

VARIANTE DE LA LU-530 A SU PASO POR O CÁDAVO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

ADRIÁN LÓPEZ FOLGUEIRAS
GRADO EN TECNOLOGÍA DE LA INGENIERÍA CIVIL
SEPTIEMBRE 2017



MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL
2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA
4. TRÁFICO
5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
6. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVAS
7. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA
8. FIRMES Y PAVIMENTOS
9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO
10. CONCLUSIÓN



1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Este anteproyecto se presenta con la finalidad de terminar el Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de A Coruña.

Se trata por tanto de un anteproyecto con un objetivo académico que estará sometido a ciertas limitaciones y simplificaciones que en un anteproyecto real no podrían admitirse como válidas.

El anteproyecto consiste en la definición de las obras necesarias para la construcción de una variante de la LU-530 a su paso por el núcleo de O Cádavo.

El ámbito territorial afectado por el anteproyecto se encuentra, en su totalidad, dentro del municipio de Baleira, situado en la provincia de Lugo y cuya capital es O Cádavo.

La LU-530 es una carretera de la Red Primaria de la Xunta de Galicia, que une Lugo y A Fonsagrada. Esta carretera es una vía de comunicación fundamental entre las comarcas de la zona oriental de la provincia de Lugo, así como de los núcleos de esta zona con el oeste de Asturias. Esta carretera atraviesa, varios núcleos urbanos importantes como Castroverde, O Cádavo o A Fonsagrada.

El Casco urbano del Cádavo es atravesado por la LU-530 en una longitud de 0.5 km con un trazado con curvas donde se interseca con la LU-750 y la LU-710 a diferentes niveles conectando el pueblo con los núcleos rurales de la zona. Todo esto provoca una ralentización importante en el tráfico y una disminución de la seguridad de circulación en el núcleo urbano tanto para peatones como para los conductores que deben prestar más atención cuando atraviesan el casco urbano.

1.2 OBJETO DEL ANTEPROYECTO

Una vez analizada la situación actual, se considera necesario el estudio de una posible variante del trazado de la LU-530. Lo que se pretende a grandes rasgos es la construcción de una variante que evite el paso del tráfico cuyo destino no es el Cádavo, sino que van de paso a otros núcleos, ya que el pueblo está situado en un nudo donde convergen las tres carreteras previamente citadas. La LU-710 que conecta O Cádavo con Baralla y la LU-750 que conecta O Cádavo con Meira, poblaciones que cuentan con un mayor número de habitantes.

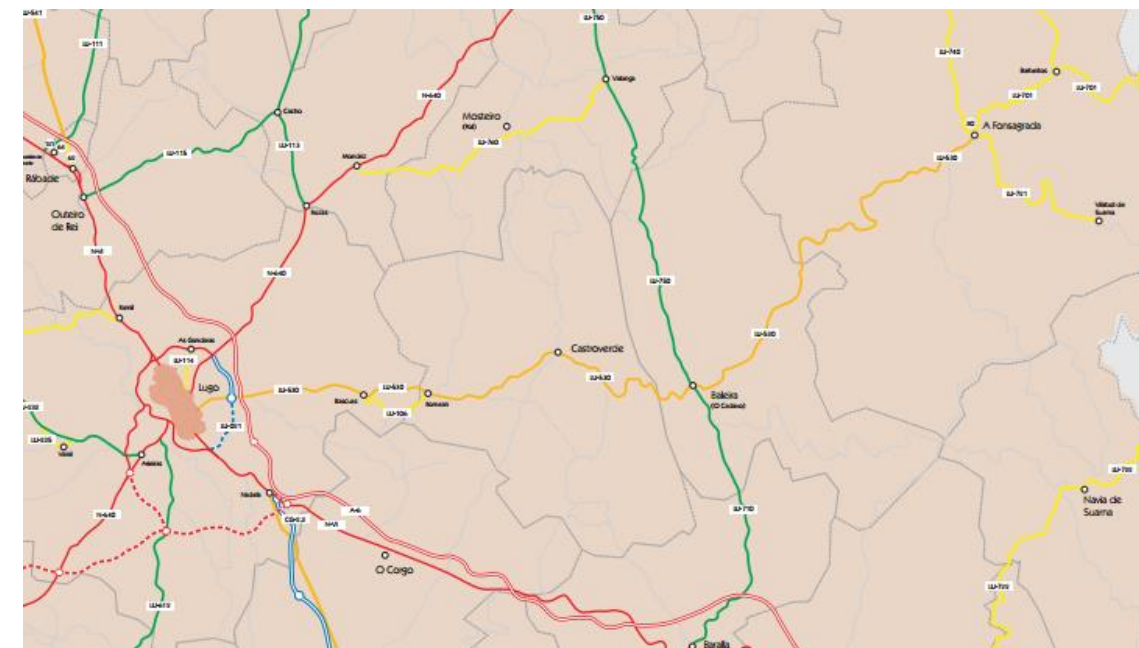
El objetivo principal de esta variante es evitar el núcleo poblacional, la consecución de este objetivo

trae una serie de objetivos secundarios asociados como la mejora de la accesibilidad y la reducción del tiempo de viaje, que supone la reducción del tiempo de transporte. Además, se pretende solucionar los problemas de siniestralidad que se puedan producir en el núcleo de O Cádavo y se conseguirá por tanto, un aumento de la calidad de vida en el núcleo, que tendrá menos contaminación acústica y atmosférica.

1.3 RED DE CARRETERAS DE GALICIA

En la web de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras de la Xunta de Galicia se puede descargar un mapa de carreteras de Galicia, como el que muestra la Figura 1, y comprobar como a fecha de diciembre de 2012, la LU-530 figura dentro de la Red Primaria Básica existiendo un pequeño tramo en la zona del núcleo de Carballal que figura como transferencia.

Esta Red Primaria Básica está formada por grandes ejes que, junto con la red de interés general del Estado, vertebran el territorio, lo conectan con la red de carreteras de las comunidades autónomas vecinas y relacionan entre sí tanto los grandes centros de población como los principales lugares de actividad económica.





2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

2.1 SITUACIÓN

El concello de Baleira, perteneciente a la provincia de Lugo tiene una superficie de 168,2 km². El núcleo urbano está situado a 1049 m sobre el nivel del mar. El concello está situado en la parte oriental de la provincia pero lejos de Asturias. Linda con los concellos de Castroverde, Pol, Navia de Suarna, A Fonsagrada, Becerreá, Baralla y Ribeira de Piquín.

2.2 CARTOGRAFÍA

Para la realización del presente proyecto se han empleado las hojas 07376,07377,07378,07386,07387,07388 de la base topográfica del 2003 a escala 1/5.000 elaborada por la Xunta de Galicia.

A partir de estos seis archivos se ha generado un modelo digital del terreno (MDT) para trabajar con él en diversos programas, principalmente el Istram-Ispol que es el programa empleado para calcular las distintas alternativas.

Además de las hojas a escala 1/5.000 se han utilizado otra serie de planos e imágenes procedentes de ortofotos como puede ser el plano de usos del suelo o el del Camino Primitivo de Santiago, entre otros, obtenidos de diversas fuentes.

3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En este apartado se abordarán los problemas a resolver y se introducen los condicionantes de la zona en la que se ubican las actuaciones a llevar a cabo.

3.1 NECESIDADES A SATISFACER

Este anteproyecto surge con el objetivo de cubrir una serie de demandas viarias en la zona:

- Alejar el tráfico pesado del centro de O Cádavo
- Reducir riesgos para los peatones del casco urbano
- Fluidificar el tránsito de vehículos en la zona sobre todo en días laborables
- Salvar el tramo de travesía para reducir los tiempos de viaje y la siniestralidad en la zona

3.2 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio en este documento se trata de la que se muestra en la siguiente fotografía



3.3 CONDICIONANTES DE LA ZONA

Tras definir la zona de estudio, se procede a definir los elementos que condicionan de algún modo el trazado y características de la variante.

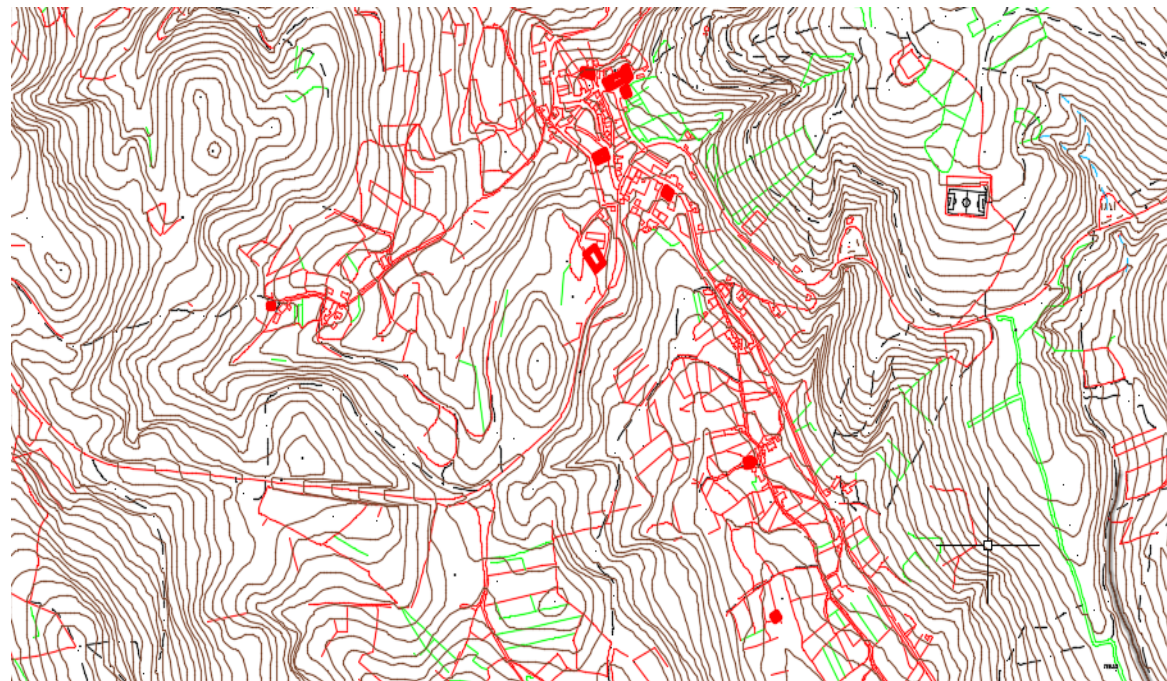


3.3.1 RELIEVE DEL TERRENO

Como en cualquier proyecto de una obra lineal, la orografía de la zona es uno de los condicionantes de mayor importancia a la hora de definir el trazado.

En este caso el relieve del terreno va a ser uno de los factores de mayor importancia en la definición del trazado de la variante pues la zona de estudio presenta un relieve montañoso y accidentado con pendientes importantes, lo que hará que sean necesarios importantes movimientos de tierras, así como la construcción de estructuras para salvar ciertos valles que es imposible evitar de otra forma.

A continuación se muestra un mapa de la topografía de la zona:



3.3.2 CAUCES FLUVIALES

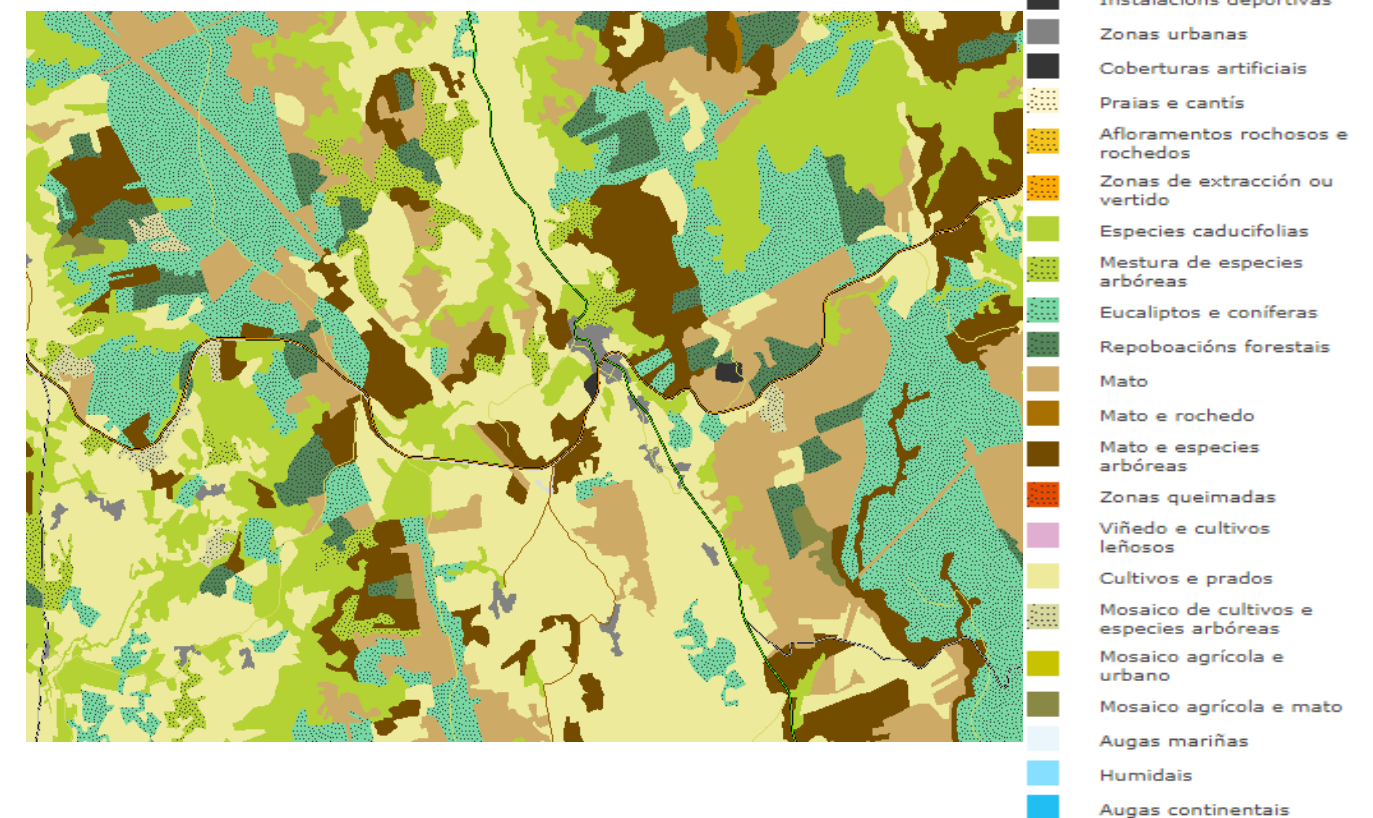
Los ríos y arroyos son siempre un elemento a tener en cuenta en un estudio de alternativas, tanto por el impacto ambiental al que se puedan ver sometidos como por las obras de fábrica que pueda ser necesario ejecutar para cruzarlos.

En este caso no existe ningún río de importancia que se pueda ver afectado por la construcción de la variante.

3.3.3. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Al ser una vía de importancia local se evitará en la medida de lo posible las expropiaciones de viviendas, siendo preferible que la variante no atravesase suelo clasificado como urbano ni urbanizable.

