Nivel C: Se corresponde también a una circulación estable, pero tanto la velocidad como la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del tráfico. Los adelantamientos y cambios de carril son más difíciles, aunque las condiciones de circulación son todavía tolerables.
- Nivel D: Corresponde a situaciones que empiezan a ser inestables, es decir, en las que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad y la maniobrabilidad de los conductores está ya muy restringida por el resto del tráfico. En esta situación, aumentos pequeños de la intensidad obligan a cambios importantes de la velocidad. Aunque la conducción ya no resulte cómoda, esta situación puede ser tolerable durante periodos no muy largos.
- Nivel E: Supone que la intensidad de tráfico es ya próxima a la capacidad de la vía. Las detenciones son frecuentes, siendo inestables o forzadas las condiciones de circulación.
- Nivel F: Corresponde a una circulación muy forzada, a velocidades bajas y con colas frecuentes que obligan a detenciones que pueden ser prolongadas. El extremo de este nivel es la absoluta congestión de la vía.



4.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD

La carretera con la que se proyecta la conexión podemos incluirla como una C-40 dentro de los tipos de carretera definidos por el Manual de Capacidad. Se trata de una carretera de dos carriles, es decir, una carretera con calzada única de un carril por cada sentido de circulación con velocidad limitada a 40 km/h. Aunque esto no es así en todo su trazado, pues tras el puente cada sentido de circulación lo soporta una calzada diferente, realizaremos los cálculos suponiendo una C-40 en su totalidad.

La instrucción que se sigue para el diseño de esta conexión es la Norma 3.1-IC de la Dirección General de Carreteras. En ella se indica que en el año horizonte una Carretera Convencional debe mantener, al menos, un nivel de servicio D. Se tiene que comprobar que la intensidad de tráfico prevista para el año horizonte 2037, es inferior a la intensidad de servicio que marca el Manual de Capacidad para el nivel de servicio E.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100		2,5	0,75	1,5	C
		80		2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5	-	-	E
40 IMD < 2000	3,0	0,5	-	-	E		

* El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.
 ** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.
 *** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.
 **** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).
 NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

Figura 1. Tabla 7.1 de la Norma 3.1 IC.

A pesar de que no conocemos con exactitud la IMD de nuestra carretera, los aforos realizados nos aportan unos datos de aproximadamente 750 vehículos en una hora media, y por lo tanto es obvio predecir que la IMD será superior a 2000.

Para las carreteras convencionales el Manual de Carreteras distingue dos clases:

- Clase I: función principal de movilidad, redes principales; los conductores esperan circular a velocidades relativamente altas.
- Clase II: función principal de accesibilidad, carreteras de montaña u ocio, redes locales; los conductores no esperan altas velocidades.

Consideraremos que nuestra carretera forma parte de la red local y por lo tanto es de clase II. Para calcular el Nivel de Servicio en este caso el Manual de Carreteras utiliza como magnitud el porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo.

Según este mismo manual en condiciones ideales la capacidad es de 1.700 coches/hora por sentido y 3.200 coches/hora como máximo en total. Como es fácilmente observable a partir de los aforos manuales realizados, en hora punta tenemos una intensidad de aproximadamente 850 coches/hora por lo tanto podemos considerar que nunca se alcanzará la capacidad de la carretera. Dado que el la capacidad se corresponde con el Nivel de Servicio E y el requisito exigido por la Norma 3.1 IC es que nuestra intensidad fuese inferior a la limitante de este nivel, podemos asegurar que esto se cumplirá.

La aplicación de esta norma a nuestro trazado no es de todo estricta, puesto que se trata de trazado urbano y no de una Carretera Convencional, motivo por el que no cumple las medidas recogidas en la tabla anterior. Sin embargo esta es una buena manera de probar que el tráfico sobre nuestra solución será fluido.



APÉNDICE nº1: RESULTADOS DE AFOROS DIRECCIONALES

1. MATRIZ ORIGEN-DESTINO:



- Martes, 8 de Julio de 2014, 19:00-20:00. Hora Punta.

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		252	598	183	1033
Portugal	607		381	161	1149
M.Lemos	633	207		27	867
T.Ballester	150	213	142		505
Total	1390	672	1121	371	

De los cuales, vehículos pesados:

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		2	4	1	7
Portugal	2		1	0	6
M.Lemos	3	3		0	5
T.Ballester	2	1	0		3
Total	9	6	5	0	

- Domingo, 4 de Mayo de 2014, 19:00. Hora Punta No Estival.

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		213	409	192	814
Portugal	469		307	173	949
M.Lemos	402	183		30	615
T.Ballester	127	145	152		424
Total	998	541	868	239	

De los cuales, vehículos pesados:

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		1	2	1	4
Portugal	2		0	0	2
M.Lemos	3	0		0	3
T.Ballester	1	0	0		1
Total	6	1	2	1	

- Jueves, 20 de Marzo de 2014, 10:00. Hora Media.

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		180	452	93	725
Portugal	302		297	85	684
M.Lemos	622	204		12	838
T.Ballester	122	142	98		362
Total	1046	526	847	190	

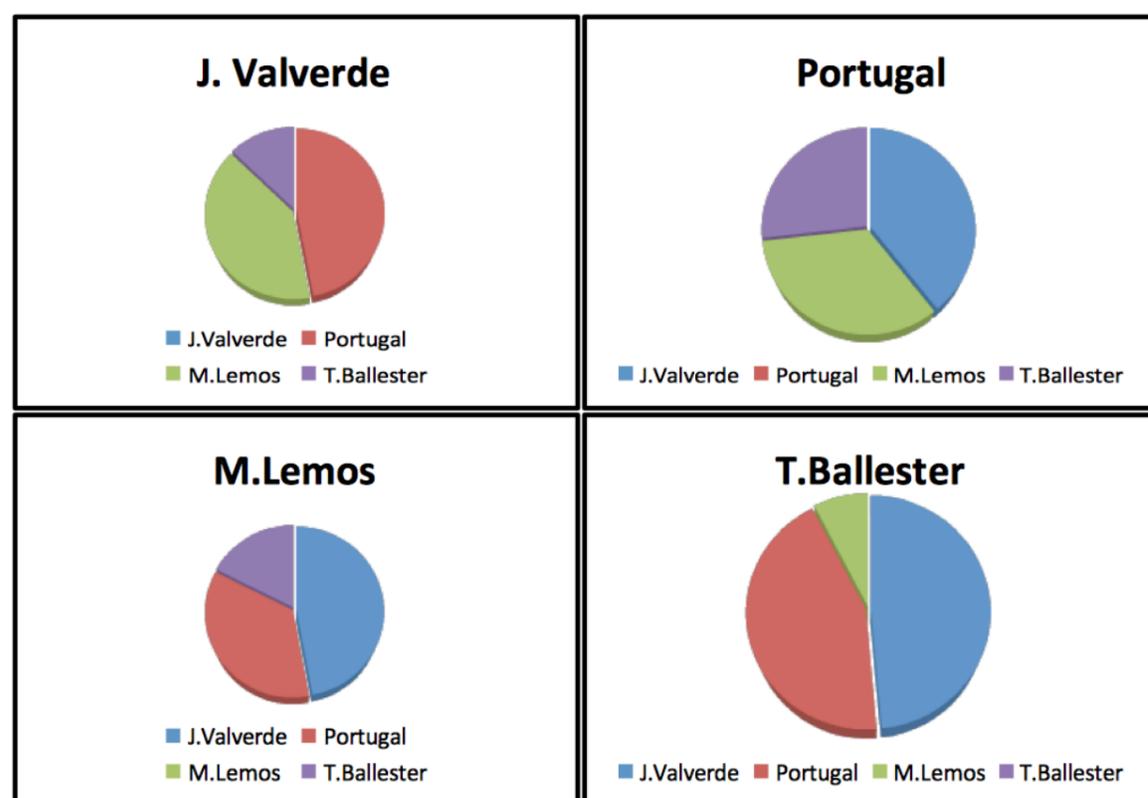
De los cuales, vehículos pesados:

	J. Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		3	5	1	9
Portugal	5		2	1	10
M.Lemos	12	1		0	13
T.Ballester	4	2	0		0
Total	23	6	7	2	

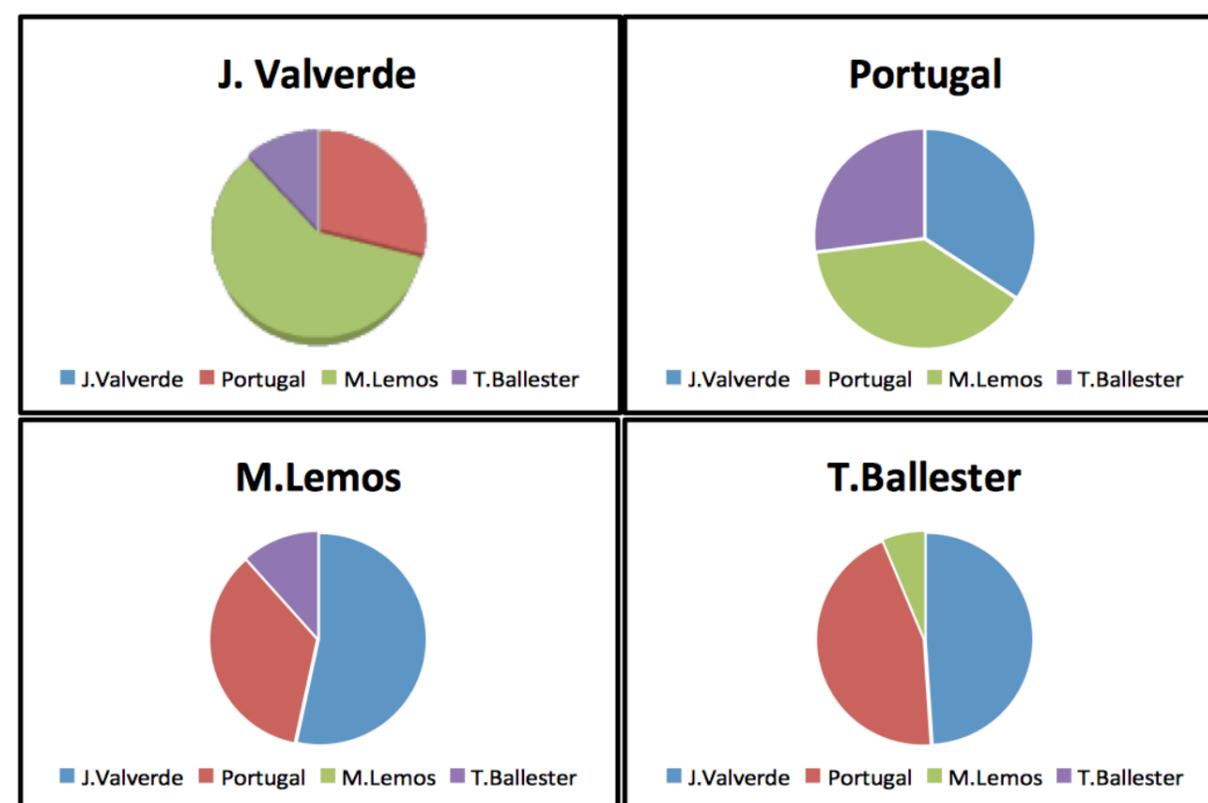


2. AFOROS DIRECCIONALES.

2.1 SEGÚN ORIGEN, HORA PUNTA.



2.2 SEGÚN ORIGEN, HORA MEDIA.





ANEJO Nº3

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

- 1. OBJETO.**
- 2. LOCALIZACIÓN.**
- 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**
- 4. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN.**
- 5. CRITERIOS DE DISEÑO.**
- 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.**
- 7. VALORACIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS.**
- 8. SOLUCIÓN A ADOPTAR.**

APÉNDICE nº1: PLANOS DE LAS ALTERNATIVAS

1.OBJETO

El objeto del presente estudio, es analizar la situación actual de la glorieta situada en A Ramallosa, definiendo y detallando la problemática y las necesidades de la zona. Para ello se plantearán y valorarán diferentes alternativas de diseño y emplazamiento.

En primer lugar, se presentará con detalle la zona de actuación atendiendo a su localización y a aquellas necesidades de la misma que justifican una mejora de la glorieta.

Seguidamente, se definirán los condicionantes que determinan el proyecto y en base a los cuales se valorará cada una de las posibles propuestas.

A continuación, se expondrán las distintas alternativas considerando aspectos como la ubicación en planta, la tipología estructural, las dimensiones principales y la funcionalidad de cada una de ellas.

Por último, se evaluará cada una de las diferentes alternativas conforme a los condicionantes mencionados anteriormente y, tras compararlas, se optará por aquella que satisfaga en mayor medida las necesidades, adaptándose lo mejor posible a dichos condicionantes.

Para finalizar, la solución a adoptar se determinará mediante un análisis Multicriterio.