A continuación se muestra un plano de los usos del suelo de la zona de estudio:



3.3.4. CAMINO DE SANTIAGO

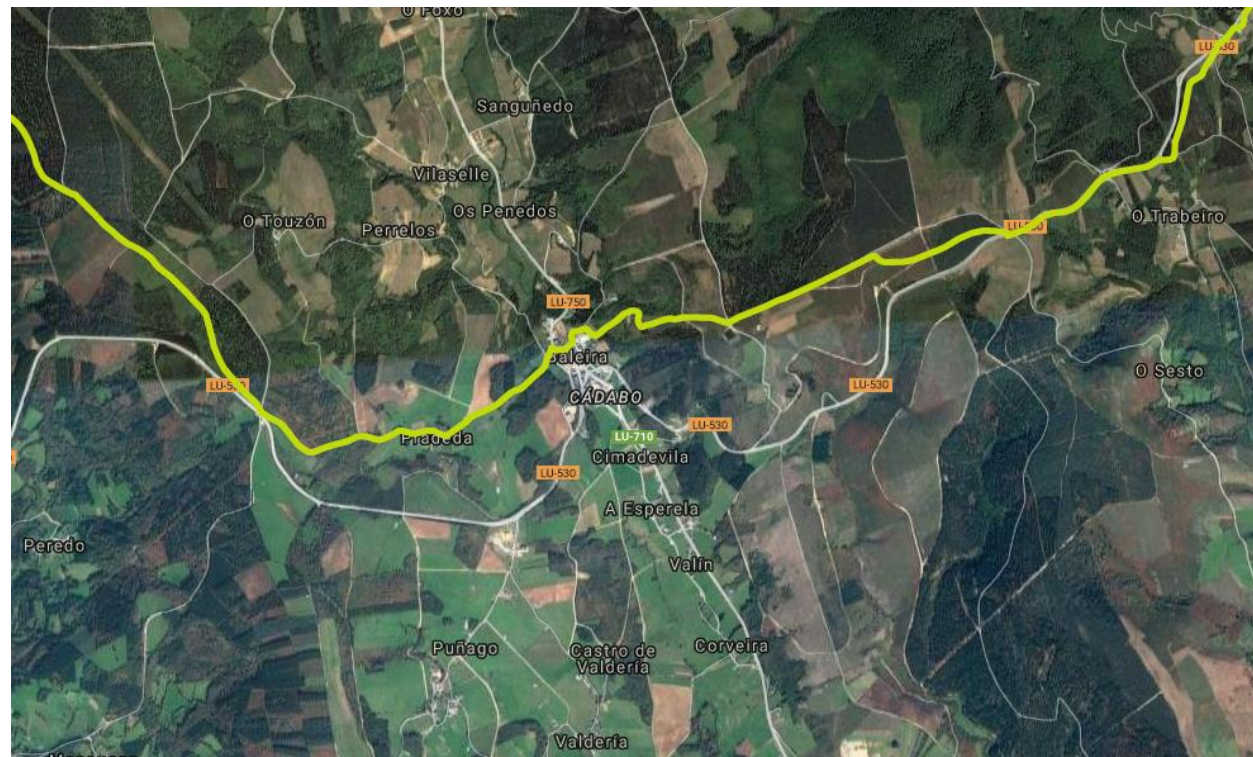
Por la zona de estudio transcurre la que se conoce como Ruta Jacobea Primitiva o Ruta interior del Camino de Santiago del Norte, trayecto comprendido entre Oviedo y Santiago de Compostela, por lo que este será uno de los factores condicionantes más restrictivos pues el camino presenta una variante que transcurre por el norte de la población.



La Ley 3/1996, de 10 de mayo, de Protección de los Caminos de Santiago. Dicta artículo 3 que “En los casos de ejecución de obras de infraestructura en que fuera indispensable, por causa de fuerza mayor o interés social, ocupar algún tramo del Camino, habrá de contemplarse en los respectivos proyectos un trazado alternativo al mismo, que adquirirá naturaleza demanial. En el supuesto de

construcción de una carretera dicho tramo alternativo discurrirá de forma paralela y próxima a la misma, y reunirá semejantes características al tramo ocupado.”, lo que nos indica que la zona de protección de 30 metros a cada lado del trazado del camino solo podría ser ocupado en caso de fuerza mayor, situación que no se da en este caso pues la proyección de las alternativas por el lado oeste de la población no afecta a la zona de protección.

Se adjunta a continuación un plano del trazado del Camino de Santiago en la zona de estudio:



3.3.5. SERVICIOS AFECTADOS

Es importante tener en cuenta la presencia de distintos servicios en la zona de estudio, lo que implica que la construcción de la variante propuesta pueda afectar a líneas de alta tensión, vías de importancia para la zona y otras infraestructuras, por lo que se han de considerar en el estudio de alternativas y en el presupuesto las carreteras y caminos asfaltados y sin asfaltar, las redes de abastecimiento y saneamiento y las redes de transporte de energía que puedan ser afectados por la

variante. Será necesario reponer todo este tipo de servicios además de ofrecer a los usuarios de estas infraestructuras trayectos alternativos mientras se desarrollan las obras.

4. TRÁFICO

El conocimiento del tráfico es esencial para el estudio de alternativas por lo que se desarrollará en el anejo de Tráfico.

La previsión de tráfico se ha estimado a partir de los datos de la “Memoria de Tráfico da Rede Autonómica de Estradas de Galicia”. Con datos concretos de la LU-530 y un mapa de tráfico de la zona se ha estimado que la IMD por nuestra variante rondaría los 1133 vehículos/día con un porcentaje constante del 10% de vehículos pesados.

Suponiendo que nuestro año horizonte es el 2040 y empleando los incrementos de tráfico recogidos en la “Instrucción sobre las Medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas” del Ministerio de fomento, se obtiene una IMD de 1525 v/h.

En cuanto al nivel de servicio de nuestro tronco de la variante, se ha estimado según el Manual de Capacidad de Carreteras y se ha obtenido un nivel de servicio A. Se proyectarán enlaces con tipología a nivel en ambos extremos de la variante. La instrucción señala que se ejecutarán enlaces si la IMD supera los 5000 vehículos, lo que no se cumple en nuestra variante.

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para la construcción de la variante se plantearán tres alternativas y se establecerá una comparación entre ellas con la finalidad de determinar la mejor opción para resolver los problemas a los que se pretende dar solución con este proyecto.



Los principales factores que nos servirán para establecer la comparación entre las distintas alternativas son los siguientes:

- Trazado geométrico.
- Impacto ambiental.
- Impacto social.
- Funcionalidad.
- Coste económico.

5.1 CONDICIONANTES

La longitud de la variante oscila entre 1,6 y 4,8 km según la alternativa escogida. Las alternativas propuestas enlazan con la LU – 530 en diferentes puntos y siguiendo diferentes trazados. Se conectarán por medio de un enlace a nivel en forma de glorieta. No se ha planteado un enlace a distinto nivel por su coste y debido a que la IMD prevista para la variante es menor de 5000 vehículos/día, límite que plantea la “Orden de accesos de la comunidad de Galicia”.

Todas las alternativas comienzan unos metros antes de la entrada al Cádabo, la alternativa 1 comienza en el PK 27+800 y la alternativa 2 en el PK 28+100, terminando ambas en el PK 30+600, mientras que la alternativa 3 comienza algo más alejada, en el PK 27+00 y termina en el PK 32+500.

Se ha intentado adecuar todas las variantes a los condicionantes impuestos por la topografía e hidrología de la zona, planeamiento urbanístico, asentamientos de la población y otros factores de impacto ambiental o de carácter funcional.

El primer condicionante es la ubicación del inicio de la alternativa pues la complicada orografía de la zona hace difícil encontrar un sitio adecuado para la construcción de la glorieta. Finalmente se ha optado por enlazar dos alternativas a la entrada de la población para así limitar en la medida de lo posible su longitud y por lo tanto su coste y otra de ellas en una zona donde ya existe un cruce de carreteras a nivel en la actualidad.

Las variantes 1 y 2 transcurren por la zona sur de la población y la única carretera importante que se cruza es la LU-710 que ambas alternativas solucionarían por medio de un viaducto. La variante 1 mide 3,1 km y tiene las características de una C-100 y la 2 1,6 km pero tiene características de una C-80. A mayores la variante 1 cruza un camino por lo que habría que construir un paso superior. La variante 3 se propone por el lado norte de la población proyectándose otra C-100. Esta variante no es muy funcional debido a su gran longitud respecto de las otras dos alternativas (4,8 km) y a que cruzaría el Camino Primitivo de Santiago, por lo que prácticamente se ve descartada la viabilidad de esta alternativa.

5.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Antes de definir las distintas alternativas, necesitamos determinar cuáles son los criterios que vamos a tener en cuenta para nuestro proyecto. En lo que se refiere al diseño del trazado, se ha seguido la norma 3.1-IC, que nos proporcionará los parámetros a los que se tendrá que ajustar nuestra alternativa.

A continuación, se detallan los parámetros básicos a tener en cuenta:

ALTERNATIVAS 1 Y 3

- Variante tipo C-100: velocidad de proyecto 100km/h
- Sección tipo: carriles de 3,5m, arcenes de 1,5m y bermas de 0,75m
- Intersecciones a igual nivel.

TRAZADO EN PLANTA

- Longitud mínima de recta, trazados en “s”: 139m
- Longitud mínima de recta, resto de casos: 278m
- Longitud máxima de recta: 1690m
- Radio mínimo: 450m

TRAZADO EN ALZADO

- Inclinación máxima de la rasante: 4% (excepcional 5%). En nuestro proyecto tendremos en cuenta la excepcional ya que, en casos de orografía complicada, como el la de este anteproyecto, es justificable.
- Acuerdos Verticales
 - Kv mínimo convexo: 7125 m.
 - Kv mínimo cóncavo: 4348 m.
 - Kv deseable convexo: 15276 m.
 - Kv deseable cóncavo: 6685 m

ALTERNATIVA 2

- Variante tipo C-80: velocidad de proyecto 80km/h
- Sección tipo: carriles de 3,5m, arcenes de 1,5m y bermas de 0,5m
- Intersecciones a igual nivel.



TRAZADO EN PLANTA

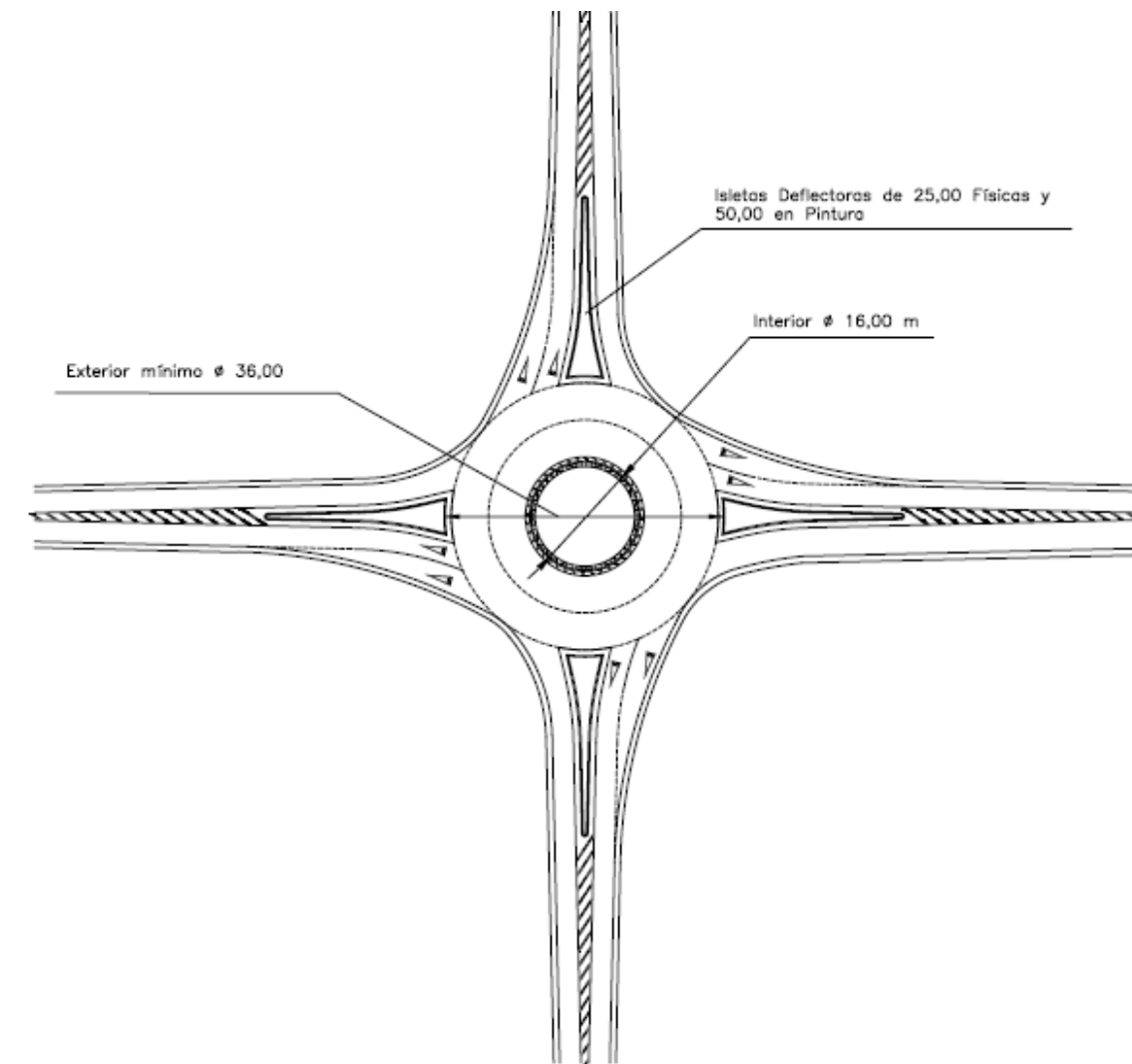
- Longitud mínima de recta, trazados en `s`: 112m
- Longitud mínima de recta, resto de casos: 223m
- Longitud máxima de recta: 1336m
- Radio mínimo: 265m.

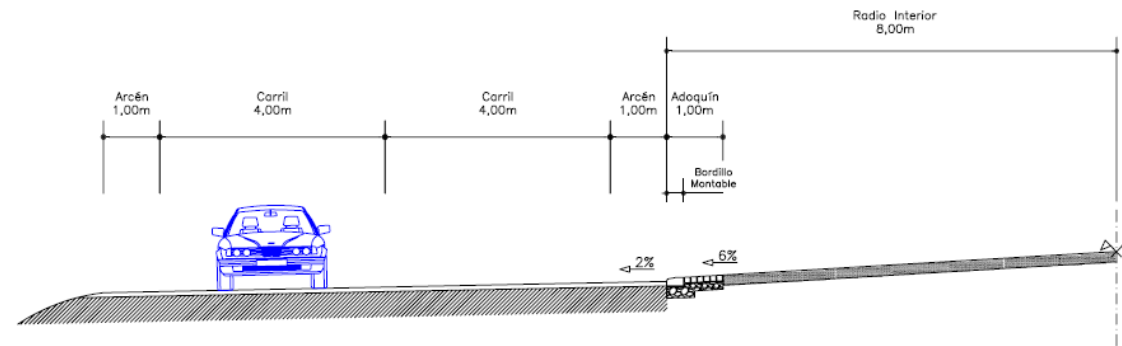
TRAZADO EN ALZADO

- Inclinación máxima de rasante: 5% (excepcional 7%). En nuestro proyecto tendremos en cuenta la excepcional ya que, en casos de orografía complicada, como es la de este anteproyecto, es justificable
- Inclinación de la rasante: Mínima del 0,5 %
- Acuerdos verticales:
 - Kv mínimo convexo: 3051 m.
 - Kv deseable convexo: 7150 m.
 - Kv mínimo cóncavo: 2637 m.
 - Kv deseable cóncavo: 4349 m.

En función de estas limitaciones se comparará el trazado en planta y en alzado. Se tendrán también en cuenta aspectos como la longitud de trazado, los puntos conflictivos y el número de estructuras y obras de paso. Los puntos de inicio y fin de la variante se diseñarán con un enlace a nivel, pues nuestra variante presenta una IMD menor de 5000, y como tipología de glorieta se plantea es la recomendada en la Orden de Accesos de la Xunta de Galicia:

- Diámetro exterior: 36 metros
- Diámetro interior (isleta): 16 metros
- 2 carriles de 4m cada uno
- Arcenes interior y exterior de 1m cada uno





Aunque la normativa no lo exija explícitamente se considera la posibilidad de disponer un carril lento a la derecha de 3.5m de anchura en aquellos tramos que se considere que los vehículos pesados puedan ralentizar en exceso la circulación por la variante debido a pendientes extremas.

En cuanto al movimiento de tierras, se buscará que se compense el volumen de desmote y el de terraplén y que estos sean los mínimos posibles. Las pendientes de los taludes se han determinado de forma aproximada, 1V:1H para terraplén y 1V:2H para desmote. Se buscará también la mínima afección de las alternativas a zonas protegidas, así como la afección a núcleos.

En definitiva, se busca proyectar una variante que cumpla los objetivos mencionados y que reduzca los costes a los usuarios para que la utilicen. En cuanto al presupuesto, se debe buscar que sea mínimo, pero que cumpla con los problemas planteados con las mínimas afecciones.

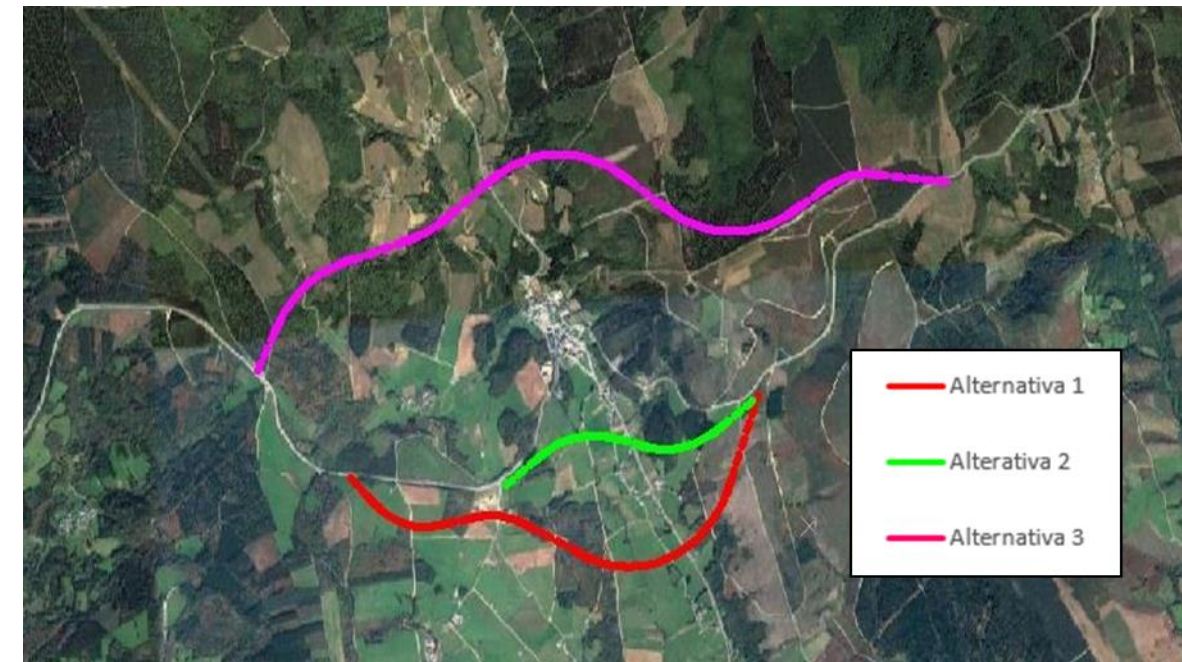
En los criterios de diseño se valorarán también los aspectos ambientales relacionados con la afección a viviendas para evitar la contaminación acústica, la hidrología, la contaminación atmosférica, volúmenes de movimientos de tierra, defensa del paisaje y del entorno natural.

Se tendrán en cuenta los planeamientos urbanísticos del concello de O Cádabo y se buscará una alternativa funcional, que mejore el tiempo de viaje, que reduzca el número de accidentes y que mejore la comunicación.

5.3 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

A continuación, vamos a describir de manera detallada las diferentes alternativas que hemos planteado para el anteproyecto; en este caso tres. Se definirá el trazado en planta y alzado, las afecciones, los movimientos de tierra, estructuras y todos los parámetros necesarios para su

descripción. En el anejo de estudio de alternativas se describirán con mayor exactitud A continuación se muestra un mapa general con los trazados de las tres variantes.





ALTERNATIVA 1



El inicio de esta alternativa se encuentra antes del núcleo de O Cádabo, midiendo un total de 3138 m.

Se proyecta una C-100 con la pendiente máxima del 3.97% en el tramo inicial y las curvas de radio mínimo 450m. Los movimientos de tierras están descompensados ya que tenemos 270 637.09 m³ de desmonte y 296 765.89 m³ de terraplén.

La variante consta de un viaducto de 1 202 m.

Esta alternativa afecta a un camino rural que habrá que reponer situando un paso superior ya que el viaducto no salva este camino. Este paso superior se situará en el PK 1+010.

No se contempla la construcción de un tercer carril puesto que ni la disminución del nivel de servicio ni la pérdida de velocidad del vehículo pesado lo aconsejan. La afección de la alternativa a viviendas es baja.

ALTERNATIVA 2



El inicio de esta alternativa se encuentra antes del núcleo de O Cádabo, midiendo un total de 1683 m.

Esta alternativa se proyecta como una carretera convencional C-80 para poder conseguir una mejor adaptación a la complicada orografía al disminuir los radios de curvatura y aumentar la pendiente máxima.

La pendiente máxima es del 6,9% en el tramo final de la variante, las curvas se proyectan con un radio mínimo de 265m. Los movimientos de tierras están descompensados ya que tenemos 117 610.30 m³ de desmonte y 159 764.24 m³ de terraplén.

La variante consta de un viaducto de 690 m.

Esta alternativa afecta a un camino rural que habrá que reponer situando un paso superior ya que el viaducto no salva este camino. Este paso inferior se situará en el PK 1+510.

No se contempla la construcción de un tercer carril puesto que ni la disminución del nivel de servicio ni la pérdida de velocidad del vehículo pesado lo aconsejan. La afección de la alternativa a viviendas es baja.



Para la evaluación de las alternativas vamos a analizar los siguientes criterios:

ALTERNATIVA 3



Esta alternativa mide un total de 4 804 m.

Se proyecta una C-100 también con una pendiente máxima de 3,74% y las curvas de un radio mínimo de 450m. Los movimientos de tierras están muy descompensados también ya que tenemos 393 914.23m³ de desmonte y 1 376 289.68 m³ de terraplén.

La variante consta de un viaducto de 1 767 m.

Esta alternativa afecta a una serie de carreteras rurales que habrá que salvar con pasos superiores o inferiores según corresponda:

- Paso superior en PK 0+200
- Paso inferior en el PK 3+100
- Paso inferior en el PK 4+300

No se contempla la construcción de un tercer carril puesto que ni la disminución del nivel de servicio ni la pérdida de velocidad del vehículo pesado lo aconsejan. La afección de la alternativa a viviendas es baja.

5.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Trazado geométrico
- Ambientales
- Económicos
- Funcionales

5.4.1 CRITERIOS DE TRAZADO GEOMÉTRICO

Tendremos en cuenta tanto el trazado en planta como el trazado en alzado. Todas las alternativas se han diseñado atendiendo a los criterios de la Norma 3.1.IC de la Instrucción de Carreteras.

Respecto al trazado en planta, en el estudio de alternativas se analiza la longitud de las rectas y el radio de las curvas. En cuanto al trazado en alzado, se tendrá en cuenta la pendiente máxima de cada variante atendiendo a los criterios de diseño, es decir, se establece para carreteras convencionales con velocidad de proyecto igual a 100 km/h una inclinación máxima del 4% y una inclinación excepcional del 5%, y en el caso de la carretera con velocidad de proyecto de 80 km/h, una inclinación máxima del 5% y una inclinación excepcional del 7%. En este proyecto se tomará como pendiente máxima la excepcional debido a la orografía complicada de la zona.

En función de estos criterios de diseño se intentarán comparar las 3 alternativas.

5.4.2 CRITERIOS AMBIENTALES

Los aspectos ambientales más importantes que se tendrán en cuenta en el estudio de alternativas serán los siguientes:

- Volúmenes de movimientos de tierra
- Efecto barrera
- Afección a cauces
- Afección a masa forestal

5.4.3 CRITERIOS ECONÓMICOS

Para poder comparar las alternativas desde el punto de vista económico, es preciso una estimación del coste de cada una de ellas con un método homogéneo. No se trata de una valoración pormenorizada y exacta sino de una estimación de las partidas más importantes.



En nuestro caso vamos a valorar los movimientos de tierras, el drenaje, las estructuras, el firme, las obras complementarias y la señalización.

Este factor depende en gran medida de las estructuras y obras de paso necesarias en cada alternativa, así como de la magnitud de los movimientos de tierra y su compensación. En el coste

económico también es importante tener en cuentas las expropiaciones a realizar, aunque en este caso las todas las alternativas se han solucionado evitando, a priori, el tener que realizarlas disminuyendo así el impacto social.

Por lo tanto, desde el punto de vista económico la alternativa 1 sería la óptima ya que es la que menos coste en estructuras precisa y es en la que menos movimientos de tierras hay debido a su menor longitud.

5.4.4 CRITERIOS FUNCIONALES

Los criterios funcionales contemplan los parámetros extremos de trazado de cada alternativa, así como la clasificación funcional de esta a lo largo del tiempo. El objetivo del proyecto era el de evitar el núcleo de O Cádabo para mejorar la seguridad vial y proporcionar una circulación más rápida y fluida, por lo que se valorará de manera importante el tiempo de viaje.

También se valorará en este apartado la cercanía al núcleo, ya que hay un coste social asociado al efecto barrera de una obra lineal.

5.4.5 CRITERIOS SOCIALES

Los criterios sociales contemplan la afección de cada alternativa a la sociedad centrándose principalmente en el tipo de suelo que afecta cada alternativa, así como las viviendas que cada alternativa afecte valorándose las expropiaciones necesarias. Otro tema social importante a tener en cuenta es el impacto paisajístico por encontrarse en una zona de montaña donde un impacto visual excesivo podría dañar la economía y la vida de la zona

6.EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En función de los criterios expuestos anteriormente vamos a intentar comparar las tres alternativas para, posteriormente, decantarnos por una de ellas.

6.1 TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO

A continuación, se valoran la pendiente máxima, la longitud de curva de la variante, la longitud de las rectas y la longitud total.

Lo primero que haremos será limitar la longitud máxima y mínima de las rectas. Se limita la máxima para evitar problemas relacionados con el cansancio o exceso de velocidad. La mínima se limita por motivos de acomodación y adaptación a la circulación. Los parámetros están definidos en los criterios de diseño. Analizaremos a continuación las rectas de nuestras variantes y su porcentaje respecto al total.

ALTERNATIVA 1

Consta de 4 tramos rectos de longitudes 138, 141, 300, 468 metros, sumando 1047 m que conforma el 33% de la longitud total de la variante.

ALTERNATIVA 2

Consta de 3 tramos rectos de 225, 119 y 263 metros, sumando un total de 607 metros que conforma el 36% de la longitud total de la variante

ALTERNATIVA 3

Consta de 6 tramos rectos de 214, 313, 244, 239, 139 y 430 metros sumando un total de 1579 metros que supone el 32% de la longitud total.

En cuanto al radio mínimo la alternativa 2 tiene curvas de radio mínimo 265m mientras que las alternativas 1 y 3 tienen radios mínimos de 450m.

MOVIMIENTO DE TIERRAS	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Desmonte (m3)	300 708	130 678	437 683
Terraplén (m3)	296 766	159 764	1 376 290
Compensación (m3)	3 942	-29 086	-938 607
Porcentaje sobre el total	1.31%	22.26%	214.45%
Máxima altura de desmonte (m)	23	17	27
Máxima altura de terraplen (m)	18	5	38

Las pendientes máximas del trazado en alzado para cada alternativa son las siguientes:



- Alternativa 1: 3.98 %
- Alternativa 2: 6.93%
- Alternativa 3: 3.97%

Para el cálculo de la longitud total de adelantamiento se realiza un estudio de visibilidad y se compara la longitud total con la longitud en la cual se puede adelantar según la norma. Los resultados obtenidos en dicho estudio se muestran a continuación

- Alternativa 1: 87%
- Alternativa 2: 100%
- Alternativa 3: 97%

A continuación, se comparan los datos obtenidos

TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Longitud total (m)	3 138.41	1 683.86	4 804.82
Porcentaje de longitud recta	34%	36%	33%
Radio mínimo (m)	450	265	450
Pendiente max	3.98%	6.93%	3.97%
Porcentaje de adelantamiento	87%	100%	97%

6.2 IMPACTO AMBIENTAL

Para intentar evaluar las alternativas ambientalmente, es necesario conocer los volúmenes de movimientos de tierras, el efecto barrera y la afección a cauces y a masa forestal

En cuanto a los movimientos de tierras la alternativa que presenta un menor volumen es la alternativa 1 que además de presentar el menor movimiento de tierras es la que más compensada está en cuanto a los volúmenes de desmonte y terraplén.

A continuación, se muestra un cuadro con los volúmenes de desmonte y terraplén, así como la compensación de movimiento de tierras tanto en volumen como en términos porcentuales

La cuantificación del efecto barrera es más complicada, y para su valoración se ha tenido en cuenta tanto la altura máxima de desmonte y terraplén como la longitud de las alternativas, llegando a la conclusión que la que mayor efecto barrera tendrán serán las alternativas 1 y 3.

En cuanto a la afección a los cauces, ninguna de las alternativas corta a ningún cauce de importancia de todas formas se cuantifica la afección a cauces contando el número de zonas de escorrentía que corta cada una de las alternativas.

6.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

Para valorar los aspectos económicos de las distintas alternativas se valorará tanto el coste económico de cada alternativa como la ratio de precio por kilómetro.

A continuación, se muestran los presupuestos resumidos de cada una de las alternativas así como un cuadro resumen comparando las tres.

ALTERNATIVA 1	
DESCRIPCION	COSTE (€)
CAPÍTULO 1:EXPLANACIÓN	1 439 449.86
CAPÍTULO II: FIRMES	550 211.25
CAPÍTULO III. DRENAJE	627 681.00
CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS	6 821 000.00
CAPÍTULO V. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	238 518.78
CAPÍTULO VI. IMPACTO AMBIENTAL	282 456.45
CAPÍTULO VII. VARIOS	407 139.77
CAPÍTULO VIII. ENLACES E INTERSECCIONES	700 000.00
SUBTOTAL	11 066 457.11
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	18 108 926.70



ALTERNATIVA 2	
DESCRIPCION	COSTE (€)
CAPÍTULO 1:EXPLANACIÓN	669 908.06
CAPÍTULO II: FIRMES	286 582.65
CAPÍTULO III. DRENAJE	336 771.80
CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS	3 947 764.50
CAPÍTULO V. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	127 973.28
CAPÍTULO VI. IMPACTO AMBIENTAL	151 547.31
CAPÍTULO VII. VARIOS	242 776.07
CAPÍTULO VIII. ENLACES E INTERSECCIONES	700 000.00
SUBTOTAL	6 463 323.67
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	10 533 855.75

ALTERNATIVA 3	
DESCRIPCION	COSTE (€)
CAPÍTULO 1:EXPLANACIÓN	3 216 428.19
CAPÍTULO II: FIRMES	856 581.33
CAPÍTULO III. DRENAJE	960 964.80
CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS	9 982 683.00
CAPÍTULO V. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	365 166.62
CAPÍTULO VI. IMPACTO AMBIENTAL	432 434.16
CAPÍTULO VII. VARIOS	595 445.11
CAPÍTULO VIII. ENLACES E INTERSECCIONES	700 000.00
SUBTOTAL	17 109 703.22
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	28 248 580.41

ASPECTOS ECONÓMICOS	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
coste total	18108926.7	10533855.75	28248580.41
ratio por km	5770.11	6255.78	5879.21

6.4 FUNCIONALIDAD

Para valorar la funcionalidad de las alternativas se evalúa el número de vías de comunicación afectadas, así como la utilidad de la carretera.

Las alternativas 1 y 2 discurren por el mismo lado de la población por lo que afectan al mismo número de carreteras y la alternativa 3 al circular por el lado norte de la población afecta a dos carreteras más.

La utilidad futura de las alternativas 1 y 2 es buena pues ambas sirven para reducir el tiempo de viaje de manera considerable, sin embargo, se considera que la utilidad de la tercera alternativa es mala puesto que su longitud es excesiva y la afección al Camino de Santiago limita las posibilidades de construcción y por lo tanto su utilidad.

Los trazados de mayor calidad son el de la alternativa 1 y el de la alternativa 2 puesto que consiguen evitar el núcleo de la forma más económica y con el menor número de afecciones al terreno por lo que se considera que su calidad es buena.

A continuación, se muestra una tabla resumen de la funcionalidad.

FUNCIONALIDAD	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
carreteras afectadas	1	1	3
utilidad futura	BUENA	BUENA	MALA
calidad del trazado	BUENA	BUENA	MALA

6.6 PUNTUACIONES

Para asignar puntuaciones de la forma más objetiva y metódica posible a cada alternativa se llevará a cabo un proceso de homogeneización a partir de las mediciones realizadas.