2.LOCALIZACIÓN

La zona de estudio se encuentra al sur de la provincia de Pontevedra, concretamente en la parroquia de San Pedro de A Ramallosa, en el punto de confluencia de los municipios de Nigrán y Baiona.

Situados en la comarca del Val Miñor, estas localidades cuentan con 17.738 y 12.035 habitantes respectivamente. Con la llegada del verano, estos municipios reciben, gracias al turismo, aproximadamente 48.000 habitantes cada uno, lo que eleva las cifras a 60.000 y 50.000 habitantes respectivamente.



FIGURA 1: Mapa de la zona.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Para comprender la necesidad del presente proyecto es necesario realizar previamente un análisis de la situación existente en la intersección entre la Avenida de Portugal y la Avenida de Julián Valverde.



Figura 2: Fotografía aérea de la zona.



3.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS VÍAS EN LA ZONA

Para comenzar estudiaremos el papel que desempeñan las vías en la zona, para comprender mejor su comportamiento en la intersección.

- La Calle Manuel Lemos es una vía de un sólo carril por sentido de circulación, con carriles estrechos y que, a su llegada a la intersección, atraviesa el núcleo urbano de A Ramallosa. Presenta un gran volumen de tráfico, pues es el principal itinerario empleado por aquellos vehículos que se desplazan desde Nigrán y Vigo hasta Baiona o otros municipios más al sur como Santa María de Oia, A Guarda, Tui o Tomiño.
- La Avenida de Portugal cuenta también con un solo carril por sentido de circulación y es, de las cuatro a estudiar, la que mayores variaciones diarias soporta debido a la masa laboral, ya que conecta los municipios de la costa con O Porriño, donde se localizan varios polígonos industriales y numerosas canteras. Es la unión de Gondomar con los otros dos municipios del Val Miñor y también el principal enlace alternativo a la AP-9 (autopista de elevado peaje) de estos municipios con Portugal.
- La Avenida Julián Valverde es la vía de mayor capacidad, pues cuenta con dos carriles por sentido de circulación, separados por una mediana. Es la única vía de salida gratuita de Baiona y por lo tanto cuenta con un gran volumen de tráfico, especialmente en temporada estival debido a la marcada personalidad turística de la zona.
- La Calle Torrente Ballester cuenta con un carril por sentido de circulación, aunque el carril de entrada a la intersección se desdobra al llegar a la misma, lo que permite que los vehículos

que se dirigen hacia la Avenida Julián Valverde no tengan que entrar en la glorieta. Es la vía de menor importancia en la intersección, pues su tráfico está compuesto fundamentalmente de usuarios de las playas que se dirigen mayoritariamente al centro de Nigrán o a Vigo y que cuentan con otras vías localizadas anteriormente a la glorieta estudiada más directas y rápidas para llevar a cabo su itinerario.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

Justificación general

Un proyecto de carreteras consiste en un conjunto de acciones sujetas a una serie de restricciones de carácter físico, técnico y económico que es preciso superar, y dirigidas a las consecución de unos objetivos fijados previamente.

El objetivo básico que se busca con una inversión en carreteras es mejorar las condiciones de circulación de los vehículos.

Particularizando, dentro de este objetivo general y a efectos operativos, pueden considerarse, entre otros, los siguientes objetivos:

- Mejora de la accesibilidad.
- Mejora de la seguridad vial.
- Disminución del tiempo de viaje.
- Reducción del coste de transporte.
- Disminución del impacto ambiental.

Las diferentes formas de superar las restricciones de tipo físico, técnico y económico de un proyecto se concretan en diferentes diseños que constituyen lo que se denomina alternativas del proyecto y que se materializan en las posibles opciones para la realización del proyecto dirigidas al logro de los objetivos perseguidos.



Los parámetros que tendremos en cuenta para valorar las diferentes alternativas de proyecto son los siguientes:

- Trazado en planta
- Trazado en alzado
- Coste económico
- Impacto ambiental

Para la realización de este proyecto se han planteado 4 alternativas diferentes.

El proceso a seguir será definir las características mínimas de las alternativas, posteriormente analizar cada una de ellas en profundidad y finalmente crear un cuadro comparativo que ayude a elegir la mejor alternativa.

Justificación particular

Mediante este proyecto se pretende mejorar los puntos débiles de la glorieta situado en A Ramallosa, centrándonos en la conexión entre la Avenida de Portugal y la Avenida de Julián Valverde por ser la más conflictiva.

Entre la problemática que se presenta en la misma podemos destacar:

Intersección de cuatro carreteras a nivel, lo que provoca la existencia de giros y maniobras que ralentizan la marcha.

Su situación en una zona de múltiples playas de las Rías Baixas produce que, en período estival con la llegada de los turistas, se produzcan retenciones de hasta 1 hora en la Avenida de Portugal y de hasta 3 km en la avenida de Julián Valverde.

El elevado tráfico molesto que circula delante de la entrada a la intersección de la Avenida de Portugal hace que la capacidad de dicha entrada sea insuficiente.

La glorieta cuenta con un radio de giro muy pequeño, y por lo tanto un nivel de servicio muy bajo.

Tanto en la Calle Manuel Lemos, como en la Avenida de Portugal, se encuentran dos salidas del centro urbano de A Ramallosa, muy concurridas debido a la existencia de dos centros comerciales y la piscina municipal. Éstas, estando situadas a 150 y 30 metros de la intersección respectivamente, sufren también importantes retenciones derivadas de las propias de la intersección.

Se argumenta como motivo principal para justificar la actuación, la inminente necesidad de terminar con las retenciones que se producen en la intersección, permitiendo el tráfico normal y fluido en todas las carreteras que se aproximan a la misma. Esto es de especial importancia en la Avenida de Portugal, debido a que es la carretera que más retenciones registra y su tráfico se compone principalmente de residentes habituales de la zona que se desplazan por motivos de trabajo, lo que provoca un notable descontento en la población de Baiona y Nigrán.

La prensa lleva años haciéndose eco de este problema:

La Voz de Galicia, 15 de julio del 2000

“La autopista del Val Miñor podría convertirse en un nuevo foco de preocupación para las autoridades de Tráfico. (...) Esta autopista se perfilaba como la principal alternativa para evitar los atascos de los domingos entre el Parador de Baiona y A Ramallosa, dos kilómetros que a última hora de la tarde pueden convertirse en un calvario de una hora para los automovilistas.”

La Voz de Galicia, 15 de enero de 2008

“Esta medida permitirá descongestionar las carreteras convencionales y habilitar una circunvalación de toda la comarca, que evite las retenciones que se producen en determinadas fechas del año, especialmente en la glorieta de Ramallosa, en Nigrán”

[Esta noticia esta referida a una circunvalación que nunca llegó a construirse debido a la llegada de la crisis]



La Voz de Galicia, 19 de agosto de 2010

“Los enlaces de la autopista de O Val Miñor no han conseguido disminuir el tráfico en las carreteras convencionales de la comarca. La rotonda de A Ramallosa continúa siendo un embudo por el que pasan a diario miles de kilómetros. Las colas interminables se suceden a las horas punta en la carretera que une este barrio de Nigrán con A Xunqueira y Gondomar.

Los conductores deben armarse de paciencia para tener que recorrer un kilómetro de distancia en no menos de veinte minutos, coincidiendo con la llegada masiva a las playas o el regreso de los visitantes al final de cada jornada.

Es la misma situación que se ha vivido siempre en esta comarca turística. Desde este año está abierta una alternativa, pero no cuenta con la preferencia de los automovilistas.

Las conexiones inauguradas recientemente para convertir la autopista en una vía de comunicación de O Val Miñor siguen infrautilizadas también en la temporada alta en relación con el tráfico que soportan a diario las carreteras convencionales.”

5.1. TRAZADO EN ALZADO

- Inclinación de la rasante en rampas y pendientes: Para velocidad de proyecto de 40 km/h la inclinación máxima será la excepcional de valor 10%.

5.2. SECCIÓN TRANSVERSAL

- Gálibo: Altura libre mínima $\geq 5,50$ metros.
- Anchura de carril:
Se recomiendan 3 metros como mínimo en vías arteriales.
- Arcén exterior:

Se puede reducir hasta anchuras entre 0,5 y 1 metros.

Las vías arteriales pueden tener arcén exterior o no.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

Partiendo del cruce actual, que se resuelve mediante una glorieta que presenta problemas de capacidad, se estudian una serie de alternativas que consigan aumentar la misma. Estas alternativas se basan en variar los ejes, fundamentalmente en planta, de las carreteras que llegan a la intersección.

Es de gran importancia realizar un exhaustivo análisis de los movimientos preferenciales de los vehículos para poder valorar la funcionalidad de las posibles alternativas. Con este fin se ha realizado un estudio direccional del tráfico que llega al cruce.

- **Alternativa 1:** Consiste en realizar un paso inferior que dé continuidad al flujo de tráfico en la PO-552 (Calle Manuel Lemos – Avenida Julián Valverde), resolviendo la intersección hacia Gondomar y Panxón con una glorieta superior, coincidente con la ya existente. La ubicación es exactamente la misma que la actual, extendiéndose el paso inferior desde el PK + hasta el PK+ de la PO-552, para retirar así un gran volumen de tráfico del centro urbano de A Ramallosa.
- **Alternativa 2:** Consiste en realizar un paso superior que dé continuidad al flujo de tráfico en la PO-552 (Calle Manuel Lemos – Avenida Julián Valverde), resolviendo la intersección hacia Gondomar y Panxón con una glorieta superior, coincidente con la ya existente. La ubicación es exactamente la misma que la actual, extendiéndose el paso inferior desde el PK + hasta el PK+ de la PO-552, para retirar así un gran volumen de tráfico del centro urbano de A Ramallosa.



Esta solución es básicamente la misma que la anterior pero resuelta con un paso superior en lugar de con un paso inferior.

- **Alternativa 3:** Consiste en la ampliación de la glorieta existente para mejorar su capacidad, así como en la construcción de varios carriles adicionales que permitan tomar un determinado itinerario sin entrar en la misma. El primero de ellos se dirige desde la Avenida Julián Valverde a la Avenida de Portugal y el segundo desde la Avenida de Portugal hacia la Calle Manuel Lemos. La ubicación de la glorieta sigue siendo la misma que la actual.
- **Alternativa 4:** Consiste en el diseño de un trazado alternativo que permita unir Gondomar con Baiona (Av. Portugal – Av. Julián Valverde) sin necesidad de pasar por el nudo de A Ramallosa. Para el mismo sería necesario la construcción de un puente sobre el Río Miñor y un pequeño fragmento de trazado en el borde sur del río y el acondicionamiento de las Calles Estuciana y Puento Romano para recoger el tráfico del mismo y dirigirlo hacia la glorieta de entrada en Baiona.

7. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Para el estudio de las alternativas es necesario analizar una serie de factores que van a influir notablemente en la elección de la solución óptima. En este caso, los criterios de que se van a tener en cuenta para la elección de la alternativa más adecuada son:

Movimiento de tierras: Se buscará el mínimo movimiento de tierras así como la compensación de las mismas en caso de que sea necesario realizar desmonte o terraplén alguno.

Funcionalidad de la intersección: Se buscará en todo momento el correcto funcionamiento de la

solución planteada a fin de que permita, con un mínimo coste y afección, una intersección entre las vías eficaz y segura para los usuarios de las mismas, atendiendo en todo momento a la categoría de las vías implicadas y sus intensidades de tráfico. Se debe tratar de mantener la velocidad específica de cada tramo o vía con un alto nivel de seguridad, evitando en la medida de lo posible que dicha velocidad se vea alterada o reducida lo menos posible para mantener la fluidez del tráfico que circule por ellas.

Efectos sobre la propiedad: Se buscará la alternativa que menor afección a la propiedad genere, tanto a construcciones como a fincas o parcelas, sobre todo que tengan un uso específico, ya que se intentará realizar la actuación con el menor impacto a la propiedad posible, es decir, se buscará la menor cantidad de expropiaciones.

Efectos sobre la actividad: Se buscará la menor afección posible a la actividad normal y cotidiana propia de la zona, así como al desarrollo de la vida animal y vegetal de la zona de proyecto, intentando causar la menor alteración posible sobre las especies autóctonas, tanto animales como vegetales. Este criterio va íntimamente unido al de efectos medioambientales.

Efectos medioambientales: Debe tenerse en cuenta la afección ambiental y paisajística que impone cada una de las alternativas planteadas debido a la cercanía de las edificaciones próximas.

Presupuesto estimado de cada alternativa: Ha de considerarse como óptimo aquel diseño que resuelva los problemas planteados, cree las menos afecciones posibles detalladas anteriormente y cuyo coste sea el mínimo, siempre dentro de los condicionantes anteriores.

8. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS.

A continuación, vamos a realizar el análisis que nos permita elegir la solución mas idónea de las cuatro presentadas anteriormente. Para analizarlas y valorarlas se han elegido cinco criterios: tráfico y seguridad vial, impacto ambiental, coste económico, criterio técnico e impacto social.

En el criterio denominado tráfico y seguridad vial lo que se pretende analizar es la continuidad del



tráfico, su fluidez y la valoración de la mínima alteración de la velocidad específica de las vías a su paso por la intersección. Podemos observar un estudio de tráfico para cada una de las alternativas planteadas que nos permite observar cuanto sea aumenta la capacidad de cada una de las entradas a la intersección. Además debe garantizar que la continuidad y fluidez se realice en condiciones óptimas de seguridad vial.

En el impacto ambiental, se tendrá en cuenta el respeto al entorno, la adecuación a los objetivos, la ocupación del suelo, y aquellos parámetros subjetivos, que a criterio del proyectista se consideren importantes; como puede ser la afección a la flora y a la fauna autóctona de la zona de proyecto, generación de ruidos, etc.

En cuanto al criterio económico, no se ha podido realizar un análisis económico detallado de cada una de las alternativas pero es evidente viendo la complicación y tamaño de la actuación propuesta, que unas son más costosas que otras, y esto será lo que se valore.

Con el criterio técnico, se pretende estudiar el cumplimiento de los parámetros establecidos por la normativa vigente, es decir, la suavidad de los acuerdos en caso de haberlos, la escasa variación del trazado actual, la generación de pendientes y rampas mínimas, la obtención de un trazado suave y seguro a la hora de la conducción...

En lo referente al impacto social, se abarca la aceptación de la población y de los usuarios de la vía así como la afección de las obras a la circulación en la zona. También se recoge en este criterio la necesidad de variar lo menos posible la traza actual de ambas carreteras, así como evitar expropiaciones sobre todo de las construcciones próximas.

A continuación se muestra un análisis de cada una de las alternativas planteadas en cuanto a estos cinco criterios de elección, numerando de 1 a 5 (1=pésimo, 4=aceptable, 8=óptimo) cada una de ellas para cada uno de estos criterios. Dichos datos proporcionarán el cuadro multicriterio del que se obtendrá finalmente la alternativa elegida.

Tráfico y seguridad vial:

Alternativa 1:

Desde el punto de vista del tráfico, como podemos ver en las siguientes tablas de estudios de tráfico direccionales, esta alternativa soluciona el problema de falta de capacidad en la entrada de Gondomar. Sin embargo, lo hace por un pequeño margen y el mínimo incremento del volumen de tráfico seguiría generando problemas. Aun así, es obvio que estos son menores, y que el tráfico en el resto de las vías será también mucho más fluido de lo normal.

	J.Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		252		183	435
Portugal	607		381	161	1149
M.Lemos		207		27	234
T.Ballester	150	213	142		355
Total	607	672	523	371	

Qc,JV= 562

Qc, P= 325

Qc,ML= 951

Qc, TB= 814

	Qe	Qs	Qc	Ce	Diferencia
J.Valverde	435	607	562	1382	947
Portugal	1149	672	325	1155	6
M.Lemos	234	523	951	708	474
T. Ballester	355	371	814	833	478



Desde el punto de vista de la seguridad, la intersección a distinto nivel mejora considerablemente la seguridad de una intersección al mismo nivel, sin embargo la máxima mejora no se localiza en la intersección en sí, sino en el hecho de retirar del centro urbano de A Ramallosa, con numeroso tráfico peatonal, la mayoría del volumen de automóviles.

Su valoración es de 4 sobre 8.

Alternativa 2:

Desde el punto de vista del tráfico y de la seguridad vial estamos en el mismo caso que la alternativa 1.

Su valoración es de 4 sobre 8.

Alternativa 3:

Desde el punto de vista del tráfico, como podemos ver en las siguientes tablas de estudios de tráfico direccionales, esta alternativa reduce el problema en la Avenida de Portugal. Además, gracias al aumento de capacidad por el incremento del tamaño de la isleta central, el problema en la Calle Manuel Lemos se reduce considerablemente, aunque sigue existiendo. Por lo tanto la solución a la problemática de tráfico de esta alternativa será, aunque muy notable, insuficiente.

	J.Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		252	598	183	781
Portugal	607		381	161	768
M.Lemos	633	207		27	867
T.Ballester	150	213	142		355
Total	1240	420	740	371	

Qc, TB= 562

Qc, P= 923

Qc, ML= 951

Qc, TB = 1447

	Qe	Qs	Qc	Ce	Diferencia
J.Valverde	781	1240	562	1438	657
Portugal	768	420	923	912	144
M.Lemos	867	740	951	858	-9
T. Ballester	355	371	1447	613	258

En cuanto a la seguridad vial esta se ve algo incrementada gracias a la existencia de un menor número de vehículos en la intersección, pero la aportación de esta mejora a ese ámbito es casi mínima.

Su valoración es 2 sobre 8.

Alternativa 4:

Desde el punto de vista del tráfico, como podemos ver en las siguientes tablas de estudios de tráfico, esta alternativa soluciona los problemas de capacidad en todas las entradas a la intersección. Además lo hace de una manera muy holgada, y por lo tanto desde el punto de vista solo del tráfico es una solución excelente.

	J.Valverde	Portugal	M.Lemos	T.Ballester	Total
J.Valverde		5*	598	183	786
Portugal	5*		381	161	547
M.Lemos	633	207		27	867
T.Ballester	150	213	142		355
Total	638	425	1121	371	



*: Número significativo de aquellos vehículos que pueden proceder de lugares posteriores al emplazamiento del comienzo del puente.

Q_{c,JV}= 562

Q_{c,P}= 923

Q_{c,ML}= 344

Q_{c, TB}= 840

	Q _e	Q _s	Q _c	C _e	
J.Valverde	638	786	562	1344	706
Portugal	547	425	923	744	197
M.Lemos	867	1121	344	1074	207
T.Ballester	355	371	840	814	459

En cuanto a la seguridad vial, ésta mejora en la glorieta por la reducción del volumen de vehículos aunque no soluciona los problemas del centro urbano de A Ramallosa (motivo por el que no otorgamos a la alternativa la mayor puntuación posible).

Su valoración es de 7 sobre 8.

Impacto Ambiental

Alternativa 1:

Esta alternativa desde el punto de vista del emplazamiento no tiene un impacto ambiental muy alto porque la superficie de actuación está enmarcada en la antigua intersección, por ello apenas afecta al medio natural ni condiciona o varía la actividad actual de la zona, tanto a nivel animal como vegetal.

Por otra parte el movimiento de tierras que se lleva a cabo es elevadísimo con una descompensación entre volumen de desmonte y volumen de terraplén muy importante.

Su valoración es de 3 sobre 8.

Alternativa 2:

Desde el punto de vista del emplazamiento ocurre exactamente lo mismo que en la alternativa 1. Sin embargo, optar por un paso superior en esta alternativa permite tener un volumen de movimiento de tierras mucho más ajustado aunque su impacto visual también sería mucho mayor.

Su valoración es de 5 sobre 8.

Alternativa 3:

Estamos ante un caso similar a los dos anteriores, el emplazamiento se sitúa sobre la antigua intersección, por ello no se afecta apenas al medio natural. Valorando ahora el movimiento de tierras, esta opción cuenta con un movimiento de tierras bajísimo o incluso nulo.

Su valoración es de 8 sobre 8.

Alternativa 4:

Esta alternativa desde el punto de vista del impacto ambiental es de las más agresivas debido al diseño de un nuevo trazado. Además la situación de un puente en la desembocadura del Río Miñor es de notable importancia, pues, aunque cientos de metros aguas abajo, se localiza la marisma conocida como “A Foz do Miñor” muy rica tanto en flora como en fauna y incluida en la Red Natura desde el año 2000. En cuanto al movimiento de tierras, este será bajo al utilizar para dar continuidad al puente vías ya existentes.

Su valoración es de 2 sobre 8.

**Criterio técnico.****Alternativa 1**

En este caso los objetivos técnicos requeridos se cumplen pero de una manera un poco estricta pues se emplean pendientes excepcionales.

En cuanto al dimensionamiento y capacidad de servicio de la intersección se considera una actuación insuficiente, puesto que solventa de una manera muy justa los problemas existentes. Esta opción prioriza el flujo de tráfico entre dos ramales que no son los que mayor problema de tráfico presentan y no contempla ningún tipo de solución para el punto conflictivo situado en la entrada de la Avenida de Portugal.

Su valoración es de 2 sobre 8.

Alternativa 2

Esta Alternativa desde el punto de vista técnico es mejor que la alternativa 1.

Ofrece exactamente el mismo tipo de solución para el mismo punto conflictivo pero ajustándose mucho mejor al terreno existente. No obstante, a pesar de ser una solución más lógica por las circunstancias del terreno, la mejora a los problemas existentes no es demasiado importante.

Su valoración es de 3 sobre 8.

Alternativa 3

Esta alternativa desde el punto de vista técnico podría ser una buena solución. Al igual que la alternativa 2, esta opción se adapta perfectamente al terreno existente pues simplemente se adoptan soluciones en la glorieta ya existente a la cota a la que se encuentra el terreno.

Por otra parte esta solución no satisface todos aquellos aspectos negativos de la intersección actual.

Su valoración es de 4 sobre 8.

Alternativa 4

Desde el punto de vista técnico esta alternativa es la más compleja. Esta alternativa pretende ser la mejor alternativa a fin de resolver estrictamente todos los problemas generados en la conexión de la Avenida de Portugal con la Avenida de Julián Valverde. A fin de resolver este problema hay que proceder a la construcción de un puente y la adecuación de varias carreteras existentes en urbanizaciones para la incorporación nuevamente de los vehículos al flujo del tráfico.

Por tanto, esta solución es la más ambiciosa desde el punto de vista técnico, más compleja pero también la que mejor nivel de servicio ofrece de todas las planteadas.

Su valoración es de 6 sobre 8.

Impacto social

Se prestará especial atención a las expropiaciones que implica cada una de las soluciones y a la influencia al tráfico que supondrá la ejecución de la obra.

Alternativa 1:

Esta alternativa presenta una buena aceptación social debido a la inexistencia de expropiaciones de construcciones e ínfimas de terrenos, ya que su actuación se enmarca en una zona que así no lo exige.

Por otra parte, ésta no es una solución técnicamente buena y los usuarios llevan tiempo reclamando una actuación que solucione completamente la problemática existente, cosa que no ocurriría con la ejecución de esta solución.

En cuanto a la afección de la obra al tráfico esta tendría una importancia muy elevada.

Su valoración es de 3 sobre 8.

Alternativa 2:

Desde el punto de vista del impacto social, esta alternativa es igual que la alternativa 1.



Su valoración es de 3 sobre 8.

Alternativa 3.

Esta alternativa no presenta demasiada aceptación social pues implica la expropiación de construcciones que incluyen negocios de cierta importancia para la zona o de reciente construcción.

Además no es una solución técnicamente buena pues no soluciona la problemática existente y supondría una interrupción al tráfico de importancia durante su construcción.

Su valoración es de 1 sobre 8.

Alternativa 4.

En este caso, el nuevo trazado lleva consigo una serie de expropiaciones de terrenos, pero hablamos en todo caso de terrenos sin construcciones y cuya aceptación social por lo tanto sería bastante aceptable.

Por otra parte, el hecho de ser la alternativa que mejor solución puede ofrecer a los futuros usuarios de estas carreteras y la no afección al tráfico actual en ningún momento ofrece garantías de que la propuesta sea aceptada socialmente.

Su valoración es de 7 sobre 8.

Coste económico

Alternativa 1:

		Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Movimiento de tierras	Desmonte	9000 m ³	3,25 €/m ³	29.250 €
	Terraplén	250 m ³	1,85 €/m ³	462,5 €
Drenaje		225 m	125 €/m	28.126 €
Firmes		1800 m ²	25 €/m ²	43.200 €
Estructuras		1800 m ²	600 €/m ²	1.080.000 €

Señalización	225 m	31 €/m	6.975 €
Total			1.188.103,5€

No incluye expropiaciones a mayores. Su valoración es de 3 sobre 8.

Alternativa 2:

		Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Movimiento de tierras	Desmonte	-----	3,25 €/m ³	0 €
	Terraplén	-----	1,85 €/m ³	0€
Drenaje		225 m	125 €/m	28.126 €
Firmes		1800 m ²	25 €/m ²	43.200 €
Estructuras		1800 m ²	525 €/m ²	945.000 €
Señalización		225 m	31 €/m	6.975 €
Total				1.023.391 €

No incluye expropiaciones a mayores. Su valoración es de 4 sobre 8.

Alternativa 3:

		Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Movimiento de tierras	Desmonte	-----	3,25 €/m ³	0 €
	Terraplén	-----	1,15 €/m ³	0 €
Drenaje		120 m	125 €/m	15.000 €
Firmes		604 m ²	25 €/m ²	15.100 €
Estructuras		-----	600 €/m ²	0 €
Señalización		120 m	31 €/m	3.720 €
Total				33.820 €

A pesar de su bajo presupuesto de ejecución implica expropiaciones de elevado valor. Por ello, su



valoración es 6 sobre 8, y no la máxima puntuación que se merecería por el presupuesto anterior exclusivamente.