A la alternativa que presente la medición pésima según uno de los subcriterios se le asignará un 0 y a la que presente la mejor, un 1. Mediante interpolación lineal se obtiene el valor correspondiente para la alternativa que no es ni la mejor ni la peor según dicho subcriterio.

Por ejemplo, dentro de los criterios de trazado, existe un subcriterio denominado “visibilidad”, referido al porcentaje de adelantamiento. Se valorará positivamente la alternativa que, respetando la norma, cuente con un porcentaje mayor de adelantamiento, por lo tanto, en nuestro caso, la que menor porcentaje tiene es la alternativa 1 con un 87% por lo tanto será valorada con un 0 y la que mayor porcentaje tiene es la 2 con un 100%, llevándose así un 1 en la puntuación. Para obtener la puntuación de la alternativa restante, la segunda en este caso con un 97%, se sigue la siguiente fórmula

$$h_{ij} = \frac{v_{ij} - \min(v_{1j}, v_{2j}, v_{3j})}{\max(v_{1j}, v_{2j}, v_{3j}) - \min(v_{1j}, v_{2j}, v_{3j})}$$

Siendo v_i la medición y h_i la puntuación homogeneizada, se obtiene una puntuación de 0,77 para la alternativa 3.

Para los casos en los que las mediciones se realizan con términos como: bajo, medio, alto... se adopta una simplificación del sistema de puntuación anterior, de modo se asignen 0, 0.5 ó 1 para cada alternativa según sea menos o más favorable respectivamente.

En caso de que dos o más alternativas empatasen en la medición de algún subcriterio recibirían la misma puntuación.

Haciendo la media de las puntuaciones de cada alternativa según cada subcriterio se obtiene la matriz decisional.

A continuación, se muestran las puntuaciones obtenidas en cada alternativa en función de los criterios expuestos anteriormente.

TRAZADO Y SEGURIDAD VIAL

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
PLANTA	0.33	0	1
ALZADO	0.003	0	1
VISIBILIDAD	0	1	0.77
TOTAL	0.111	0.333333333	0.923333333

FUNCIONALIDAD

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
tiempo recorrido pesados	1	0.74	0
afección otras vías	1	1	0
tiempo pesados inferior norma	1	0.62	0
TOTAL	1	0.786666667	0

PRESUPUESTO

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
TOTAL	0.3	1	0

SOCIAL-AMBIENTAL

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Impacto Hidrológico	1	1	0
Impacto Cultural	1	1	0
Impacto Flora y Fauna	1	1	0
Impacto Social	0.57	1	0
Impacto Geomorfológico	0	1	0
TOTAL	0.714	1	0

Obtenemos así la matriz homogeneizada:

	trazado	funcionalidad	presupuesto	ambiental social
ALT1	0.11	1.00	0.30	0.71
ALT2	0.33	0.79	1.00	1.00
ALT3	0.92	0.00	0.00	0.00

6.6.1 MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS

A cada uno de los criterios se le asigna un peso se obtiene la matriz de valores ponderados multiplicando la matriz homogeneizada por el peso de cada criterio:



	trazado	funcionalidad	presupuesto	ambiental social
ALT1	0.11	1.00	0.30	0.71
ALT2	0.33	0.79	1.00	1.00
ALT3	0.92	0.00	0.00	0.00
PESO	0.20	0.25	0.35	0.20

Matriz de valores ponderados:

	trazado	funcionalidad	presupuesto	ambiental social
ALT1	0.02	0.20	0.06	0.14
ALT2	0.07	0.16	0.20	0.20
ALT3	0.18	0.00	0.00	0.00

Finalmente se obtiene la valoración global de cada alternativa sumando las filas de la matriz de valores ponderados. La alternativa elegida es aquella que obtiene una mayor puntuación

	PUNTUACIÓN
ALT1	0.43
ALT2	0.62
ALT3	0.18

6.6.2 MÉTODO PRESS

Este método fue desarrollado por el profesor Gómez Senent de la Universidad Politécnica de Valencia. El método trata de determinar la alternativa más favorable desde el punto de vista del análisis comparativo con el resto de alternativas. Esto se consigue estableciendo relaciones entre las alternativas para todos los criterios establecidos. De esta forma, el método escoge la alternativa que es mejor que las demás en el mayor número de criterios y la que tiene menos debilidades.

El método utiliza unos pasos similares al anterior, obteniendo una matriz decisional homogeneizada, y luego, según el peso de cada criterio, se obtiene una matriz de valores ponderados. Esta matriz coincide con la del método anterior y es la siguiente:

	trazado	funcionalidad	presupuesto	ambiental social
ALT1	0.02	0.20	0.06	0.14
ALT2	0.07	0.16	0.20	0.20
ALT3	0.18	0.00	0.00	0.00

A partir de la matriz de valores ponderados, se obtiene la matriz de dominación, cuyos valores vienen dados por la suma de las diferencias de los valores para cada criterio y alternativas. Es una matriz cuadrada de tamaño $n \times n$ y que responde a la siguiente expresión:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m (vp_{ik} - vp_{jk}), \forall vp_{ik} > vp_{jk} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Realizando los cálculos se obtiene la matriz de dominación

	ALT1	ALT2	ALT3
ALT1	0	0.042666667	0.4028
ALT2	0.241666667	0	0.557333333
ALT3	0.162466667	0.118	0

A partir de esta matriz de dominación se obtienen los valores D_i como suma de las filas de la matriz de dominación (determina la prelación de la alternativa i respecto al resto), y los valores d_i como suma de las columnas (determina las ventajas del resto de alternativas respecto a la alternativa i).

	D	d
ALT1	0.445466667	0.404133333
ALT2	0.799	0.160666667
ALT3	0.280466667	0.960133333

El método concluye determinando la relación D_i/d_i para todas las alternativas, siendo la que obtenga un valor mayor en esta relación, la alternativa a escoger.



	D/d
ALT1	1.102276476
ALT2	4.973029046
ALT3	0.292112207

6.6.3 MÉTODO DE ELECTRE

Este es el método multicriterio discreto más conocido y utilizado en la práctica desde finales de los 60. El método consiste en comparar las alternativas de dos en dos. Entre cada par de alternativas, una se considera preferentemente superior a la otra si cumple la condición de concordancia (el peso de los criterios para los cuales es igual o superior es suficientemente grande) y la de discordancia (no existe ningún criterio para el que sea todavía peor). Este método parte, como los dos anteriores, de la matriz de valores ponderados:

	trazado	funcionalidad	presupuesto	ambiental social
ALT1	0.02	0.20	0.06	0.14
ALT2	0.07	0.16	0.20	0.20
ALT3	0.18	0.00	0.00	0.00

A partir de ella, y con el vector de pesos, se calcula la matriz de índices de concordancia, para ello se sigue este procedimiento:

La matriz de índices de concordancia entre dos alternativas a_i y a_k se obtiene como la suma de los pesos de aquellos criterios para los cuales la alternativa a_i es igual o superior a la a_k . Si hay empate se asigna la mitad del peso a cada alternativa. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$ic_{ik} = \sum_{j=1}^m ip_j, ip_j = \begin{cases} p_j, \forall vp_{ij} > vp_{kj} \\ \frac{1}{2} p_j, \forall vp_{ij} = vp_{kj} \\ 0, \forall vp_{ij} < vp_{kj} \end{cases}$$

La matriz de índices de concordancia es una matriz cuadrada de tamaño $n \times n$ y cuyos valores están comprendidos entre 0 y 1. En la diagonal principal no hay valores. Haciendo los cálculos obtenemos la siguiente matriz de índices de concordancia:

	ALT1	ALT2	ALT3
ALT1		0.225	0.35
ALT2	0.775		0.35
ALT3	0.65	0.65	

El siguiente paso es calcular la matriz de índices de discordancia. El índice de discordancia entre dos alternativas se obtiene como el cociente entre la diferencia mayor de los criterios para los que la

alternativa a_i está dominada por la a_k , dividido por la diferencia mayor, en valor absoluto, entre los resultados de la alternativa a_i y a_k :

$$id_{ik} = \frac{\max_{j=1,m}(vp_{kj} - vp_{ij})}{\max_{j=1,m}|vp_{kj} - vp_{ij}|}, \quad i, k = 1, \dots, n$$

Los valores de la matriz de índices de discordancia son números entre 0 y 1 y en la diagonal principal no hay valores. Realizando los cálculos oportunos, obtenemos la siguiente matriz de índices de discordancia:

	ALT1	ALT2	ALT3
ALT1		1	1
ALT2	0		0.333333333
ALT3	0.769230769	1	

Se determina el umbral mínimo de concordancia, c , a partir de los valores medios de la matriz de índices de concordancia. Una vez conocido este valor, se calcula la matriz de dominancia concordante, de tal modo que, se asigna el valor 1 a aquellos elementos de la matriz de índices de concordancia cuyo valor sea mayor que c . Realizando los cálculos obtenemos:

$$c = 0,5$$

Matriz de dominancia concordante:



	ALT1	ALT2	ALT3
ALT1		0	0
ALT2	1		0
ALT3	1	1	

Homólogamente, calculamos el umbral máximo de discordancia, d , a partir de los valores medios de la matriz de índices de discordancia. Una vez obtenido este valor, se genera la matriz de dominancia discordante de forma que, los valores de la matriz de índices de discordancia que sean menores que d toman el valor 1, y los que sean mayores el valor 0. Obtenemos de esta forma la siguiente matriz:

$d = 0.68$

Y la matriz de dominancia discordante:

	ALT1	ALT2	ALT3
ALT1		0	0
ALT2	1		1
ALT3	0	0	

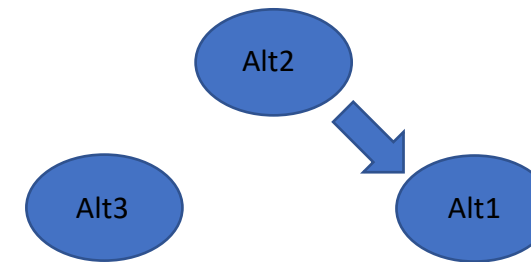
A continuación, obtenemos la matriz de dominancia agregada, cuyos elementos toman el valor 1 si los elementos homólogos de las matrices de dominancia concordante y discordante son 1 y el valor 0 en cualquier otro caso.

Matriz de dominancia agregada:

	ALT1	ALT2	ALT3
ALT1		0	0
ALT2	1		0
ALT3	0	0	

Finalmente, determinamos el grafo ELECTRE. Cada alternativa es un vértice del grafo. Del vértice i al j se trazará una flecha si y solo si el correspondiente elemento de la matriz de dominancia agregada es 1. Esto representa una ordenación gráfica de las preferencias entre las distintas alternativas. El

núcleo del grafo está formado por aquellas alternativas que no se dominan entre sí, y la alternativa a proyectar debe ser escogida entre estas. El grafo es el siguiente:



7. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

El método de Electre no nos aporta resultados concluyentes, solo nos indica que la alternativa 2 domina a la 1, por lo tanto, tendremos que utilizar los otros dos métodos para decantarnos por una u otra.

Tanto el método de medias ponderadas como el método Press nos indican que la alternativa 2 es la correcta pues se trata de una carretera que sin aumentar mucho el presupuesto consigue mejorar mucho las características geométricas de la vía.

8. FIRMES Y PAVIMENTOS

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 referencia (2016).

En nuestro caso la IMD de vehículos pesados en nuestro carril de proyecto es de 57 veh/d por lo que nuestra categoría de tráfico es T32 y tendrá una explanada de categoría E2. La sección de firme elegida es la 3221 que estará compuesta por las siguientes capas:



- **Capa de rodadura:** 3 cm de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM A B60/70
- **Capa intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC-22 bin B60/70 S, impermeable
- **Capa de base:** 7 cm de mezcla bituminosa tipo AC-32 base B80/100 G
- **Capa de sub-base:** 35 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.

Por simplicidad, y dado que no es objeto de este anteproyecto, la sección de firmes para las estructuras y para la glorieta será la misma que para el tronco de la variante.

El desarrollo completo se encuentra en el anejo nº4 de firmes.

9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

MEMORIA

ANEJOS:

1. Tráfico
2. Alternativas
3. Trazado
4. Firmes
5. Impacto ambiental
6. Hidrología y drenaje
7. Expropiaciones
8. Geológico y geotécnico

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1. Situación
2. Trazado en planta
3. Perfiles longitudinales
4. Perfiles transversales
5. Secciones tipo

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

10. CONCLUSIÓN

Considerando que el presente anteproyecto está redactado de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia y que contiene los documentos reglamentarios, se somete a su consideración por parte de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de La Coruña (Universidade da Coruña).



ANEJOS

ANEJO DE TRÁFICO

ANEJO DE ALTERNATIVAS

ANEJO DE TRAZADO

ANEJO DE FIRMES

ANEJO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO DE EXPROPIACIONES

ANEJO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



ANEJO DE TRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN
2. ESTACIONES DE DATOS Y AFOROS
3. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO
4. ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE CARRIL ADICIONAL LENTO



1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es analizar el tráfico en el entorno de la población de O Cádavo, para poder determinar la IMD que circulará por la variante en el año horizonte, así como su nivel de servicio. Estos resultados se utilizarán para determinar la sección de los firmes, las secciones tipo y la tipología de enlaces.

Con este objeto, se partirá de los datos de las estaciones de aforos de que dispone la Xunta en la zona.

2. ESTACIONES DE DATOS Y AFOROS

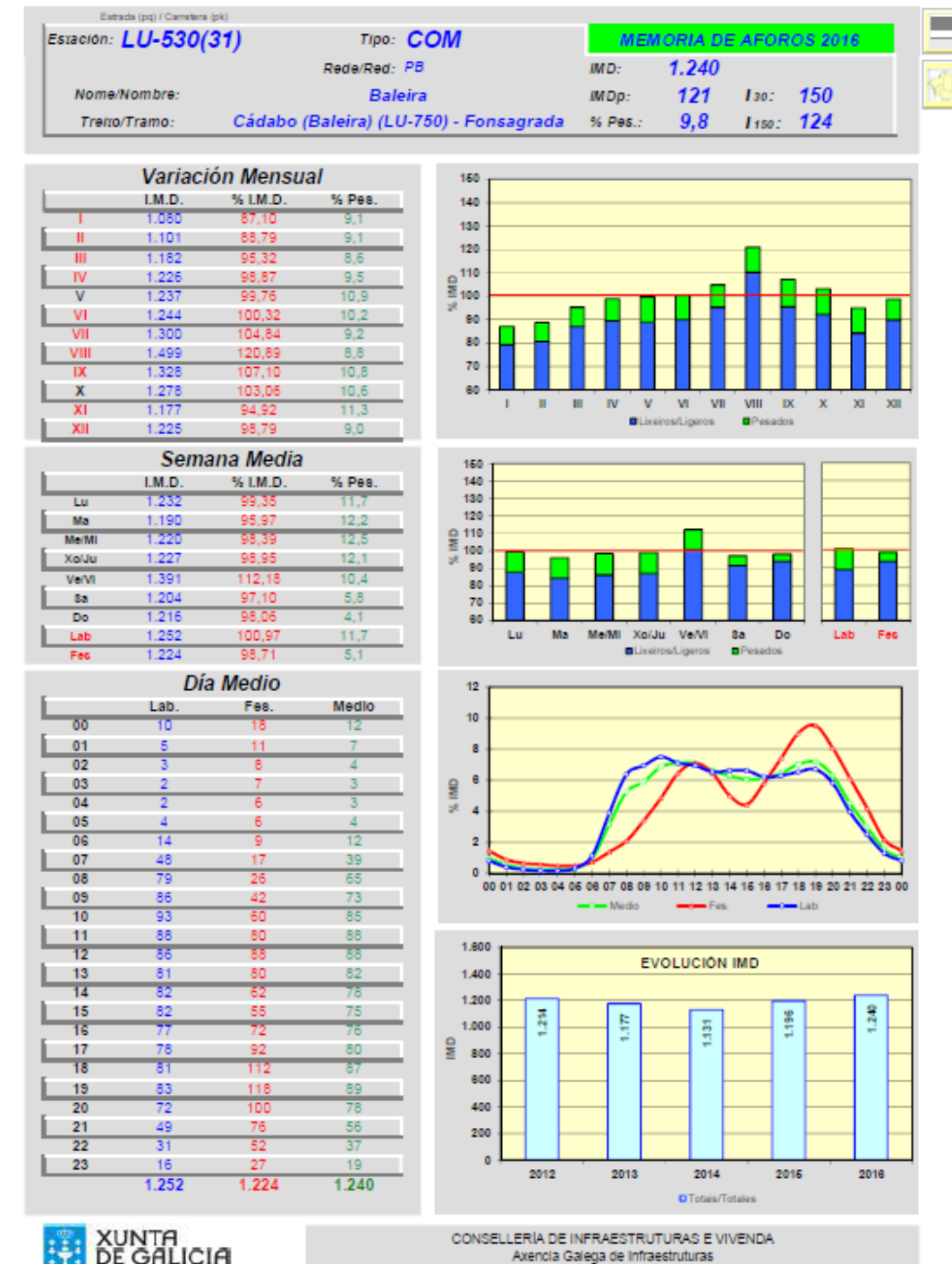
Los datos de IMD que se tienen, son los correspondientes a la LU-530 en un punto bastante cercano de nuestra zona de estudio, provienen de una de las estaciones de aforo empleadas por la Xunta y se denomina LU-530(31). Los datos se han obtenido de la “Memoria de Tráfico da Rede Autónoma de Estradas de Galicia” del año 2016.