Alternativa 4:

		Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Movimiento de tierras	Desmante	1883 m ³	3,25 €/m ³	6.119,75 €
	Terraplén	1719 m ³	1,85 €/m ³	3.180,15 €
Drenaje		744 m	125 €/m	93.000 €
Firmes		2635m ²	25 €/m ²	65.875 €
Estructuras		1008m ²	550 €/m ²	554.400 €
Señalización		744 m	31 €/m	23.064 €
Total				745.638,9 €

Incluye expropiaciones de valor reducidamente bajo. **Su valoración es de 3 sobre 8.**

9. SOLUCIÓN A ADOPTAR

Para analizar un resultado global es necesario analizar de forma conjunta las valoraciones obtenidas en los diferentes criterios de cada una de las alternativas planteadas anteriormente, para obtener así un valor global de dichos resultados, que será el que nos indique la solución óptima. Esta operación es lo que se conoce como una elección Multicriterio, la cual se detalla al final de este anejo una vez definidos los pesos correspondientes a cada uno de los criterios definidos. No todos los criterios tienen el mismo peso a la hora de decidir cual es la solución óptima, por este motivo hay que tener en cuenta el peso de cada uno de ellos para obtener una correcta valoración global. A continuación se aporta el orden de importancia de dichos criterios.

En primer lugar y dado el objeto de este proyecto, es imprescindible que la alternativa elegida

solvente la problemática existente por lo que será necesario que la valoración obtenida para tráfico y seguridad vial sea positiva, ya que es esta la base del presente proyecto, por lo que se dará un peso del 30% a este criterio.

En segundo lugar es necesario tener en cuenta el criterio técnico, muy ligado al mencionado anteriormente de tráfico y seguridad vial. El peso correspondiente en este caso es de 25%.

Finalmente se tendrían en cuenta los criterios que abarcan el criterio económico e impacto ambiental con un 20% de peso cada uno y la aceptación social con un 5%. Aunque en menor medida también influyen en la decisión a tomar, sobre todo debe ser tenido en cuenta el impacto ambiental, que debe ser aceptable en todo caso.

En el siguiente cuadro Multicriterio, se recogen las valoraciones correspondientes a cada alternativa con los respectivos pesos anteriormente detallados para cada criterio.

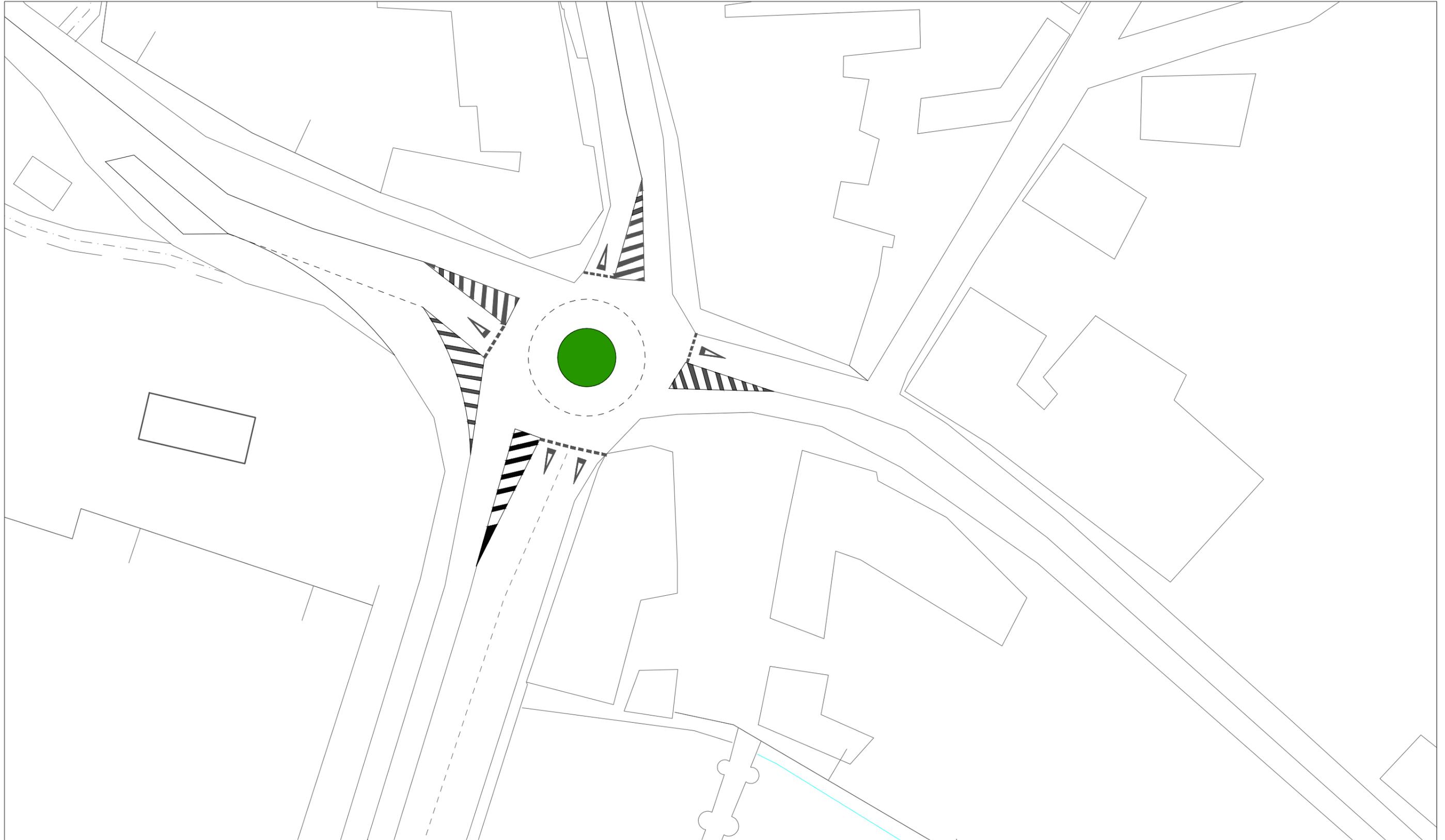
Dadas todas las valoraciones y análisis de los aspectos indicados y en función de los resultados obtenidos, finalmente se ha decidido que la alternativa a ejecutar sea la Alternativa 4.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Tráfico y seguridad vial	4	4	3	8
Impacto ambiental	3	5	8	2
Criterio económico	3	4	6	3
Criterio técnico	2	3	4	6
Impacto social	3	3	1	7
Puntuación	3,05	4,125	4,75	5,25



APÉNDICE nº1

PLANOS DE LAS ALTERNATIVAS



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS,
CANALES Y
PUERTOS**

Título del proyecto:

Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:

Patricia Pérez Fernández

Fecha:

Septiembre 2014

Firma:

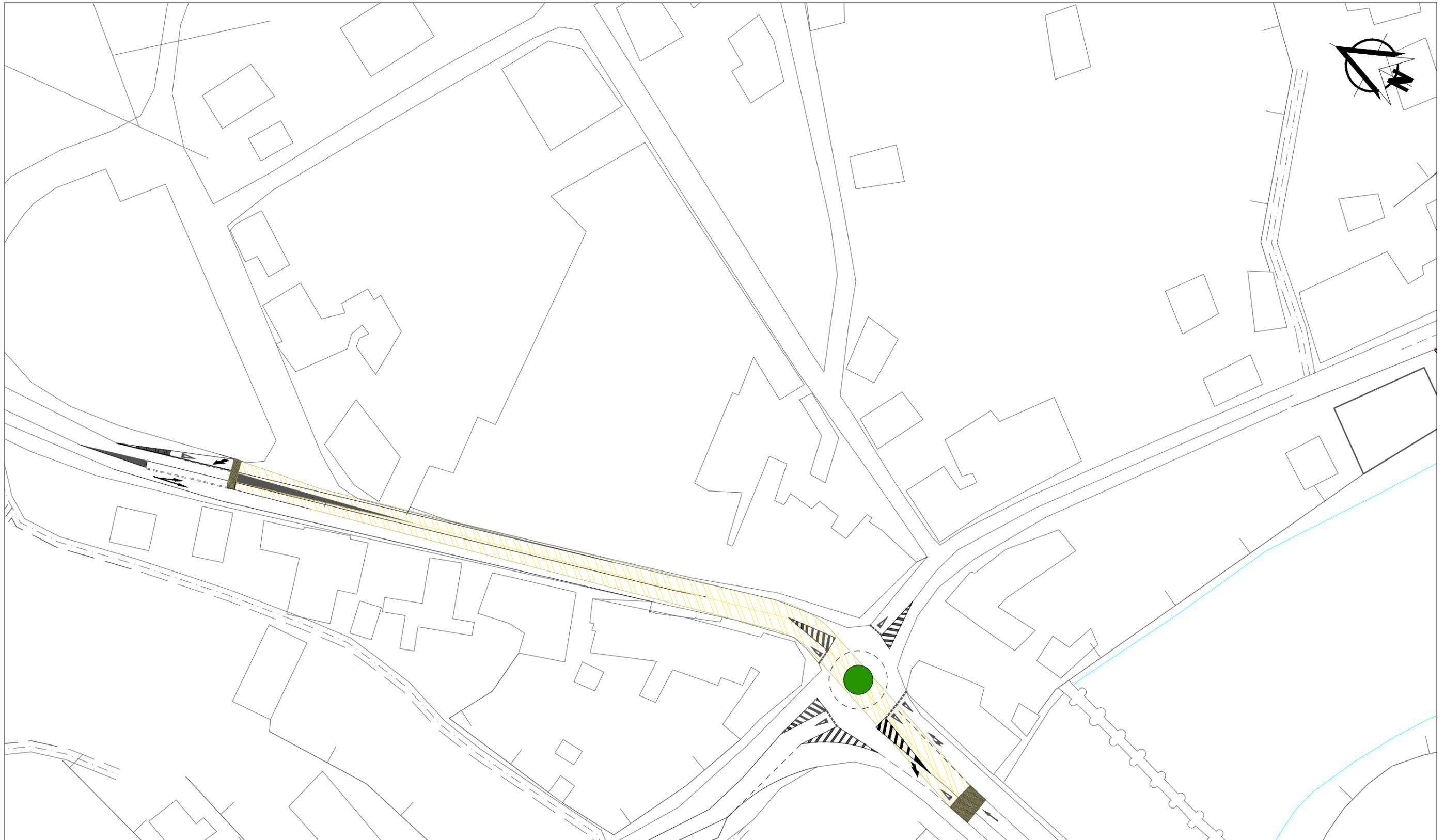
Designación del plano:

Situación Actual

Escala:

1:500

**Plano 0
Hoja 1**



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS,
CANALES Y
PUERTOS

Título del proyecto:

Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:

Patricia Pérez Fernández

Fecha:

Septiembre 2014

Firma:

Designación del plano:

Alternativa 1:
Paso Inferior.
Planta

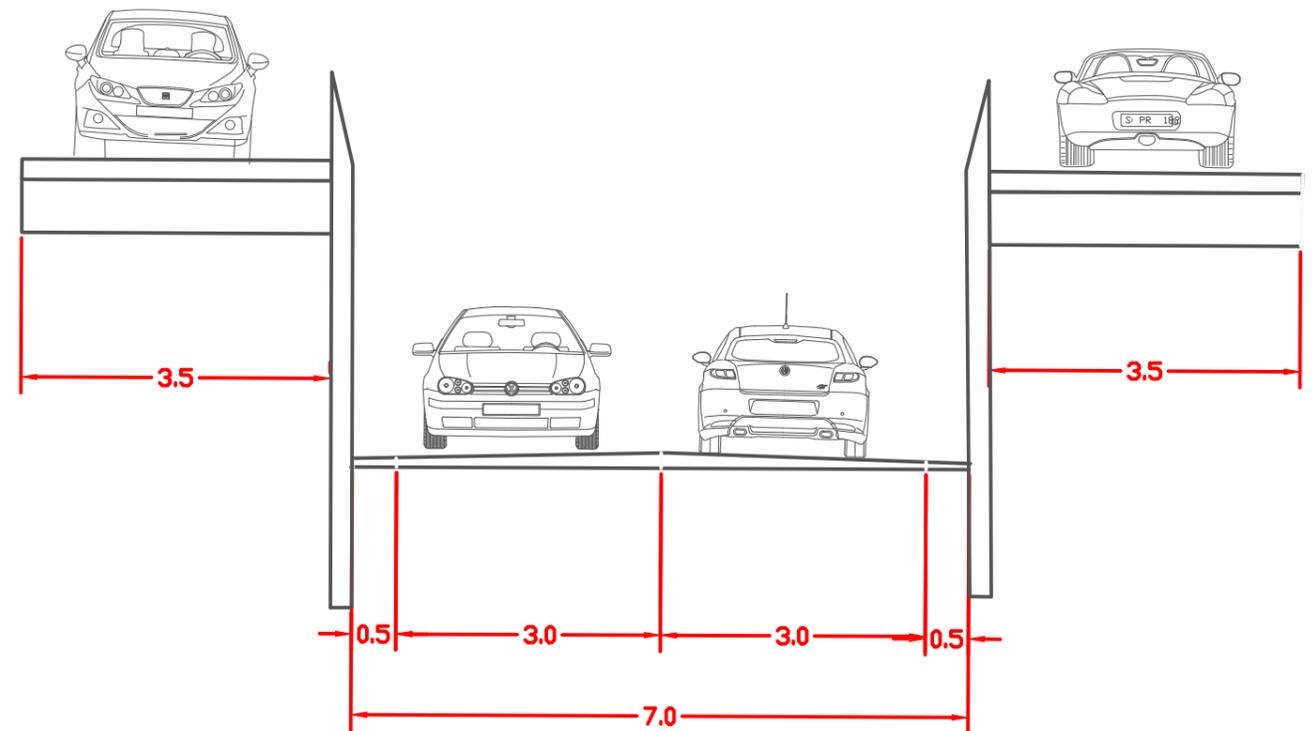
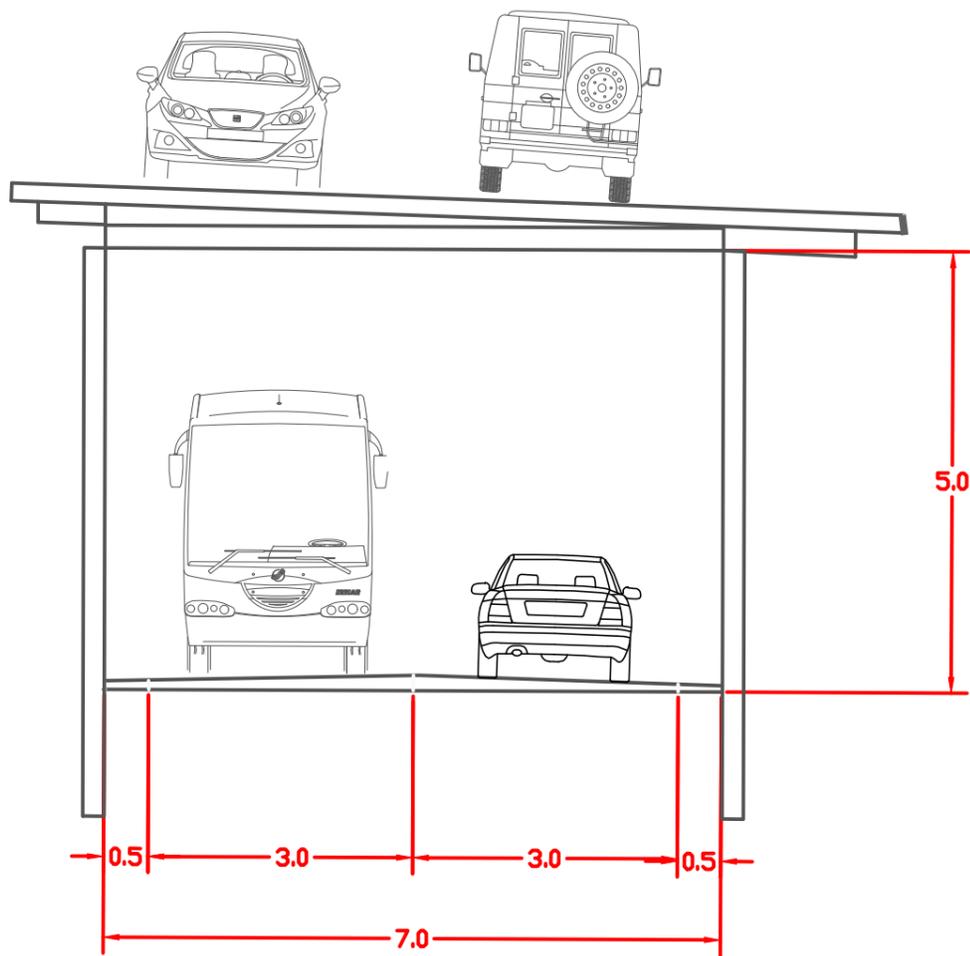
Escala:

1:1000

Plano 1
Hoja 1

Sección A-A

Sección B-B



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS,
CANALES Y
PUERTOS

Título del proyecto:

Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:

Patricia Pérez Fernández

Fecha:

Septiembre 2014

Firma:

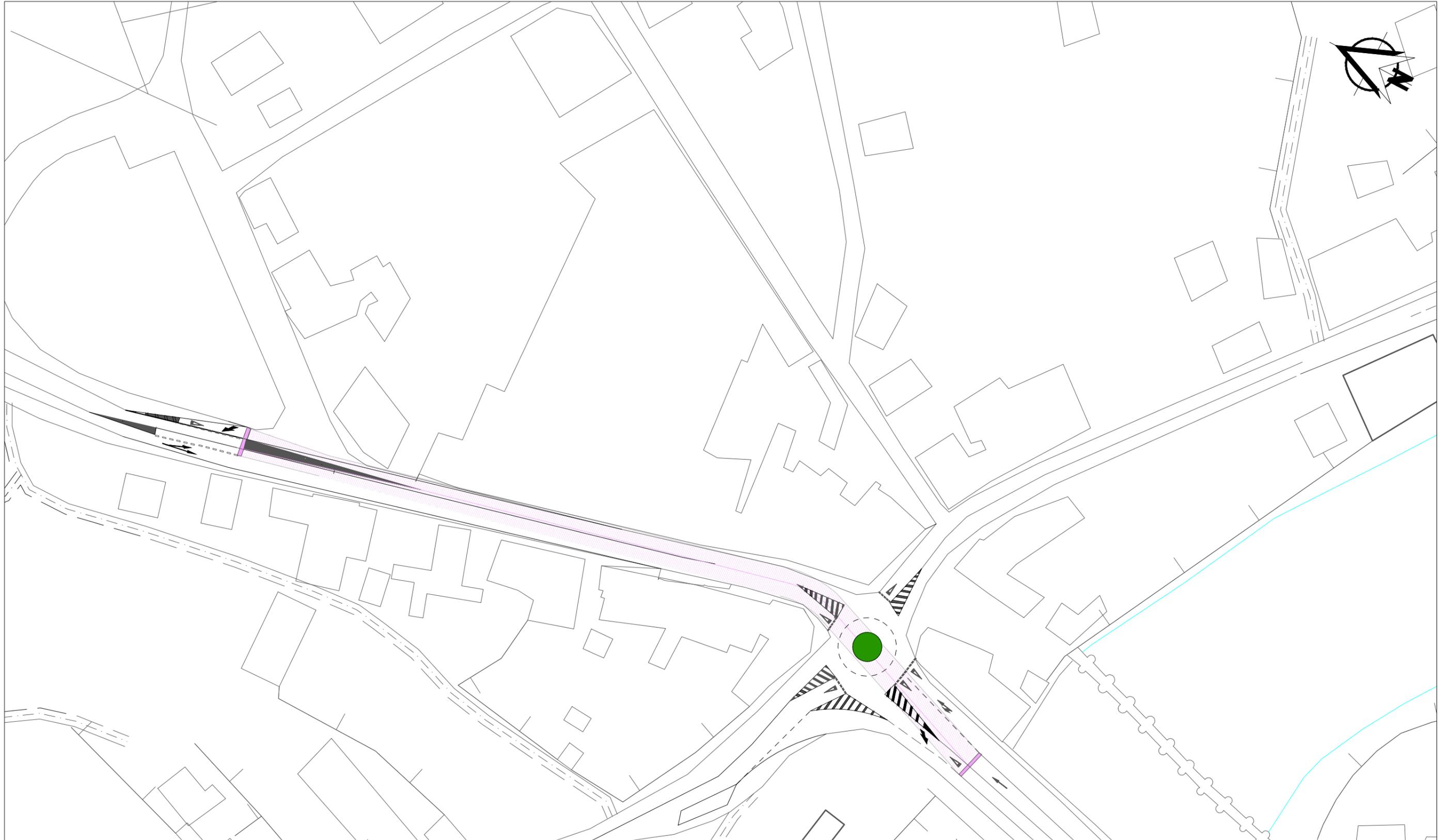
Designación del plano:

**Alternativa 1: Paso Inferior.
Secciones**

Escala:

1:80

**Plano 1
Hoja 2**



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS,
CANALES Y
PUERTOS

Título del proyecto:

Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:

Patricia Pérez Fernández

Fecha:

Septiembre 2014

Firma:

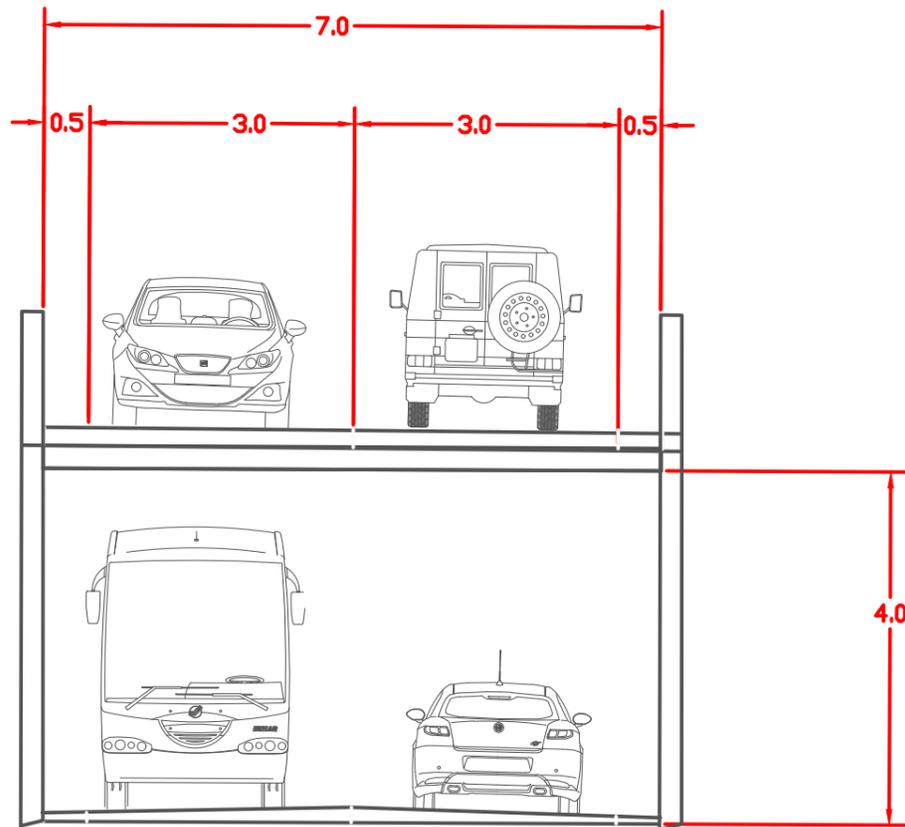
Designación del plano:

Alternativa 2:
Paso superior.
Planta

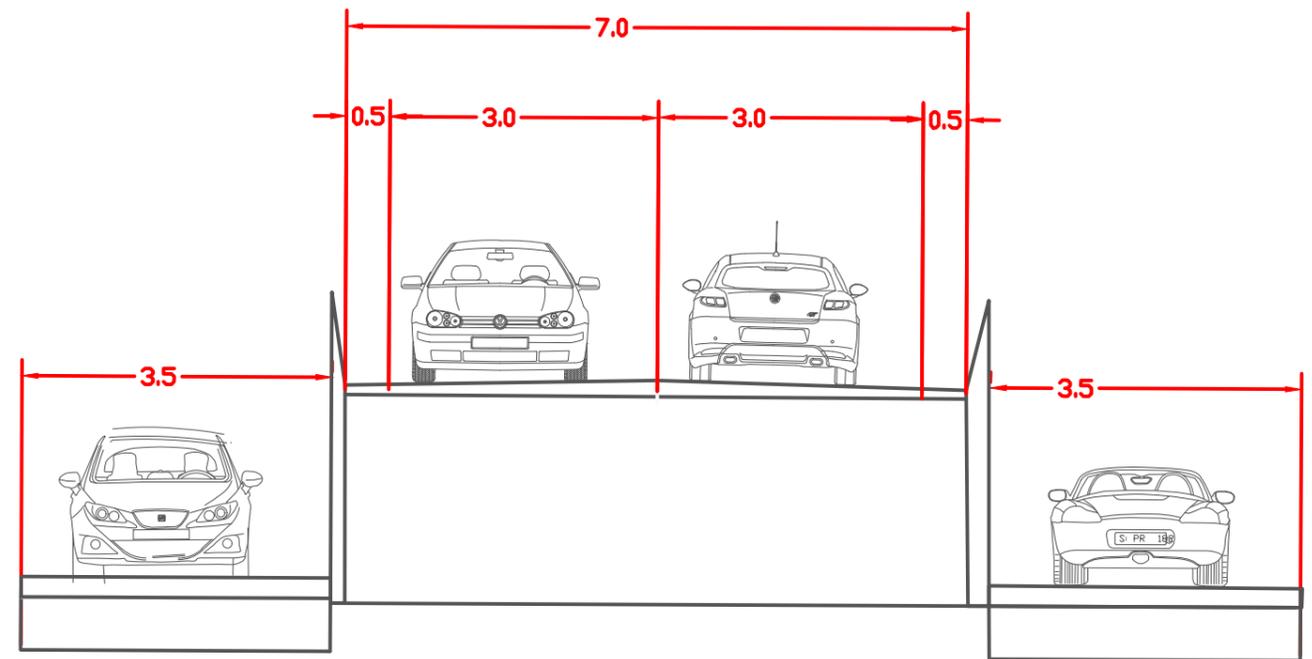
Escala:

1:1000

Plano 2
Hoja 1



Sección A—A



Sección B—B



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS,
CANALES Y
PUERTOS

Título del proyecto:
Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:
Patricia Pérez Fernández

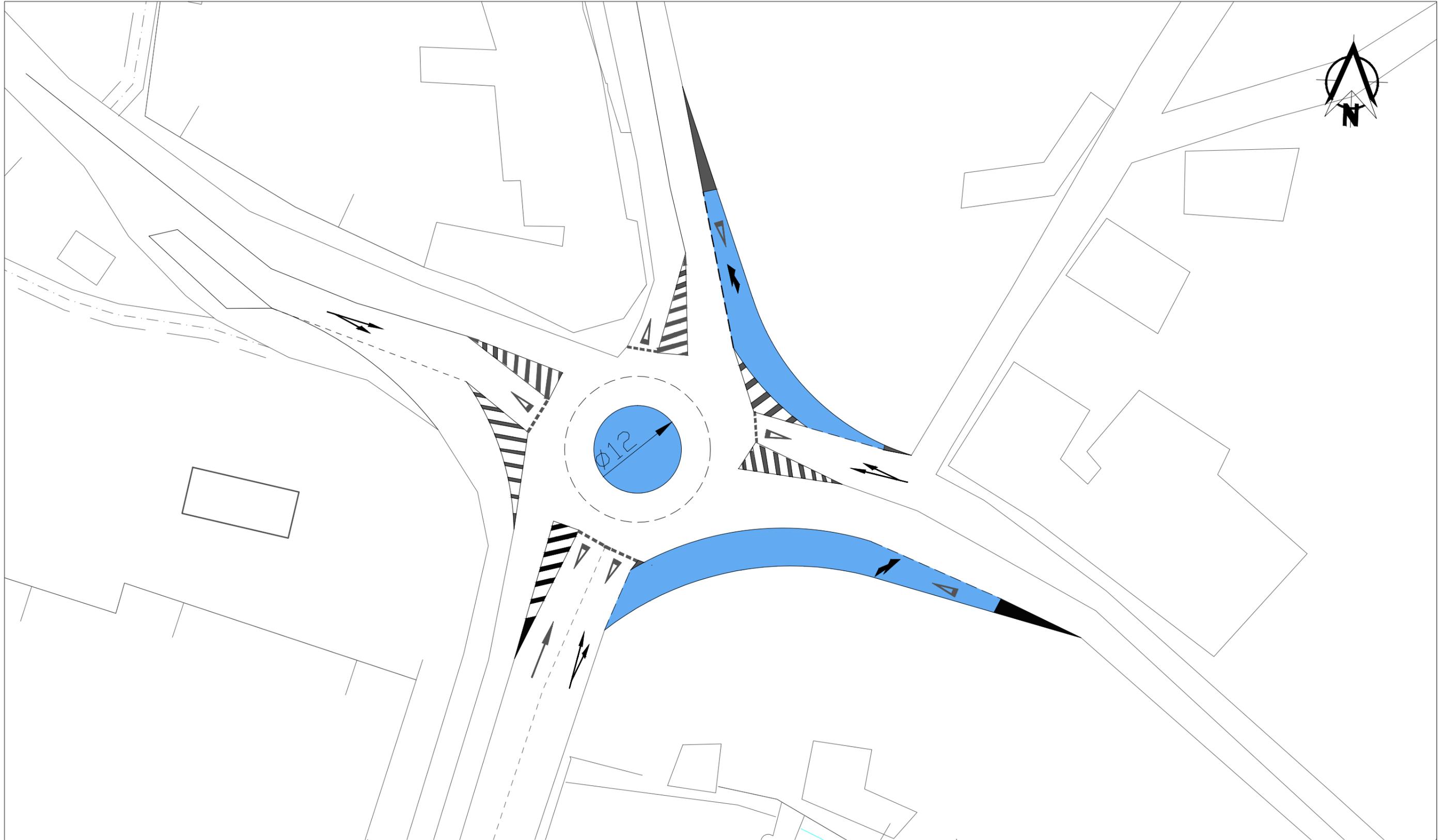
Fecha:
Septiembre 2014

Firma:

Designación del plano:
**Alternativa 2: Paso Superior.
Secciones**

Escala:
1:80

**Plano 2
Hoja 2**



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS
CANALES Y
PUERTOS

Título del proyecto:

Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:

Patricia Pérez Fernández

Fecha:

Septiembre 2014

Firma:

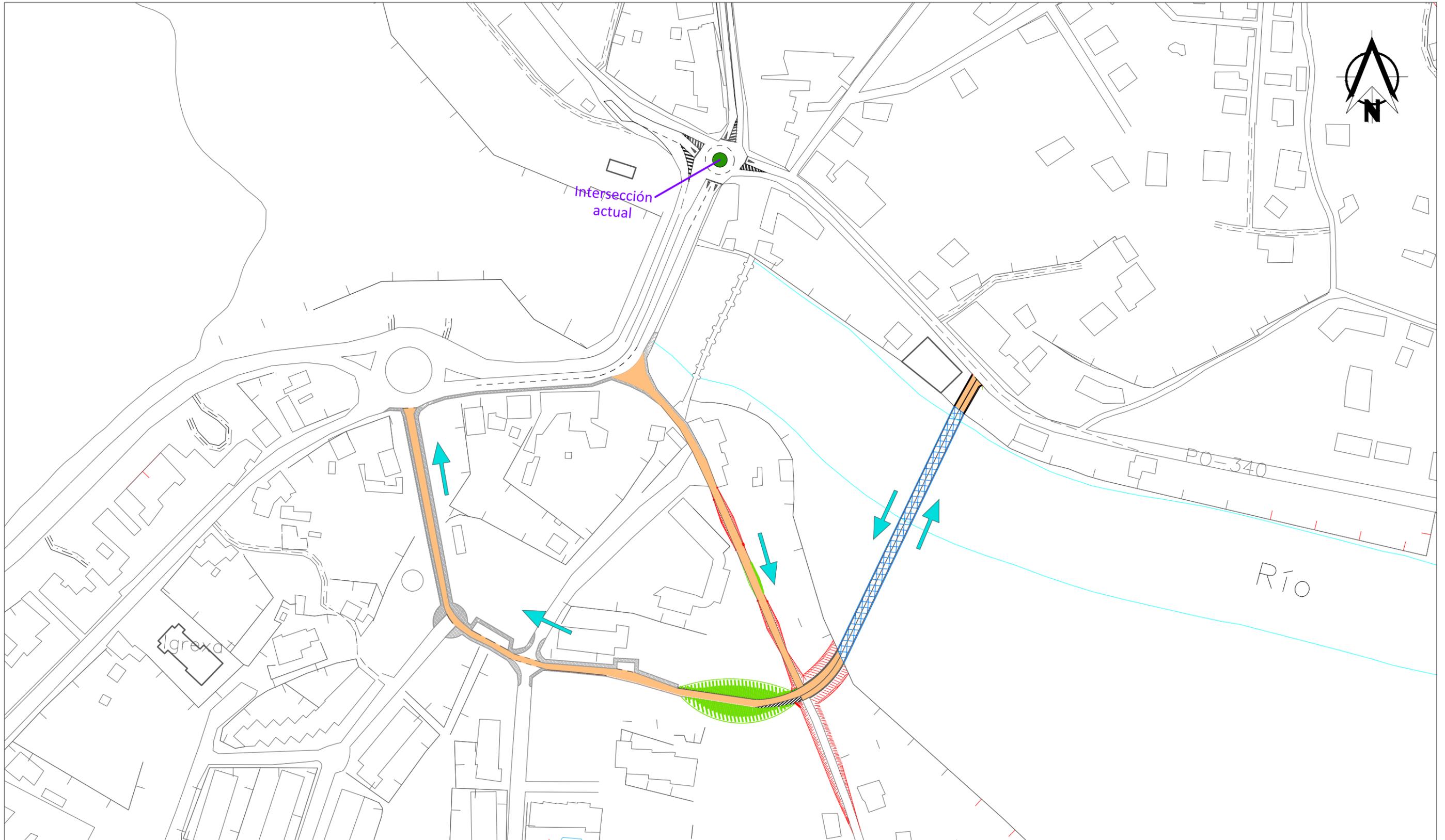
Designación del plano:

**Alternativa 3.
Planta**

Escala:

1:500

**Plano 3
Hoja 1**



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS DE
CAMINOS,
CANALES Y
PUERTOS

Título del proyecto:

Mejora de la intersección entre la
Av. de Portugal y la Av. Julián
Valverde a su paso por
A Ramallosa (Pontevedra).

Autor:

Patricia Pérez Fernández

Fecha:

Septiembre 2014

Firma:

Designación del plano:

**Alternativa 4.
Planta**

Escala:

1:2000

**Plano 4
Hoja 1**



ANEJO Nº4 ESTRUCTURAS

1. INTRODUCCIÓN.
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.
 - 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DEL SISTEMA DE PRETENSADO.
 - 2.2 TERRENO DE CIMENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL RELLENO DEL TRASDÓS.
 - 2.3 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.
 - 2.4 ACCIONES.
 - 2.5 APOYOS.
3. TABLERO.
4. ESTRIBOS.
5. PILAS.
6. PRETENSADO DE VIGAS.
7. APOYOS ELASTOMÉRICOS.



1. INTRODUCCIÓN.

En este anejo se presentará la estructura del puente sobre el Río Miñor que forma parte de la solución elegida para solucionar la problemática existente en la intersección.

Para el dimensionamiento de dicha estructura se han seguido los siguientes documentos:

- Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas I. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Carreteras.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras (IAP-11). Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El dimensionamiento de este viaducto se realiza mediante la “Colección de puentes de vigas pretensadas I”.

La estructura diseñada consta de cuatro vanos de 36 m entre ejes de apoyo de vigas, con lo que se alcanza una longitud total de 144 m.

El viaducto necesita de la construcción, en todos sus vanos, de un tablero de vigas pretensadas, sustentado por estribos de hormigón armado. Éste está formado por vigas pretensadas de sección en doble T (apoyadas isóticamente en sus extremos), losa superior de hormigón armado y vigas riostras que unen transversalmente las vigas en sus zonas de apoyos. En cuanto a los estribos, están constituidos por muros y zapatas de cimentación de hormigón armado. Los primeros incluyen el muro frontal, los muros laterales y las aletas.

Los apoyos intermedios se llevarán a cabo con las pilas y dinteles establecidos en dicha colección.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DEL SISTEMA DE PRETENSADO.

- **Hormigón:**

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN
Vigas pretensadas	HP-35
Losas y vigas riostras del tablero, dinteles y fustes de pilas	HA-25
Zapatas de pilas, muro frontal, muros laterales, aletas y zapatas de estribos	HA-20

El hormigón de nivelación a colocar en la base de las cimentaciones tendrá al menos una dosificación de 100 Kg. de cemento por metro cúbico de hormigón.

- **Armaduras pasivas:**

Serán del tipo B 400 SD.

- **Armaduras activas:**

→ Para el acero de pretensado se han considerado las siguientes características:

- Módulo de deformación longitudinal: $E_p=190.000 \text{ MPa}$
- Relajación a $20\pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura y tensión equivalente inicial de rotura $0.7 \cdot f_{\text{máx}}$ igual o inferior a:
 - En ensayo a 120 horas $=1.35\%$



- En ensayo a 1000 horas =2%

Se han adoptado dos tipos de tendones con las siguientes características:

a) Tendón tipo 1:

- Área neta de acero: 5,92 cm².
- Carga de rotura garantizada: 113 Mp.
- Carga correspondiente al límite elástico característico: 101,7 Mp.

b) Tendón tipo 2:

- Área neta de acero: 11,84 cm².
- Carga de rotura garantizada: 226 Mp.
- Carga correspondiente al límite elástico característico: 203,4 Mp.