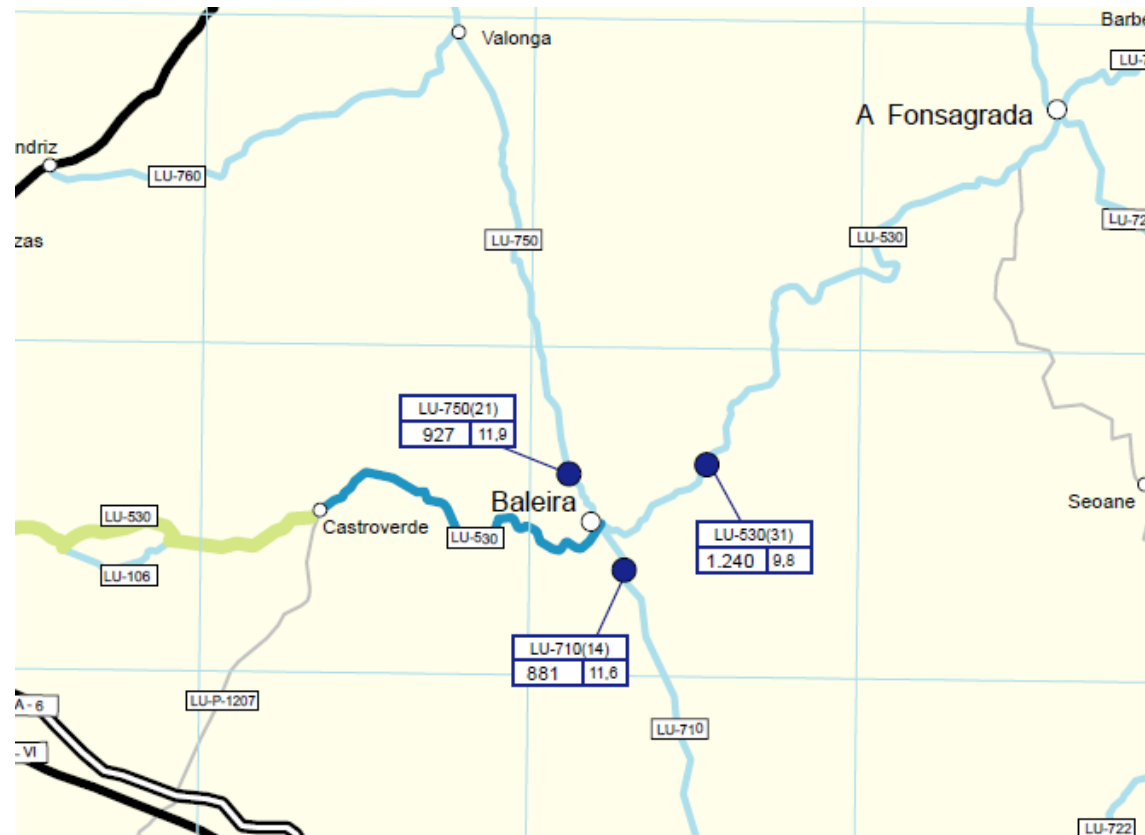
Las estaciones de aforo empleadas por la Xunta son de tres tipos:

- **Estación permanente:** la que afora todas las horas de todos los días del año por medio de un registrador de detección magnética, realizando una clasificación de los vehículos ligeros y pesados.
- **Estación semipermanente:** la que afora en períodos de 30 días en meses alternos, por lo que al cabo del año registra el tráfico durante 6 meses, también lo hace por medio de un registrador de detección magnética.
- **Estación complementaria:** las que no entran en las tipologías anteriores, y hay dos grupos dentro de éstas: aquellas que utilizan la detección magnética (estaciones fijas) que deberán registrar datos al menos durante dos periodos de 30 días no consecutivos, y las que utilizan la detección neumática (estaciones no fijas) que deberán registrarlos durante al menos un periodo de una semana completa.

Se presentan a continuación, los datos de aforos en la LU-530 en 2016.

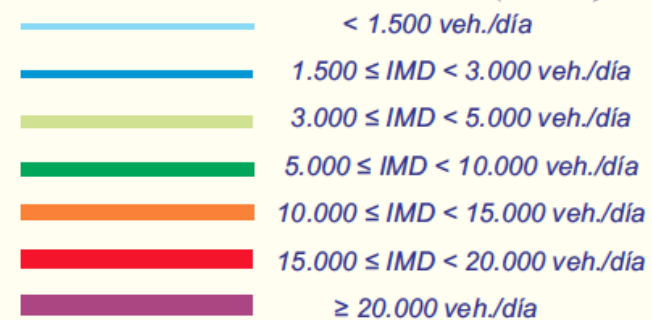
Vemos que el tráfico por la LU-530 es de 1 240 vehículos/día con un porcentaje de pesados del 9,8%. No han variado mucho los datos respecto al 2015 donde el porcentaje de pesados era un del 9,9% y la IMD de 1 196 vehículos/día.





Intensidade Media Diaria (IMD)

Intensidade Media Diaria (IMD)



2.1 IMD ACTUAL Y PREVISIÓN DE TRÁFICO FUTURO

Para hallar la IMD de nuestra variante tomamos como valor de referencia el de la estación de aforo situada en la LU-530. Suponemos un porcentaje de captación de tráfico del 95% basándonos en la cercanía de la estación de aforo a la zona donde se va a ejecutar nuestra variante.

De esta manera, la IMD de la LU-530 es de 1 240 vehículos/día en el año 2016. Para nuestro cálculo se considerará la media de los 5 años anteriores, obteniéndose una IMD de 1 192 vehículos/día. Por consiguiente, pasarán por nuestra variante 1 133 vehículos/día.

Supondremos un porcentaje de pesados del 10% en nuestra variante. Se considera como año de puesta en servicio el 2020 y como año de puesta en horizonte el 2040.

Se emplearán en este estudio los incrementos de tráfico recogidos en la “Instrucción sobre las Medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas” del Ministerio de fomento (Aprobada por la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre) en un apartado específico de variantes de población. Son los siguientes:

PERÍODO INCREMENTO ANUAL ACUMULATIVO

- 2010-2012 1,08%
- 2013-2016 1,12%
- 2017- en adelante 1,44%

Se propone un modelo lineal de crecimiento anual del tráfico del 1.44 % y que el porcentaje de pesados se mantiene constante en un 10%.

		IMD	IMD PESADOS
AÑO DE REFERENCIA	2016	1 133	114
AÑO DE PUESTA EN SERVICIO	2020	1199	120
AÑO HORIZONTE	2040	1525	153



3. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO

3.1 INTRODUCCIÓN

Para calcular el nivel de servicio de la nueva variante emplearemos el “Manual de Capacidad de Carreteras” de 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 que concurren en ella cuando soporta una cierta intensidad de tráfico.

Se establecen 6 niveles de servicio distintos: A, B, C, D, E y F. Siendo el nivel de servicio de A el que se presenta mejores condiciones, y el F las peores, y el E se corresponde con la capacidad de la carretera. Para cada nivel hay un valor de la intensidad máximo, si este es superado se pasaría al siguiente nivel de servicio, que presentaría peores condiciones de circulación.

Se consideran los siguientes niveles de servicio:

- **NIVEL A:** correspondiente 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 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 aún tolerables.
- **NIVEL D:** correspondiente a situaciones que empiezan a ser inestables, es decir, en las que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad. 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 períodos no muy largos.
- **NIVEL E:** en este caso 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.

3.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA VARIANTE

La carretera con la que se proyecta la conexión se trata de una C-80, que es, dentro de los tipos de carretera definidos por el Manual de Capacidad, una carretera con calzada única y un carril por sentido.

La instrucción que se sigue para el diseño de la Variante 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 2040, es inferior a la intensidad de servicio que marca el Manual de Capacidad para el nivel de servicio D. Se muestra en la tabla siguiente:

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	1,5 - 2,5		0,75	1,5	D
		80	1,5 ***		0,75 **	1,5 **	D
		60	1,0 - 1,5 ***		0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5		-	-
40 IMD < 2000	3,0	0,5		-	-	E	

Según el Manual de Capacidad de Carreteras, la capacidad de una carretera de dos carriles en condiciones ideales es de 2800 vehículos ligeros/ hora sumando ambos sentidos (total de la calzada).

Las condiciones ideales son las siguientes:



- Terreno llano.
- Anchuras de carril iguales o superiores a 3.66 m.
- Arcenes de anchura igual o superior a 1.83 m.
- Inexistencia de tramos con prohibición de adelantamiento.
- Tráfico formado exclusivamente por coches
- Sin impedimentos al tráfico por la vía principal.

Los datos de los que se parte son los siguientes:

- IMD año horizonte (2040) = 1525 vehiculos/dia

Características de la vía:

- El reparto de tráfico, por falta de más datos, se considera 50/50 en cada sentido.
- La velocidad de proyecto está establecida en 80 km/h (50millas/h).
- Terreno accidentado.
- Ancho de carriles: 3.5 m (11.48 ft).
- Ancho de arcenes: 1.5 m (4.92 ft).
- Ancho de bermas: 0.5 m (1.64 ft).
- Prohibición de adelantar en aproximadamente un 80% del trazado puesto que consideramos que es accidentado.
- Vehículos pesados: 10%

Al tratarse de una carretera de clase 1, las magnitudes con las que se calcula el nivel de servicio son:

- Velocidad media del recorrido
- Porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo
- FHP = 0,88

Primero calcularemos la velocidad media con la siguiente fórmula:

$$VM = VL - 0,0125 \cdot I_{eqv} - fpa$$

Siendo:

- VM: velocidad media (km/h)
- VL: velocidad libre (km/h)
- I_{eqv}: intensidad equivalente (coches/h)
- fpa: factor de corrección por efecto de las prohibiciones de adelantar

Para el cálculo de la velocidad media lo primero que es necesario calcular es la velocidad libre siendo:

$$VL = VLB - faca - fa$$

Siendo:

- VLB: Velocidad libre básica (millas/h)
- faca: factor de corrección por anchura del arcén y carril en millas/h
- fa: factor de corrección por el número de accesos en millas/h, considerando las intersecciones y accesos a viviendas que influyan en el tráfico.

Tomando valores del Manual de Capacidad, 2010 obtenemos que:

- VLB: 50 millas/h
- fa: 2 millas/h
- faca: 1.7 millas/h

Por lo tanto, **VL=46.3 millas/h**

El siguiente paso es determinar I_{eqv} mediante la siguiente formula

$$I_{eqv} = \frac{I}{FHP \cdot fi \cdot fvp}$$

Donde:

- FHP: Factor de hora punta (carretera suburbana, FHP = 0,88)
- fi: Ajuste por efecto del trazado y del terreno.
- fvp: Ajuste por vehículos pesados y de recreo.
- I: intensidad en vehículos reales, en vehículos/hora

Si nuestra IMD en el año horizonte es de 1525 vehículos/día, consideraremos I como 64 vehículos/hora.

Los factores de equivalencia para camiones y autobuses (E_t) y para vehículos de recreo (E_r) se obtienen de la tabla proporcionada por el Manual. También intervienen las respectivas proporciones de tráfico (PT y PR). El porcentaje de vehículos pesados es del 10% mientras que para el porcentaje de vehículos de recreo, tomaremos el valor por defecto de carretera rural del 4%.

Para el cálculo de la intensidad equivalente va a ser necesario conocer el factor de ajuste por vehículos pesados y de recreo, para esto el Manual de Capacidad nos propone la siguiente formula

$$fvp = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

Con los valores:

- PT = 0,1



- PR = 0,04
- ET = 2,7
- ER = 1,1

Obtenemos finalmente:

- fvp = 0,85
- VL = 46.3 millas/h
- fi = 0,67
- leqv = 42 coches/h
- fpa: 2,25 (interpolando de la tabla correspondiente del manual con una intensidad de 92 coches/hora y una prohibición de adelantar del 80%)

Por lo tanto, **VM = 43.4 millas/h**

Una vez calculada la velocidad media, podemos calcular el porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo.

$$PTSd = \left(\frac{Ieqd}{Ieqd + Ieqo} \right) fpa + PTSBd$$

Siendo:

- PTSd = porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo en el tiempo considerado (%).
- Ieqd = intensidad equivalente a efectos de cálculo del PTS en el sentido considerado (coches/h).
- Ieqo = intensidad equivalente a efectos de cálculo del PTS en sentido opuesto (coches/hora).
- fpa = factor de ajuste por prohibiciones de adelantar a efectos de cálculo del PTS.
- PTSBd = porcentaje de tiempo siguiendo base en el sentido considerado (%).

Lo primero que se calculará será la intensidad equivalente:

$$Ieq\% = \frac{I}{FHP \cdot fi \cdot fvp}$$

Siendo:

- fi: ajuste por efecto de trazado y terreno
- fvp: ajuste por vehículos pesados y de recreo. Se utilizará la misma fórmula que antes, pero utilizando otras tablas

Con los valores:

- FHP = 0,88

- PT = 0,1
- PR = 0,04
- I = 64 v/h
- fi = 0,73
- ET = 1,9
- ER = 1
- fvp = 0,917

Finalmente obtenemos que:

- leq% = 49 coches/h
- fpa% = 51
- PTS = 60.27

Con los valores de **VM = 43.4 millas/h** obtenemos un nivel de servicio D mientras que con **PTS = 60.27 %** se obtiene un nivel de servicio C, por lo que el nivel de servicio de nuestra carretera será el más desfavorable, es decir el D.

4. ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE CARRIL ADICIONAL LENTO

La necesidad o no de añadir carriles adicionales para circulación lenta en el trazado de carreteras viene definida en la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, por las siguientes condiciones:

- El nivel de servicio disminuya por debajo del fijado en el año horizonte
- En carreteras de calzada única, la velocidad del vehículo pesado tipo en la rampa o pendiente disminuye por debajo del nivel de servicio, en dicha rampa o pendiente, en dos niveles respecto al existente en los tramos adyacentes.

Sin embargo, se ha comprobado que a lo largo de toda la variante, el nivel de servicio en el año horizonte no descendía en ningún caso por debajo del nivel D. Por lo tanto, según la Instrucción de Carreteras, no son necesarios carriles adicionales.

No obstante, y dado su carácter más restrictivo se ha recurrido al estudio de carriles adicionales del Manual de Capacidad de Carreteras. Según dicho estudio, se justifica el carril adicional cuando la velocidad del vehículo pesado tipo (camión de 135 kg/CV) se reduce en más de 16 km/h y cuando el volumen y porcentaje de vehículos pesados justifica el coste añadido.

Por lo que procediendo al análisis según el Manual de Capacidad obtenemos que no sería necesario el añadir doble carril puesto que tanto el volumen de tráfico como la reducción de velocidad del vehículo pesado no compensan su construcción.



ANEJO DE ALTERNATIVAS

1. ESTADO DE LAS ALINEACIONES
2. ESTADO DE LAS RASANTES
3. PRESUPUESTOS ESTIMADOS
4. PLANTA DE LAS ALTERNATIVAS


1. ESTADO DE ALINEACIONES
ALTERNATIVA 1

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	138.694	0.000	91806.723	13473.099			149.6389	0.7111057	-0.7030852
	CLOT.	93.389	138.694	91905.349	13375.585		205.000	149.6389	91905.349	13375.585
2	CIRC.	344.268	232.082	91973.956	13312.291	-450.000		143.0330	92255.497	13663.338
	CLOT.	93.389	576.351	92295.530	13215.123		205.000	94.3290	92387.708	13229.834
3	RECTA	141.414	669.740	92387.708	13229.834			87.7231	0.9814630	0.1916516
	CLOT.	93.389	811.154	92526.500	13256.936		205.000	87.7231	92526.500	13256.936
4	CIRC.	193.379	904.543	92618.678	13271.647	450.000		94.3290	92658.711	12823.431
	CLOT.	93.389	1097.922	92809.057	13247.573		205.000	121.6866	92894.671	13210.379
5	RECTA	300.720	1191.311	92894.671	13210.379			128.2925	0.9028610	-0.4299326
	CLOT.	92.346	1492.031	93166.179	13081.090		245.000	128.2925	93166.179	13081.090
6	CIRC.	992.932	1584.377	93250.453	13043.381	-650.000		123.7703	93487.551	13648.595
	CLOT.	92.346	2577.309	94081.959	13385.575		245.000	26.5210	94115.279	13471.678
7	RECTA	468.750	2669.655	94115.279	13471.678			21.9988	0.3387195	0.9408874
	CLOT.		3138.405	94274.054	13912.719			21.9988		

ALTERNATIVA 3

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	214.430	0.000	91236.096	14051.635			30.5261	0.4613386	0.8872241
	CLOT.	92.893	214.430	91335.020	14241.882		255.000	30.5261	91335.020	14241.882
2	CIRC.	464.332	307.322	91379.679	14323.315	700.000		34.7502	91977.957	13959.910
	CLOT.	92.893	771.654	91730.311	14614.640		255.000	76.9792	91818.547	14643.624
3	RECTA	313.481	864.547	91818.547	14643.624			81.2033	0.9567273	0.2909861
	CLOT.	92.893	1178.028	92118.463	14734.843		255.000	81.2033	92118.463	14734.843
4	CIRC.	151.536	1270.921	92206.699	14763.826	-700.000		76.9792	91959.053	15418.556
	CLOT.	92.893	1422.457	92341.551	14832.301		255.000	63.1977	92417.014	14886.440
5	RECTA	244.864	1515.350	92417.014	14886.440			58.9736	0.7994355	0.6007520
	CLOT.	92.893	1760.214	92612.767	15033.542		255.000	58.9736	92612.767	15033.542
6	CIRC.	764.144	1853.106	92688.230	15087.681	700.000		63.1977	93070.727	14501.425
	CLOT.	92.893	2617.251	93414.615	15111.131		255.000	132.6933	93493.413	15061.972
7	RECTA	239.591	2710.144	93493.413	15061.972			136.9174	0.8365188	-0.5479383
	CLOT.	92.893	2949.735	93693.835	14930.691		255.000	136.9174	93693.835	14930.691
8	CIRC.	711.673	3042.627	93772.633	14881.532	-700.000		132.6933	94116.521	15491.238
	CLOT.	92.893	3754.300	94454.040	14877.983		255.000	67.9698	94533.345	14926.319
9	RECTA	139.177	3847.193	94533.345	14926.319			63.7457	0.8421805	0.5391958
	CLOT.	93.389	3986.370	94650.558	15001.363		205.000	63.7457	94650.558	15001.363
10	CIRC.	200.981	4079.759	94730.864	15048.945	450.000		70.3516	94932.942	14646.870
	CLOT.	93.389	4280.740	94924.351	15096.788		205.000	98.7846	95017.578	15092.115
11	RECTA	430.695	4374.129	95017.578	15092.115			105.3905	0.9964174	-0.0845722
	CLOT.		4804.824	95446.730	15055.690			105.3905		

ALTERNATIVA 2

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZI
1	RECTA	225.815	0.000	92747.482	13439.082			
	CLOT.	83.208	225.815	92929.680	13572.484		210.000	
2	CIRC.	372.479	309.023	92998.061	13619.853	530.000		
	CLOT.	83.208	681.501	93355.494	13693.092		210.000	1
3	RECTA	119.695	764.709	93436.994	13676.434			1
	CLOT.	83.208	884.404	93553.597	13649.404		210.000	1
4	CIRC.	370.025	967.611	93635.097	13632.745	-530.000		1
	CLOT.	83.208	1337.636	93990.441	13704.700		210.000	
5	RECTA	263.016	1420.844	94059.039	13751.752			
	CLOT.		1683.859	94271.970	13906.146			

2. ESTADO DE RASANTES
ALTERNATIVA 1

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. DIF.PEN	
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
					7.995	797.722				
-3.977602	114.879	5422.000	604.953	773.978	547.514	776.263	662.392	772.910	0.304	2.119
-1.858854	136.347	4800.000	1241.834	762.139	1173.660	763.406	1310.008	762.808	0.484	2.841
0.981716							3126.387	780.640		



ALTERNATIVA 2

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
					3.160	741.722				
-0.939022	80.054	3395.000	322.591	738.722	282.565	739.098	362.618	739.290	0.236	2.358
1.418961	80.002	32584.000	1079.010	749.456	1039.009	748.888	1119.011	750.122	0.025	0.246
1.664485	157.816	3000.000	1312.881	753.349	1233.973	752.035	1391.789	758.813	1.038	5.261
6.925006							1693.472	779.704		

ALTERNATIVA 3

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
					10.045	847.826				
-3.969983	225.394	4800.000	684.175	821.064	571.478	825.538	796.872	821.881	1.323	4.696
0.725733	161.503	5139.000	3008.595	837.933	2927.843	837.347	3089.346	841.056	0.634	3.143
3.868421	100.002	32470.000	3710.699	865.093	3660.698	863.159	3760.701	866.873	0.038	-0.308
3.560437	100.011	5586.000	4135.063	880.202	4085.057	878.422	4185.069	881.087	0.224	-1.790
1.770046							4794.755	891.879		

3. PRESUPUESTOS ESTIMADOS

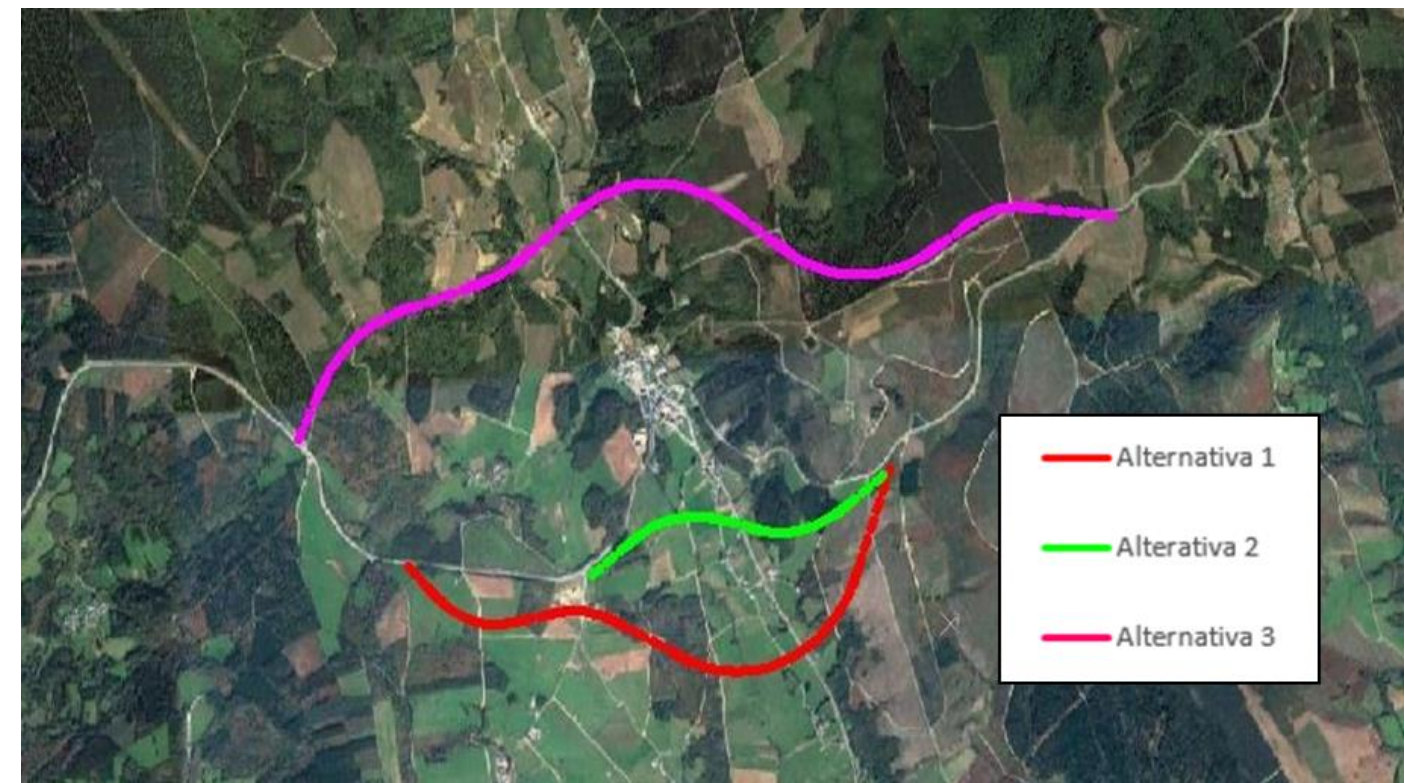
ALTERNATIVA 1	
DESCRIPCION	COSTE (€)
CAPÍTULO 1:EXPLANACIÓN	1 439 449.86
CAPÍTULO II: FIRMES	550 211.25
CAPÍTULO III. DRENAJE	627 681.00
CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS	6 821 000.00
CAPÍTULO V. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	238 518.78
CAPÍTULO VI. IMPACTO AMBIENTAL	282 456.45
CAPÍTULO VII. VARIOS	407 139.77
CAPÍTULO VIII. ENLACES E INTERSECCIONES	700 000.00
SUBTOTAL	11 066 457.11
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	18 108 926.70

ALTERNATIVA 2	
DESCRIPCION	COSTE (€)
CAPÍTULO 1:EXPLANACIÓN	669 908.06
CAPÍTULO II: FIRMES	286 582.65
CAPÍTULO III. DRENAJE	336 771.80
CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS	3 947 764.50
CAPÍTULO V. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	127 973.28
CAPÍTULO VI. IMPACTO AMBIENTAL	151 547.31
CAPÍTULO VII. VARIOS	242 776.07
CAPÍTULO VIII. ENLACES E INTERSECCIONES	700 000.00
SUBTOTAL	6 463 323.67
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	10 533 855.75



4. PLANTA DE LAS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA 3	
DESCRIPCION	COSTE (€)
CAPÍTULO 1:EXPLANACIÓN	3 216 428.19
CAPÍTULO II: FIRMES	856 581.33
CAPÍTULO III. DRENAJE	960 964.80
CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS	9 982 683.00
CAPÍTULO V. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	365 166.62
CAPÍTULO VI. IMPACTO AMBIENTAL	432 434.16
CAPÍTULO VII. VARIOS	595 445.11
CAPÍTULO VIII. ENLACES E INTERSECCIONES	700 000.00
SUBTOTAL	17 109 703.22
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	28 248 580.41





ANEJO DE TRAZADO

1. INTRODUCCIÓN
2. SOLUCIÓN ADOPTADA
3. TRAZADO EN PLANTA DEL TRONCO
4. TRAZADO EN ALZADO DEL TRONCO
5. COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO
6. SECCIÓN TRANSVERSAL
7. VISIBILIDAD
8. GLORIETAS Y ENLACES
9. CÁLCULO



1. INTRODUCCIÓN

El Objetivo del presente anejo es justificar el diseño del trazado geométrico de la variante de la LU-530 a su paso por O Cádabo.

Se recogen las características relativas a la planta, el alzado, la coordinación planta-alzado y la sección transversal del eje principal, así como de enlaces, ramales y glorietas.

2. SOLUCIÓN ADOPTADA

2.1 NORMATIVA EMPLEADA

La normativa de traza que se ha seguido para elaborar el presente anteproyecto es la Instrucción de Carreteras 3.1-IC de Trazado del año 2016. Además de esta, se han seguido otras recomendaciones sobre el trazado:

- Recomendaciones sobre glorietas (MOPU).
- Recomendaciones para el proyecto de enlaces (MOPU).
- Orden de Accesos en Carreteras Convencionales de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Ley 25/1988 de Carreteras.
- Ley 6/2015 de Carreteras de Galicia.

2.2 CLASE DE CARRETERA A PROYECTAR

La vía a proyectar tiene características de carretera convencional, según lo que dice la Ley 6/2015 de carreteras de Galicia. Se entiende por carretera convencional aquella de una sola calzada, sin limitación de accesos a las propiedades colindantes y con posibilidad de cruces al mismo nivel.

2.3 PARÁMETROS

La velocidad de proyecto (v_p) es la velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos de trazado, en condiciones de seguridad y comodidad.

La velocidad del proyecto se establece en 80 km/h teniendo en cuenta los condicionantes orográficos y la funcionalidad de la carretera.

Será denominada por lo tanto C-80 debido a que es una carretera convencional y su velocidad de proyecto es de 80 km/h.

Con la velocidad de proyecto definida en 80 km/h, los parámetros que regirán el trazado son los siguientes:

- Radio mínimo: 265 m.
- Inclinación de la rasante: Máxima: 5%
Excepcional: 7%
Mínima: 0,5%
- Acuerdos verticales: Kv mínimo convexo: 3051
Kv deseable convexo: 7150
Kv mínimo cóncavo: 2637
Kv deseable cóncavo: 4349
Lmin: 100m.

3. TRAZADO EN PLANTA DEL TRONCO

3.1 ALINEACIONES RECTAS

Con el fin de obtener suficientes oportunidades de adelantamiento, las alineaciones rectas están indicadas en carreteras de calzada única con dos carriles y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc.).

Es deseable limitar las longitudes máximas de las rectas para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc. Para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer también unas longitudes mínimas.

Siguiendo la Norma 3.1-IC de "Trazado", en los casos en los que se disponga de una alineación recta, las longitudes máxima deseable y mínima admisible, en función de la velocidad de proyecto ($v_p = 80$ km/h), serán las siguientes:

$$L_{\text{mín.s}} = 1,39 \cdot V_p = 112 \text{ m}$$

$$L_{\text{mín.o}} = 2,78 \cdot V_p = 223 \text{ m}$$

$$L_{\text{máx}} = 16,70 \cdot V_p = 1336 \text{ m}$$

3.2 ALINEACIONES CURVAS

Según la Instrucción 3.1-IC, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares, para una carretera convencional con velocidad de proyecto de 80 km/h, será de 265 metros.

Por otro lado, también se establecen unos valores para el peralte de la carretera según el radio que son los siguientes:



GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	$850 \leq R \leq 1050$	8
		$1050 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,96 \cdot (1 - 1050/R)^{1,2}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
2	Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100	$250 \leq R \leq 700$	8
		$700 \leq R \leq 5000$	$8 - 7,3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3}$
		$5000 \leq R < 7500$	2
		$7500 \leq R$	Bombeo
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	$50 \leq R \leq 350$	7
		$350 \leq R \leq 2500$	$7 - 6,65 \cdot (1 - 350/R)^{1,9}$
		$2500 \leq R < 3500$	2
		$3500 \leq R$	Bombeo

En el apartado 4.3.2 "características", de la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, se nos indica que la velocidad, el radio y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado y el peralte se relacionan mediante la fórmula:

-Siendo:

V = velocidad (km/h).

R = radio de la circunferencia (m).

ft = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

P = peralte (%).

Para toda curva circular en el tronco de la calzada, con el peralte máximo que le corresponde según se indica en el apartado 4.3.2, se cumplirá que, recorrida la curva circular a la velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de ft de la tabla 4.3

V _e (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f _{tMAX}	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

En general, el desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (9 gon).