→ Para el sistema de pretensado se han considerado las siguientes características:

a) Pérdidas por rozamiento:

Se han utilizado los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de rozamiento en curva (tesado y destensado): $\mu = 0.21$.
- Coeficiente de rozamiento parásito:
 - Tendón tipo 1: $K = 0,00189 \text{ rad/m}$.
 - Tendón tipo 2: $K = 0,00126 \text{ rad/m}$.

b) Penetración de cuñas:

Valor máximo de la penetración: 4 mm.

c) Características geométricas:

- Distancia vertical entre ejes de anclajes:

Tendón tipo 1: 240 mm.

Tendón tipo 2: 320 mm.

- Distancia vertical entre ejes de anclaje y cara superior o inferior de la viga:

Tendón tipo 1: 150 mm.

Tendón tipo 2: 180mm.

- Distancia horizontal entre ejes de anclajes activos y extremo de la viga.

Tendón tipo 1: 120 mm.

Tendón tipo 2: 140 mm.

- Distancia horizontal entre ejes de anclajes pasivos y extremo de la viga:

Tendón tipo 1: 240 mm.

Tendón tipo 2: 280 m

2.2 TERRENO DE CIMENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL RELLENO DEL TRASDÓS.

El terreno de cimentación se caracteriza por:

- Tensión admisible: $\sigma_{adm} \geq 7 \text{ kp/cm}^2$ (Terreno tipo D).
- Ángulo de rozamiento con la zapata: $\delta_0 = 35^\circ$.



El relleno en el trasdós de los muros de los estribos tiene los siguientes parámetros:

- Peso específico: $\gamma = 1,8$
- Ángulo de rozamiento interno: $\varphi = 35^\circ$.
- Ángulo de rozamiento con el muro: $\delta = 0^\circ$.
- Cohesión: $c = 0$
- Coeficiente de empuje activo: $\lambda_a = 0,33$
- Talud del terraplén: 2:1.

2.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

Los coeficientes de seguridad se han tomado los correspondientes a la Instrucción sobre las Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de Carretera según la orden ministerial del 29 de Septiembre de 2011 (IAP-11).

Distinguiremos entre los coeficientes de seguridad para los estados límites de servicio y estados límites últimos, tanto de vacío como de servicio. De igual forma, en la siguiente tabla reflejamos los coeficientes de seguridad a aplicar tanto a las acciones como a los materiales

		Estado Límite de Servicio	Estado Límite Último		
			Fase de Vacío	Fase de Servicio	
				Tablero	Pilas y Estribos
Materiales	Hormigón	$\gamma_c = 1$	$\gamma_c = 1.5$		
	Acero activo y pasivo	$\gamma_s = 1$	$\gamma_s = 1.15$		
Acciones	Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado	$\gamma_p = 0.9 \text{ ó } 1.1$	$\gamma_p = 1$		
	Cargas Permanentes	$\gamma_g = 1$	$\gamma_g = 1$	$\gamma_g = 1.35$	
	Fuerzas de Pretensado	$\gamma_p = 0.9/1.1$	$\gamma_p = 1.3$	$\gamma_p = 1.35$	
	Acciones del Terreno	$\gamma_g = 1$	$\gamma_g = 1/1,5$	$\gamma_g = 1/1.5$	
	Cargas Variables	$\gamma_q = 0/1$	$\gamma_q = 0/1.5$	$\gamma_q = 0/1.5$	


2.4 ACCIONES.

Elemento	Cargas Permanentes	Sobrecargas
Tablero	Carga de borde de 7,5 kN/m. Cargas en superficie: Peso propio de losa y pavimento. Cargas longitudinales en vigas: Peso propio.	Sobrecarga uniforme en toda la plataforma de 4 kN/m ² . Vehículo pesado (6 cargas puntuales de 100 kN). Frecuente: 40% de la máxima total. Acción sísmica.
Pilas	Peso propio de la pila. Peso propio del relleno sobre zapatas. Acción permanente del tablero.	Acción de la sobrecarga en el tablero. Frenado. Viento transversal sobre el tablero. Viento transversal y longitudinal sobre el fuste y el dintel. Acción sísmica.
Estribos	Peso propio del estribo. Peso propio del relleno de trasdós. Acción permanente del tablero.	Acción de la sobrecarga del tablero. Sobrecarga uniforme de 10 kN/m ² sobre el relleno del trasdós. Acciones debidas a vehículo tipo de 600 kN. Frenado.

	Acción sísmica. Empuje del relleno de trasdós según la Teoría de Rankine.
--	----------------------------------------------------------------------------------

2.5 APOYOS.

En los ejes de apoyos de las vigas se ha provisto la utilización de apoyos elastoméricos. Para su correcto dimensionamiento se tendrán en cuenta las fuerzas de frenado y de seísmo, así como la capacidad de giro del mismo.

En el plano correspondiente se dan los siguientes valores para cada apoyo:

- Reacción vertical mínima en servicio
- Reacción vertical máxima en servicio
- Desplazamiento horizontal por retracción y fluencia
- Desplazamiento horizontal por temperatura
- Rotación.

En cuanto al esfuerzo de frenado, se dan los valores totales por tablero, ya que para determinar la fuerza absorbida por cada apoyo, puede ser preciso tener en cuenta la flexibilidad de las pilas.

Se dan asimismo los valores totales por tablero de la fuerza horizontal debida al sismo, que ha servido de base para el cálculo de los topes horizontales.



3. TABLERO.

La estructura diseñada consta de un vano de 36 m de luz entre ejes de apoyos de vigas. Está constituido por vigas pretensadas de sección en doble T, apoyadas isostáticamente en sus extremos, losa superior de hormigón armado y vigas riostras que unen transversalmente las vigas en sus zonas de apoyos.

La barrera de seguridad es de las denominadas barreras rígidas, de hormigón armado, con un ancho en la base de 0,5 metros anclada al elemento estructural.

La luz de cálculo del tablero entre ejes de apoyos es de 36 m. Las vigas empleadas serán de tipo V, su canto es de 2.3 m y están dimensionadas en clase I en cuanto a su comportamiento en servicio frente a fisuración, dado el clima de la zona con temperaturas bajas en invierno y posibles heladas. Sobre dichas vigas irá una losa de 0.20 metros de espesor, por tanto, el canto total del tablero será de 2,5 m. El ancho total de plataforma (calzada más arceños) es de 7 metros y se consigue con cuatro vigas. El resto de dimensiones son las indicadas en los planos correspondientes.

4. ESTRIBOS.

Están constituidos por muros y zapatas de cimentación de hormigón armado. Los primeros incluyen el muro frontal, los muros laterales y las aletas.

Su altura está condicionada por la necesidad de respetar el cauce del río Miñor, y será por lo tanto de 4 metros.

En los planos correspondientes podemos conocer el resto de sus dimensiones.

5. PILAS.

Para la construcción de este viaducto se requiere la construcción de tres pares de pilas intermedias entre los estribos. Estas pilas estarán equiespaciadas formando vanos de idéntica luz y longitud para que la estructura sea estéticamente más agradable y para evitar problemas con los distintos cantos que podrían tener las vigas que forman el tablero en cada vano. De esta forma se colocará el mismo tipo de viga en cada vano así como el mismo tipo de apoyo de neopreno.

Las pilas empleadas al igual que el resto de elementos del viaducto serán los establecidos en la "Colección de Puentes de Vigas Pretensadas I". Las dimensiones tipo se establecen en los correspondientes planos de detalle.

Del mismo modo se define también en los planos de estructuras las dimensiones de los dinteles y las zapatas empleadas.

6. PRETENSADO DE VIGAS.

La viga V (solución elegida en nuestro puente) se tesa con 5 tendones tipo 2. Los tendones se tesarán en dos fases: primero cuando el hormigón alcance los 2 kN/cm² de resistencia característica y segundo a los 21 días o cuando alcancen los 3 kN/cm² de resistencia característica. En la primera fase se le aplicará una fuerza de tesado de 9,5 kN/cm² y en la segunda de 16,95 kN/cm².

El trazado del tendón en el último metro en proyección horizontal y hasta el anclaje es recto, y sigue la dirección de la pendiente indicada por p.

Los recorridos de tesados previstos en cm = X1.a+X2 son los que siguen: (la diferencia entre la luz de la viga y su luz mínima es 2a)



Tendones	Tesado Previo		Tesado Final	
	X1	X2	X1	X2
1 y 4	0,719	11,70	0,562	9,10
2	0,719	11,80	0,562	9,20
3 y 5	0,730	11,85	0,573	9,30

7. APOYOS ELASTOMÉRICOS.

Se colocará un apoyo elastomérico en cada punto sobre el que apoyará una viga. Para el dimensionamiento de los apoyos elastoméricos se utiliza el catálogo incluido en el Apéndice 1 del presente anejo de Estructuras. Los esfuerzos y movimientos característicos de las vigas del viaducto serán los que determinen el apoyo elastomérico a emplear.

Las acciones que tendrán que soportar los apoyos elastoméricos de esta estructura son las siguientes:

LUZ (m)	VIGA TIPO	REACCIONES (kN)		DESPLAZAMIENTOS (CM)		GIRO (RADx10 ⁻³)	FUERZA HORIZONTAL TOTAL POR TABLERO (kN)	
		MIN.	MÁX.	RET. Y FLUENCIA	TEMP.		FRENADO	SISMO
33,25	V	778	1285	0,90	±0,32	1,59	46,6	479,3

Para el dimensionamiento de los apoyos elastoméricos se utiliza el catálogo incluido en el apéndice 1 del presente anejo.

Para una carga máxima de 1285 kN se utilizará un apoyo armado rectangular de dimensiones 400x250 mm con un módulo elástico para la tensión máxima $E=610 \text{ N/mm}^2$. Para una reacción mínima de 778 kN, la tensión mínima será de $7,78 \text{ N/mm}^2$, por lo que no es necesario anclar el apoyo.

El espesor del apoyo se determina considerando el giro máximo permitido. En este caso se necesita un apoyo de 2 capas, con un espesor total de elastómero de 21 mm y total del apoyo de 30 mm. Con este apoyo se soportan giros de 0.002 radianes.

Los desplazamientos lentos son de 1.22 cm, por lo tanto desde este punto de vista nos sirve el apoyo elegido.

A continuación se comprueba que el desplazamiento horizontal está dentro del máximo admisible para este apoyo (se supone que la fuerza horizontal total se reparte a partes iguales entre cada uno de los 4 apoyos):

Nº de capas	Altura total del elastómetro (mm)	Fuerza horizontal total (kN)	Desplazamientos (mm)	
			Admisible	Horizontal por apoyo
2	21	131,5	14,7	27,6

Dado que no cumple, tomamos un apoyo de 350x450mm. Obviamente soporta la reacción vertical máxima y no es necesario anclarlo pues la tensión mínima es de $5,09 \text{ N/mm}^2$ (superior a 5 N/mm^2).

Para este caso:

Nº de capas	Altura total del elastómetro (mm)	Fuerza horizontal total (kN)	Desplazamientos (mm)	
			Admisible	Horizontal por apoyo
2	27	131,5	18,9	22,5

Dado que no cumple, tomamos un apoyo de 400x500 mm. Obviamente soporta la reacción vertical máxima, pero es necesario anclarlo pues la tensión mínima es de $4,00 \text{ N/mm}^2$ (inferior a 5 N/mm^2).



Para este caso:

Nº de capas	Altura total del elastómetro (mm)	Fuerza horizontal total (kN)	Desplazamientos (mm)	
			Admisible	Horizontal por apoyo
2	22	131,5	15,4	14,5

Así queda comprobado el funcionamiento de estos apoyos.



ANEJO Nº5 FIRMES

- 1. INTRODUCCIÓN.**
- 2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES.**
- 3. TRÁFICO PESADO.**
- 4. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA.**
- 5. SECCIONES DE FIRMES.**
 - 5.1 SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRMES
 - 5.2 ESPESOR Y MATERIALES DE LA MEZCLA BITUMINOSA.
 - 5.3 FIRMES EN ARCENES.
 - 5.4 FIRMES EN ESTRUCTURAS
- 6. ACERAS**



1. INTRODUCCIÓN.

El objeto de este anejo es el de definir el paquete de firme que será necesario en las diferentes calzadas que componen la actuación proyectada. También se definirán los bordillos a utilizar en aceras.

Para determinar el paquete de firme necesario se ha seguido la Norma 6.1 IC "Secciones de Firmes" de la Instrucción de Carreteras. 2003.

2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES.

Los parámetros fundamentales que más condicionan el paquete de firme a emplear son:

- El tráfico de vehículos pesados medido a través de la IMD de vehículos pesados.
- Las características de la explanada sobre la que se asentará el paquete de firme.
- Los materiales existentes en la zona con que se pueda elaborar un firme que cumpla los requisitos establecidos en la norma. Para una misma carga de tráfico la norma permite aplicar distintos materiales para confeccionar el paquete de firme en función de los materiales existentes en la zona de actuación.