3.3 CURVAS DE TRANSICIÓN

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = longitud de la curva entre su punto de inflexión

(R = ∞) y el punto de radio R.

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones que se indican a continuación.

$$v^2 = 127 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{P}{100} \right)$$

Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal:



La variación de la aceleración centrífuga no compensada por el peralte deberá limitarse a un valor J aceptable desde el punto de vista de la comodidad. Suponiendo a efectos de cálculo que la clotoide se recorre a velocidad constante igual a la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor, el parámetro A en metros, deberá cumplir la condición siguiente:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_0 \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_0} - 1,27 \cdot \frac{(P_0 - P_1)}{\left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right)} \right]}$$

-Siendo:

Ve = velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).

J = variación de la aceleración centrífuga (m/s³).

R1 = radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).

R0 = radio de la curva circular asociada de radio menor (m).

p1 = peralte de la curva circular asociada de radio mayor (%).

p0 = peralte de la curva circular asociada de radio menor (%).

Lo que supone una longitud mínima dada por la siguiente expresión:

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_0} \cdot \left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right) - 1,27 \cdot (P_0 - P_1) \right]$$

Se adoptarán para J los valores de J_{máx} cuando suponga una economía tal que justifique suficientemente esta restricción en el trazado, en detrimento de la comodidad:

V _e (km/h)	V _e < 80	80 ≤ V _e < 100	100 ≤ V _e < 120	V _e ≥ 120
(J) (m/s ³)	0,5	0,4	0,4	0,4
(J _{máx}) (m/s ³)	0,7	0,6	0,5	0,4

Limitación por transición del peralte:

La variación longitudinal de la pendiente transversal ∇_{ip}, en la transición del peralte deberá limitarse por razones de comodidad en la conducción.

Determinado el borde de la sección transversal que soporta la mayor variación longitudinal de la pendiente transversal, se establecerá la longitud mínima en la que se deberá efectuar la transición del peralte para que no se supere un valor del gradiente de la pendiente transversal (∇_{ip}), que vendrá dado por la expresión:

$$\nabla_{ip} = 0,86 - 0,004 \cdot V_p$$

Siendo:

∇_{ip}= Gradiente de la pendiente transversal del borde que experimenta la mayor variación longitudinal de la calzada respecto al eje de la misma (%).

V_p= Velocidad de proyecto (km/h).

Dado que en general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo, la longitud de la transición del peralte y, consecuentemente, la longitud de la clotoide tendrá un valor mínimo definido por la expresión:

$$L_{\min} = \frac{|P_r - P_i|}{\nabla_{ip}} \cdot B \cdot k$$

Siendo:

L_{min}= Longitud mínima de transición del peralte (m).

pf= peralte final con su signo (%).

pi= peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide (%).

B= Dsitancia al borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

k= Factor de ajuste, función del número de carriles que giran; se considerarán los siguientes valores:

k=1 si gira un carril

k= 0.75 si giran dos carriles

k= 0.67 si giran tres o más carriles

Condiciones de percepción visual:

Para que la curva de transición sea visible para el conductor se deben cumplir las siguientes condiciones:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que 1/18 radianes.
- El retranqueo de la curva circular sea ≥ 50 cm.



$$L_{min} = \frac{R_0}{9} \text{ y } L_{min} = 2\sqrt{3} * R_0$$

Siendo R_0 el valor del radio de la curva circular en m.

Valores máximos:

Se recomienda no aumentar significativamente las longitudes y parámetros mínimos obtenidos con las fórmulas empleadas anteriormente salvo justificación de lo contrario.

En cualquier caso, el valor máximo no deberá exceder 1,5 veces el valor mínimo.

3.4 COORDINACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL TRAZADO

Para todo tipo de carretera, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que doscientos treinta metros (230 m), la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones que se muestran a continuación:

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280$
700 – 1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
> 1800	$R' \geq 700$

En carreteras del grupo 2, cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a doscientos treinta metros (230 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que setecientos metros (700 m). En todo caso, las clotoides de entrada y salida serán simétricas. La norma también establece que no podrán unirse clotoides entre si excepto que esto sea por sus puntos de inflexión en curvas con trazado en 'S'.

3.5 DESVANECIMIENTO DEL BOMBEO Y TRANSICIÓN DEL PERALTE

Se define como desvanecimiento del bombeo el giro que se efectúa en la inclinación transversal de una plataforma en carreteras de calzadas separadas o de una semiplataforma en carreteras convencionales para pasar, en una alineación recta, desde la inclinación correspondiente al bombeo a una inclinación transversal nula (0%).

Se define como transición del peralte el giro que se efectúa en la inclinación transversal de la plataforma para pasar, en una curva de acuerdo en planta, desde una inclinación transversal nula (0 %) a la inclinación transversal correspondiente al peralte (p %) o desde el bombeo al peralte (p %) según proceda.

El desvanecimiento del bombeo y la transición del peralte deberán llevarse a cabo combinando las dos condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.

El desvanecimiento del bombeo en cualquier clase de carretera se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada a la curva de acuerdo en planta (clotoide) con las siguientes longitudes:

- Si la rasante tiene una inclinación superior al uno por ciento (> 1 %) se hará en una longitud mayor o igual que la longitud mínima "Lmin" correspondiente a la limitación por transición del peralte
- Excepcionalmente, si la rasante tiene una inclinación menor o igual al uno por ciento ($\leq 1 \%$), se hará en una longitud "L" de veinte metros (≥ 20 m) en carreteras de los Grupos 1 y 2 y en una longitud de quince metros (≥ 15 m) en carreteras del Grupo 3.

El desvanecimiento del bombeo en el caso de alineación recta unida a curva circular (sin curva de acuerdo) se efectuará sobre la alineación recta.



La transición del peralte en carreteras convencionales se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo:

- En el primer tramo la variación del peralte desde el cero por ciento (0 %) al dos por ciento (2 %) se producirá de igual forma que en el desvanecimiento del bombeo y, por lo tanto, con el mismo gradiente y longitud.
- En el segundo tramo se variará el peralte desde el dos por ciento (2 %) hasta el valor del peralte de la curva circular (p %).

La longitud de la curva de acuerdo en la que se efectúa la transición del peralte deberá tener la longitud mínima correspondiente a la limitación por transición del peralte.

La transición del peralte en el caso de alineación recta unida a curva circular (sin curva de acuerdo) se efectuará sobre la alineación recta inmediatamente después del desvanecimiento del bombeo y con los criterios establecidos para la clotoide.

Los tramos de transición del peralte en el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros (< 30 m), se desplazarán de forma que exista un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de la curva circular. Se procederá de igual forma en el caso de clotoides de vértice, disponiéndose un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de curvatura de dichas clotoides en su vértice.

Se evitará la coincidencia de peralte nulo y rasante casi horizontal. En los tramos donde esto no se pueda evitar se realizará un estudio de la evacuación de las aguas de la plataforma.

4. TRAZADO EN ALZADO DEL TRONCO

4.1 INTRODUCCIÓN

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros. Para definir correctamente el alzado, se adoptará el siguiente criterio para carreteras de calzada única:

El eje que define el alzado coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

4.2 INCLINACIÓN DE LA RASANTE

La normativa establece unos valores máximos de inclinación de la rasante a adoptar en función del tipo de vía y de la velocidad de proyecto. En el caso de carreteras convencionales:

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5%). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2%). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5%).

En los tramos de posible existencia de hielo en la calzada se procurará que la inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no sea superior al diez por ciento ($\nless 10$ %).

Además, no se proyectarán rampas ni pendientes con la inclinación máxima y longitudes mayores a tres mil metros (3000m). Salvo justificación en contrario, no se proyectarán rampas ni pendientes cuyo recorrido sea menos a 10 segundos (longitud medida entre vértices sucesivos).

El estudio de la necesidad de carriles adicionales está realizado en el anejo Estudio de Tráfico.

4.3 ACUERDOS VERTICALES

Los acuerdos verticales se resuelven con una parábola de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 * k_v}$$

Siendo K_v el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola. Se denomina parámetro.



Para evitar que el trazado en alzado del tronco de una carretera, al ser recorrido por un vehículo, provoque a su conductor la sensación de circular por un tobogán no se proyectarán trazados con acuerdos verticales consecutivos de parámetros (K_v) reducidos.

Si la longitud de la curva de acuerdo vertical (L) es superior a la visibilidad requerida (D) ($L > D$), el valor del parámetro (K_v) vendrá dado por las expresiones siguientes:

- En acuerdos convexos:

$$L = \frac{|i_2 - i_1| \cdot D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \quad K_v = \frac{D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

- En acuerdos cóncavos:

$$L = \frac{|i_2 - i_1| \cdot D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \text{tg}\alpha)} \quad K_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \text{tg}\alpha)}$$

Siendo:

K_v = Parámetro de la parábola (m).

h_1 = Altura del punto de vista del conductor sobre la calzada (m).

h_2 = Altura del objeto sobre la calzada (m).

h = Altura de los faros del vehículo (m).

α = Ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente del cono de luz de los faros forma con el eje longitudinal del vehículo.

D = Visibilidad requerida (m).

$\theta = |i_2 - i_1|$ = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones de las rasantes en tanto por uno.

En la siguiente tabla se recogen, para diferentes velocidades de proyecto de la carretera y una altura del obstáculo de 0.50 m, los valores del parámetro con los que se dispone de visibilidad de parada y de visibilidad de adelantamiento.

Por consideraciones de coordinación planta – alzado podrán reducirse los valores indicados en la siguiente tabla cuando se disponga de la visibilidad de parada exigible.

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento	K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento
1	140	22 000	--	10 300	--
	130	16 000	--	8 600	--
2	120	11 000	--	7 100	--
	110	7 600	--	5 900	--
	100	5 200	7 100	4 800	7 800
	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Nota 1: Los valores de K_v de esta Tabla se han obtenido para una altura del obstáculo $h_2 = 0,50$ m. Para alturas inferiores, deberán calcularse los correspondientes valores mínimos de K_v .

Nota 2: Los valores de K_v en acuerdos cóncavos se han obtenido para condiciones nocturnas y alcance ilimitado de los faros del vehículo, por lo que dado el limitado alcance real de los mismos, la adopción de dichos valores de K_v no garantizará la visibilidad en horas nocturnas.

En general se intenta utilizar el K_v deseable pero no en todos los acuerdos es posible debido a la orografía. De todos modos, siempre se respeta el valor mínimo de K_v .

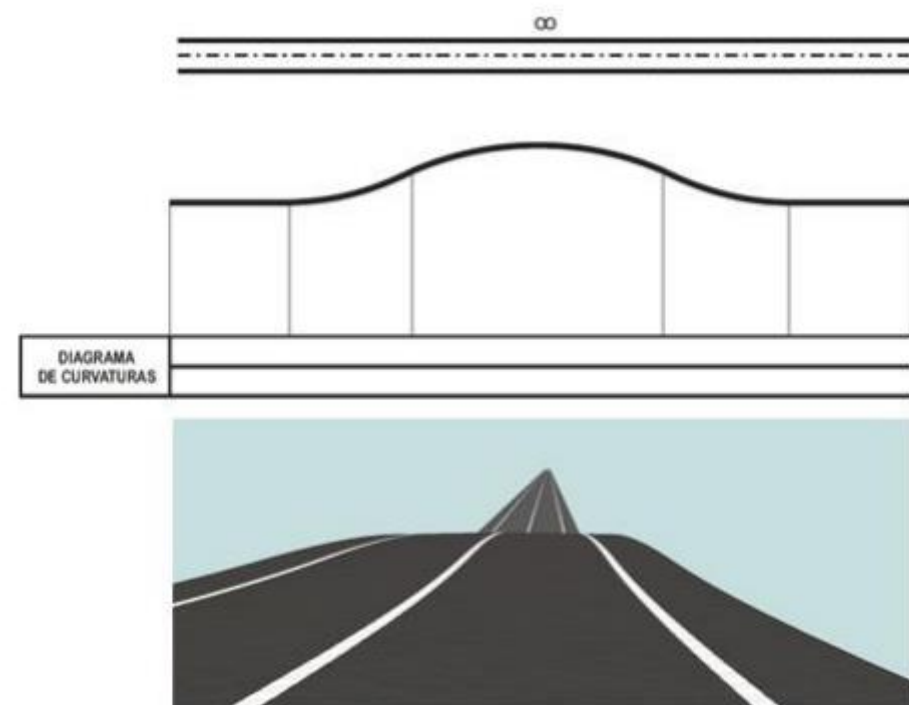
5. COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO

El trazado de una carretera en planta y alzado deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella en condiciones de comodidad y seguridad.

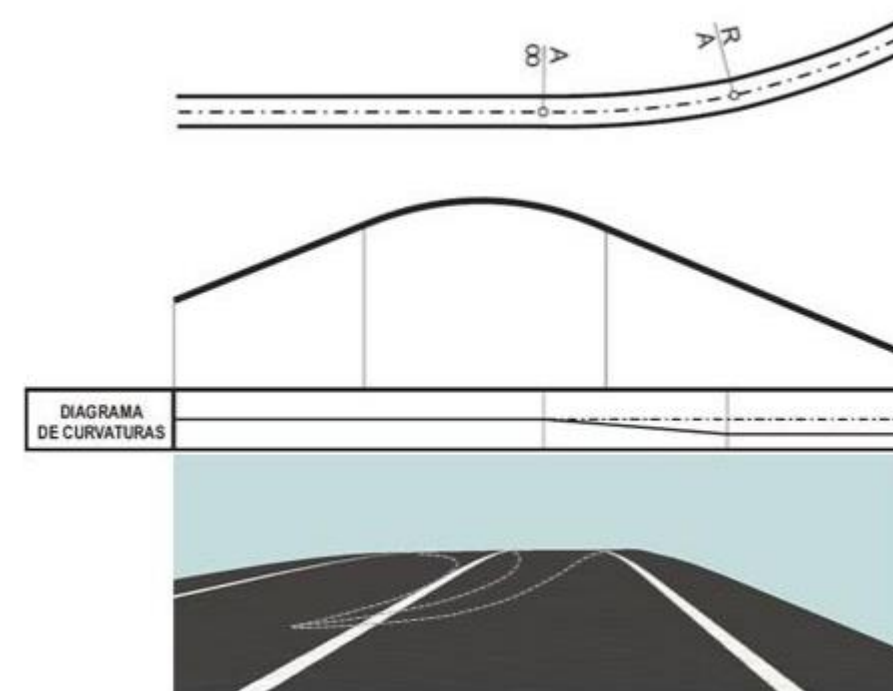
Las principales situaciones que pueden afectar significativamente a la percepción del conductor se pueden clasificar en:



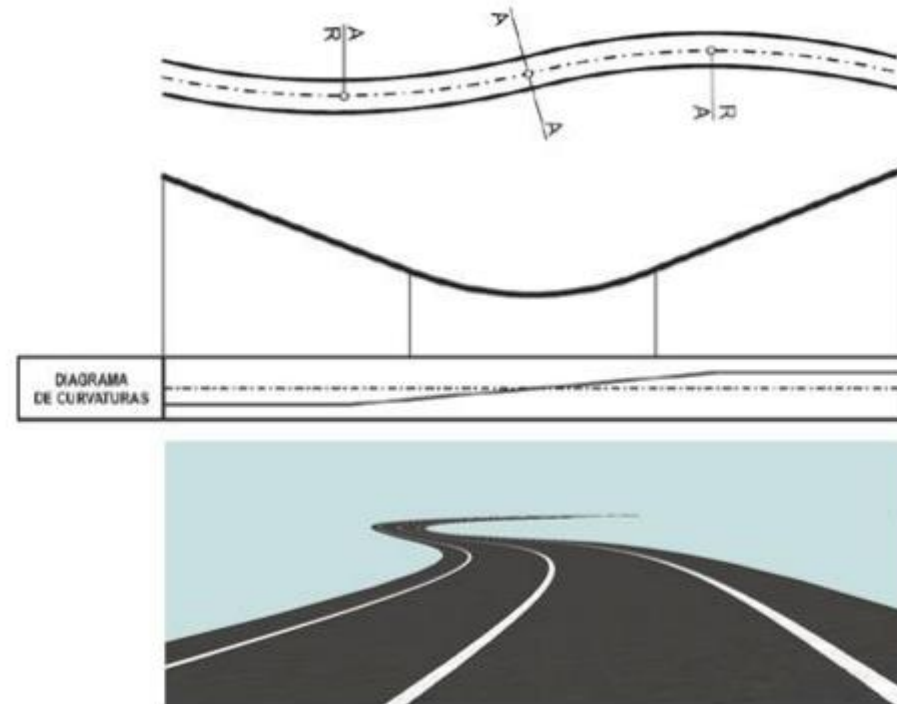
- Pérdida de trazado. Consiste en la desaparición de un tramo de la plataforma en una alineación recta del campo visual del conductor. La pérdida de trazado será múltiple si desaparecen varios tramos.