Estos factores deben estudiarse previamente para definir la solución más idónea para nuestro proyecto.

El tráfico de vehículos pesados no podrá determinarse con precisión, ya que al tratarse de un anteproyecto no se han realizado aforos exhaustivos, sino que a penas contamos con un par de aforos manuales. Es por ello que se estimará, quedándonos siempre del lado de la seguridad..

En cuanto a las características de la explanada se puede obtener su clasificación del Anejo nº1: Geología y Geotecnia.

3. TRÁFICO PESADO

Como dice la Norma 6.1-IC, 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.

La intensidad media diaria de pesados es un dato con el que no contamos, sin embargo, como para establecer la categoría de tráfico pesado solo hay que elegir un rango vamos a determinar la misma en función de los datos obtenidos en los aforos manuales.

Como podemos observar en el Anejo nº2: Tráfico, en las horas de estudio se registraron 2, 1 y 3 vehículos pesados respectivamente desde la Avenida de Julián Valverde hacia la Avenida de Portugal y 2, 2 y 5 en sentido opuesto. Dado que algunos de estos datos se corresponden con horas punta, podemos decir que la IMD de pesados en el carril más cargado no será, casi con toda seguridad, superior a 150 vp/día. Se pretende que el año de puesta en servicio sea el próximo año, o como muy tarde, 2016, por lo tanto el incremento de la IMDp en el año horizonte se puede considerar despreciable.

La norma, define cinco categorías de tráfico pesado, en función de la IMDp en el carril de proyecto y en el año de puesta de 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

FIGURA 1: tabla 1.a y 1.b de la norma 6.1 IC

Por lo tanto, podemos considerar que la categoría de tráfico pesado no será ninguna superior a la T31 y nos quedaremos con ésta trabajando del lado de la seguridad.

4. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA.

A 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", cuyos valores se recogen en la tabla siguiente.

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

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

La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura 2 de la Norma 6.1-IC, 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, según se definen en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras (PG-3).

CATEGORÍA DE EXPLANADA	TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
E1 $E_{v2} \geq 60 \text{ MPa}$					
E2 $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$					
E3 $E_{v2} \geq 300 \text{ MPa}$					

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)

0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)

1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)

2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

HM-20 Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material

espesor mínimo en cm

suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente

FIGURA 2: tabla formación de la explanada, norma 6.1 IC.



Según lo indicado en el Anejo nº1: Geología y Geotecnia, estamos ante un Suelo Tolerable. Por lo tanto se adoptará una explanada E2 en todos los ejes del proyecto que es la más adecuada para el tipo de terreno y tráfico.

Para conseguir una explanada E₂ sobre Suelo Tolerable tenemos cuatro opciones:

- 75 cm de Suelo Seleccionado tipo 2.
- 40 cm de Suelo Seleccionado tipo 2 apoyados sobre 50 cm de Suelo Adecuado.
- 25 cm de Suelo estabilizado in situ tipo 2 sobre 25 cm de Suelo estabilizado in situ tipo 1.
- 25 cm de Suelo Seleccionado tipo 3 sobre 25 cm de Suelo estabilizado in situ tipo 1.

La Norma 6.1-IC recomienda para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural en toda la traza, la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar. Por lo tanto se dispondrán 25 cm de Suelo estabilizado in situ tipo 2 sobre 25 cm de Suelo estabilizado in situ tipo 1.

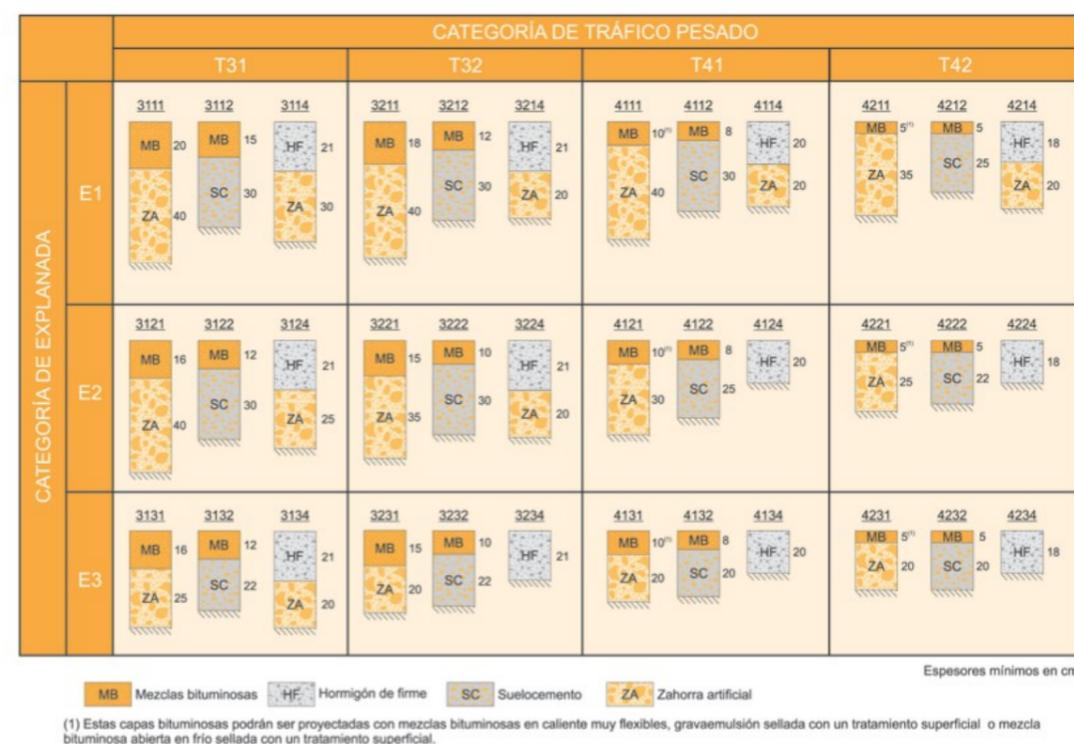
Esto solo es aplicable para el trazado de nueva construcción que no discurre sobre el viaducto. En aquellas zonas que el trazado discurre por viales ya existentes solo se eliminará la capa de firme, por lo que es previsible que la capa que quede debajo sea directamente una explanada competente, por lo que no se realizará ningún trabajo de mejora de dicha explanada. De todos modos, una vez retirado el firme, se realizará un ensayo de carga con placa y en el caso de dar un módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2) menor de 120 se procederá a retirar otros 50 cm para sustituirlos por Suelo Seleccionado.

5. SECCIONES DE FIRME

5.1 SECCIONES ESTRUCTURALES DE FIRME

La norma 6.1 IC para el dimensionamiento de las secciones de firme ha optado 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.

La siguiente figura (la norma contiene dos, pero solo se muestra la que presenta nuestra categoría de tráfico pesado) recoge las secciones de firme según la categoría de tráfico pesado y la categoría de 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 transversal del carril de proyecto.





Cada sección se designa por un número de tres o cuatro cifras:

- la primera (si son tres cifras) o las dos primeras (si son cuatro cifras) indican la categoría de tráfico pesado, desde T00 a T42.
- la penúltima expresa la categoría de explanada, desde E1 a E3.
- la última hace referencia al tipo de firme, con el siguiente criterio:
 - 1: Mezclas bituminosas sobre capa granular.
 - 2: Mezclas bituminosas sobre suelocemento.
 - 3: Mezclas bituminosas sobre gravacemento construida sobre suelocemento.
 - 4: Pavimento de hormigón.

Dentro de las posibles secciones de firme a adoptar, se desechan algunas de ellas por la inconveniencia de algunos de sus componentes:

- Se descarta el empleo de firmes rígidos (hormigón) ya que estos encuentran su mejor aplicación en carreteras en las que las cargas son elevadas y las explanadas mediocres, que no es el caso de este proyecto. Además estos firmes han sido poco utilizados en Galicia por lo que no existen precedentes fiables sobre su comportamiento en las condiciones existentes. También se descartan por el elevado ruido de rodadura que provocan. Por lo tanto, se desecha la sección 3124. Se adopta una solución de firme flexible, dando continuidad al firme existente.
- Se descartan las secciones que requieran el uso de suelocemento (3122). Las capas de suelocemento son muy rentables cuando existe un excedente de suelo procedente de la excavación de mala calidad; este suelo se estabiliza in situ con cemento para poder utilizarlo. Sin embargo en el caso que nos ocupa tenemos un diagrama de tierras bastante compensado.

- Además de todo lo anterior, las secciones que contienen hormigón, suelocemento o gravacemento presentan el inconveniente económico de montar una planta de hormigón.

Por tanto, se optara por la SECCION 3121, formada por 16 cm de mezclas bituminosas y 40 cm de zahorra artificial.

5.2 ESPESOR Y MATERIALES DE LAS CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA.

Los espesores de cada capa vendrán determinados por los valores dados en la siguiente tabla. 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 inferior será mayor o igual al espesor de las superiores.

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			
	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.

Figura 3: Espesores de Capas de Firmes. Norma 6.1 IC



La capa de rodadura estará constituida por una mezcla bituminosa drenante (PA), definida en el artículo 542 del PG-3, por una mezcla bituminosa discontinua en caliente de tipo M o F, definida en el artículo 543 del PG-3, o por una mezcla bituminosa en caliente de tipo denso (D) o semidenso (S), definida en el artículo 542 del PG-3.

Sin embargo las mezclas drenantes sólo podrán aplicarse en carreteras sin problemas de nieve o de formación de hielo, cuyos accesos estén pavimentados, con tráfico suficiente ($IMD \geq 5\,000$ vehículos/día) y con un régimen de lluvias razonablemente constante que facilite su limpieza, por lo tanto estas no son de uso en nuestro caso.

Sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial, deberá efectuarse, previamente, un riego de imprimación, definido en el artículo 530 del PG-3.

Sobre las capas de materiales tratados con cemento y las capas de mezcla bituminosa que vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa deberá efectuarse, previamente, un riego de adherencia, definido en el artículo 531 del PG-3. La correcta ejecución de este riego es fundamental para el buen comportamiento del firme.

El firme para nuestro proyecto cuya sección es la 3121 tendrá la siguiente composición:

- **Capa de rodadura:** 4 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC-16 surf B50/70 D, con un 5% de ligante respecto al árido en peso. Betún 50/70. Relación ponderal filler - betún de 1,3.
- **Capa intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC-22 bin B50/70 S, que consta de un betún 50/70. La proporción del ligante respecto al árido en peso es del 4% min. La relación Filler/betún es 1,2.
- **Capa de base:** 7 cm de mezcla bituminosa tipo AC-32 base B50/70 G. Debe cumplir las especificaciones del artículo 514 del PG-3. Se adoptara el árido comprendido dentro del huso GEA-1. El ligante será betún 50/70 con una dotación de betún sobre áridos del 3,5% y al menos un 50% del filler será de aportación.

- **Capa de subbase:** 40 cm de zahorra artificial. Se buscará que tenga buenas condiciones de drenaje y que su calidad cumpla las especificaciones del artículo 501 del PG-3.

Sobre la capa de subbase se aplicará un riego de imprimación y sobre las capas de base e intermedia, se aplicarán respectivos riegos de adherencia.

El riego de adherencia tendrá una dotación de 0,5 kg/m² de emulsión ECR-1 y cumplirá lo señalado en el artículo 531 del PG-3/75.

El riego de imprimación tendrá una dotación de 1.0 kg/m² de emulsión ECI-1 y cumplirá las especificaciones señaladas en el artículo 530 del PG-3/75.

5.4 FIRMES EN LOS ARCENES

Según la norma 6.1 IC salvo justificación en contrario, el firme de los arcenes de anchura no superior a 1,25 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén. Como nuestros arcenes tienen una anchura de 0,5 m se encuentran por lo tanto en este caso.

5.5 FIRMES EN ESTRUCTURAS

La capa de firme sobre el viaducto será similar en configuración, no debiendo exceder los 7 cm de espesor total como aconseja la "Colección de puentes de vigas pretensadas I". Por lo tanto, empleando los mismos materiales que en el resto del trazado, estará compuesta por:

- Capa de rodadura con 3 cm de mezcla bituminosa tipo tipo AC-16 surf B50/70 D.
- Capa intermedia de 4 cm de mezcla bituminosa tipo tipo AC-22 bin B50/70 S.

Entre las dos capas se aplicara un riego de adherencia ECR-1, y sobre el tablero una capa de



impermeabilización.

6. ACERAS

Las aceras se resuelven mediante un pavimento de loseta hidráulica formada por las siguientes capas:

- Base granular de 20 cm de zahorra artificial.
- Solera de hormigón HM-20/B/20/IIa, de 15 cm de espesor.
- Capa de asiento de 3 cm de mortero de hormigón.