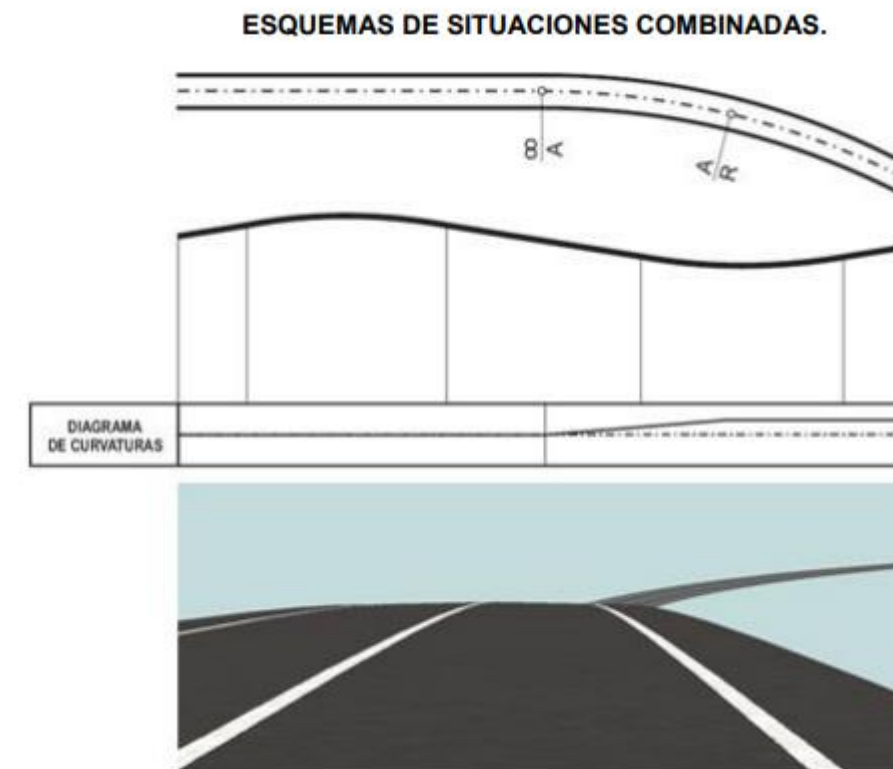
- Pérdida de orientación. Consiste en la desaparición total de la plataforma del campo visual del conductor con incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir.



- Pérdida dinámica. Consiste en la desaparición parcial de la plataforma y en particular de alguna de sus características que permiten al conductor el guiado del vehículo (peralte, longitud de elementos, etc.)



Estas situaciones se presentarán, en general, de forma combinada o con cierta desproporción entre los elementos del trazado en planta y alzado, lo que puede conllevar una diferencia de curvatura muy significativa entre dichos elementos.



Para conseguir una adecuada coordinación del trazado, en toda clase de carretera, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados posible del punto de radio infinito.
- En carreteras con velocidad de proyecto (V_p) menor o igual que sesenta kilómetros por hora (≤ 60 km/h) y en carreteras de características reducidas, se cumplirá cuando sea posible la condición $K_v = 100 \cdot R \cdot p$. Si no fuese así, el cociente $K_v R$ será mayor o igual que seis (≥ 6), siendo K_v el parámetro de la curva de acuerdo vertical (m), R el radio de la curva circular en planta en metros (m), y p el peralte correspondiente a la curva circular en tanto por ciento (%).

6. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de una carretera o cualquier elemento de la misma se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior en veinte (20) años al de la fecha de su entrada en servicio.



El número de carriles básicos de cada calzada se establecerá a partir de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes. De dichos estudios se deducirán, en su caso, las previsiones de ampliación.

En cualquier caso, se tendrán en cuenta, sin computar los carriles adicionales, las siguientes consideraciones en cuanto a carreteras convencionales:

- Tendrán un carril para cada sentido de circulación.
- En ningún caso tendrán calzadas con dos o más carriles por sentido

Las dimensiones de la sección transversal se indican en la siguiente tabla:

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicable	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreebancho correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

Esta sección debe mantener un nivel de servicio D en la hora de proyecto del año horizonte. El cumplimiento de este requisito es estudiado en el anejo Estudio de Tráfico.

6.1 BOMBEO EN RECTA

El bombeo de la plataforma en una alineación recta se proyectará de modo que se evacúen con facilidad las aguas superficiales y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo.

Para ello se utilizarán los siguientes criterios en carreteras de calzada única:

- Si son de doble sentido de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento ($\geq 2\%$) hacia cada lado a partir del eje de la calzada.
- Si son de sentido único de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento ($\geq 2\%$) hacia un solo lado.

En zonas de elevada pluviometría podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento ($\geq 2,5\%$).

Las bermas se dispondrán con una inclinación transversal del cuatro por ciento (4 %) hacia el exterior de la plataforma

6.2 PENDIENTES TRANSVERSALES EN CURVA

En curvas circulares y en curvas de acuerdo la pendiente transversal de la calzada y de los arcenes coincidirá con el peralte.

Las bermas tendrán una pendiente transversal hacia el exterior de la plataforma no inferior al cuatro por ciento ($\nless 4\%$). Cuando el peralte supere el cuatro por ciento ($> 4\%$), la berma en el lado interior de la curva, tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el cuatro por ciento (4 %) hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

6.3 SOBREENCHOS EN CURVAS

Debido a que las características del trazado de la vía impiden el uso de radios menores a 265 m. no es necesario aplicar sobreebanchos.

6.4 DESMONTES, RELLENOS, CUNETAS Y OTROS ELEMENTOS

Las diversas secciones tipo se proyectarán teniendo en cuenta, además de las plataformas, los desmontes, los rellenos, las cunetas, el drenaje longitudinal subterráneo, los sistemas de contención de vehículos con su anchura de trabajo, la señalización vertical y el balizamiento de acuerdo con la normativa vigente.



6.5 ALTURA LIBRE

La altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma de las carreteras será:

- En tramos interurbanos y periurbanos mayor o igual que cinco metros y treinta centímetros ($\geq 5,30$ m).
- En tramos urbanos mayor o igual que cinco metros ($\geq 5,00$ m).

La altura libre mínima bajo pasarelas, pórticos o banderolas, sobre cualquier punto de la plataforma, será mayor o igual que cinco metros y cincuenta centímetros ($\geq 5,50$ m).

7. VISIBILIDAD

7.1 INTRODUCCIÓN

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado. Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra. Estudiaremos la visibilidad de parada y de adelantamiento, que son las que influyen en el presente anteproyecto.

7.2 DISTANCIA DE PARADA

Se define como distancia de parada (D_p) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estimará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

Siendo:

D_p = distancia de parada (m).

V = velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h)

f_l = coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento

i = inclinación de la rasante (tanto por uno)

t_p = tiempo de percepción y reacción (s)

A efectos de diseño se considerará como distancia de parada, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tramo considerado.

El coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado (f_l) en una maniobra de frenado para diferentes valores de la velocidad se obtendrá de la siguiente tabla:

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f_l	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Estos valores de los coeficientes (f_l) de rozamiento longitudinal proporcionan unas deceleraciones del vehículo cómodas para el usuario que deba detener, de forma controlada, el vehículo ante un obstáculo que se encuentre en su trayectoria.

7.3 VISIBILIDAD DE PARADA

Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

Para el cálculo de la visibilidad de parada, se fijará la altura del obstáculo sobre la rasante de la calzada en cincuenta centímetros (50 cm), pudiendo situarse en cualquier punto de la sección transversal del carril (sección de obstáculo). En los tramos de carretera donde se considere que puedan existir obstáculos con altura inferior a cincuenta centímetros (< 50 cm) se analizará la conveniencia de fijar otra altura del obstáculo con un valor no inferior a veinte centímetros ($\nless 20$ cm).

Se considera que un obstáculo es divisible siempre que pueda trazarse una visual entre el punto de vista del conductor y todos los puntos superiores del obstáculo.

La visibilidad de parada deberá ser superior a la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto (V_p) del correspondiente tramo, en cuyo caso se dice que existe visibilidad de parada.

7.4 DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

A efectos de aplicación de la presente Norma y del cálculo de los tramos con distancia de adelantamiento en carreteras convencionales, se define como distancia de adelantamiento D_a , la distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto. Se medirá a lo largo del eje que separa los dos sentidos de circulación y se obtendrá teniendo en cuenta las siguientes condiciones:



- Para iniciar la prohibición de adelantar (final de la marca vial discontinua), valores menores que los de la distancia D_{a1} indicados en la tabla siguiente:

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a1} (m)	50	75	100	130	165	205	250

- Para finalizar la prohibición de adelantar (inicio de la marca vial discontinua), los valores de la distancia D_{a2} indicados en la tabla siguiente:

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a2} (m)	150	180	220	260	300	340	400

Cuando entre dos prohibiciones de adelantamiento quede un tramo de marca vial discontinua de longitud inferior a la indicada en la tabla anterior, se unirán ambas prohibiciones, de modo que no se permitirá adelantar en tramos de longitud inferior a la distancia D_{a2} .

La utilización de estas tablas supone que la velocidad máxima señalizada en el tramo coincide con la velocidad de proyecto (V_p).

7.5 VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

En carreteras convencionales se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia disponible, medida a lo largo del eje que separa ambos sentidos de circulación, entre la posición del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que pueda divisarlo y sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar dicha maniobra.

Para determinar la posición del vehículo que circula en sentido opuesto se admitirá, de forma simplificada, que es visible cuando pueda trazarse una visual sin obstáculo desde el punto de vista del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento hasta un punto del vehículo que circula en sentido opuesto situado a una altura de un metro y diez centímetros (1,10 m) y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del eje que separa los dos sentidos de circulación.

Se procurará obtener tramos de la máxima longitud posible en los que la visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de adelantamiento D_{a2} .

7.6 CONCLUSIÓN

El presente anteproyecto cumple con la distancia de parada requerida para la velocidad de proyecto ($V_p=80$ Km/h). Asimismo, se obtienen un porcentaje de adelantamiento aproximadamente del 100% repartido uniformemente a lo largo del trazado.

8. GLORIETAS Y ENLACES

8.1 INTRODUCCIÓN

En el presente anteproyecto se han planteado dos glorietas, ambas con la misma sección tipo, situadas en los extremos de la alternativa y se proyectarán según la orden circular de accesos en las carreteras convencionales de titularidad de la comunidad autónoma de Galicia.

8.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS GLORIETAS

La zona de circulación está formada por dos carriles de 4m con arcenes de 1m de ancho. El diámetro exterior será de 36 m y el interior de 16m

Una recomendación que se ha seguido en la medida de lo posible es la de situar los ejes que confluyen en la glorieta de modo que pasen por el centro de esta. Se recomienda también que el ángulo de entrada del eje esté comprendido entre 20 y 60º En las glorietas no se dispone de ningún tipo de peralte, debido a las bajas velocidades de los vehículos en ella, pero si bombeo del 2% hacia el exterior para facilitar el drenaje.

9. CÁLCULO

Para la elaboración del presente proyecto se ha utilizado el programa ISPOL ISTRAM que calcula la mayor parte de los elementos que componen este anteproyecto. En el anejo Estudio de Alternativas, se recogen listados de los detalles del trazado en planta y en alzado.



ANEJO DE FIRMES

1. INTRODUCCIÓN
2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES
3. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO
4. EXPLANADA
5. SECCIÓN DE FIRMES
6. TIPOS DE MEZCLAS Y MATERIALES BÁSICOS
7. FIRME EN LAS ESTRUCTURAS Y GLORIETAS



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es el dimensionamiento y justificación de los tipos de firme que se dispondrán en el eje principal de la variante, en las glorietas y en las estructuras.

Se busca elegir la solución en función de los criterios técnicos y económicos para que soporten las cargas previstas durante su período de vida útil. La calidad del firme condiciona en gran medida la calidad y comodidad de la circulación y es un capítulo muy importante del presupuesto.

La normativa empleada es la Instrucción de Carreteras 6.1-IC "Secciones de firme", (Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre de 2003 y publicada en el BOE de 12 de diciembre de 2003).

2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES

Los parámetros 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.

A continuación, se estudiará brevemente la categoría de tráfico pesado por medio de los aforos de la Xunta, la explanada y la sección de firmes.

3. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

La intensidad de tráfico pesado condiciona de manera fundamental el diseño del firme y las características técnicas que se le han de exigir. Se aplica la IMD de pesados en el año de puesta en servicio.

La IMD prevista en el tramo para el año de referencia 2016, es, de acuerdo con lo analizado en el anejo de tráfico, la siguiente:

- IMD 2016: 1 133 veh/día

Considerando un 10% de vehículos pesados

- IMD pesados 2016: 114 veh/día

Con un reparto simétrico, como dicta la Instrucción de Carreteras, se obtiene una IMD de pesados en el carril de proyecto de 57 veh/día.

Observando las categorías de tráfico pesado que define la Norma en función de la IMDp y que se exponen en la tabla siguiente, se comprueba que se trata de categoría T32. El límite de esa categoría está en 100 veh/día. Haciendo los cálculos para el año horizonte nos encontramos que nuestra IMDp por carril es de 77 veh/día por lo que estamos dentro de la categoría T32 igualmente.

Categorías de tráfico pesado T00 a T2

Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

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

4. EXPLANADA

A efectos de definir el firme, 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}) y el CBR mínimo obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa", cuyos valores se recogen en la tabla 2 de la norma 6.1-1.C «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.

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

Se exigirá, además, una deflexión patrón máxima, cuyos valores se muestran a continuación:

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
Deflexión patrón (10^{-2} mm)	≤ 250	≤ 200	≤ 125

De acuerdo con los suelos disponibles y los terrenos por los que discurre la traza de la variante, a lo largo de dicha traza la explanada será de **categoría E2**.

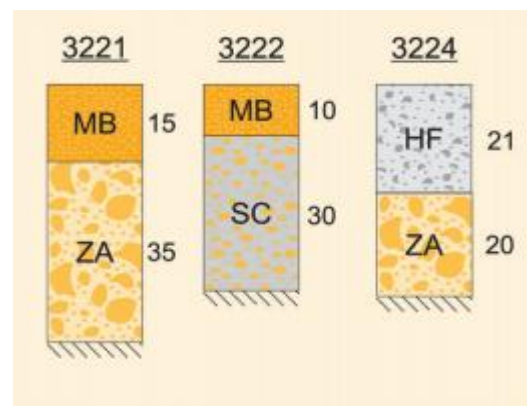


Elegimos esta explanada debido a que, del Mapa de Características Geomorfológicas, se extrae que estamos en una zona aceptable bajo condiciones naturales y bajo la acción humana. Se atraviesan suelos de areniscas y pizarras por lo que se pueden plantear las siguientes configuraciones de la explanada recogidas en la norma 6.1-IC:

- 75 cm. de suelo seleccionado ($10 < \text{CBR} < 20$), apoyado sobre suelo tolerable.
- 40 cm. de suelo seleccionado sobre 50 cm de suelo adecuado, apoyado sobre suelo tolerable.

5. SECCIÓN DE FIRMES

En función de la categoría de explanada presente y de la categoría de tráfico pesado existente, la Norma 6.1.-IC ofrece varias posibilidades para configurar nuestra sección de firme. De entre las posibles soluciones, se seleccionará en cada caso la más adecuada técnica y económicamente. En este caso para una explanada E2 y tráfico T32, existen tres posibles secciones de firme:



Se descartará el uso de firmes rígidos de hormigón, ya que son poco utilizados en Galicia y no existen precedentes fiables sobre su comportamiento en las condiciones existentes en la zona. En este caso se dispondrá la sección 3221 compuesta por 35 cm de zahorra artificial y 15 centímetros de mezcla bituminosa.

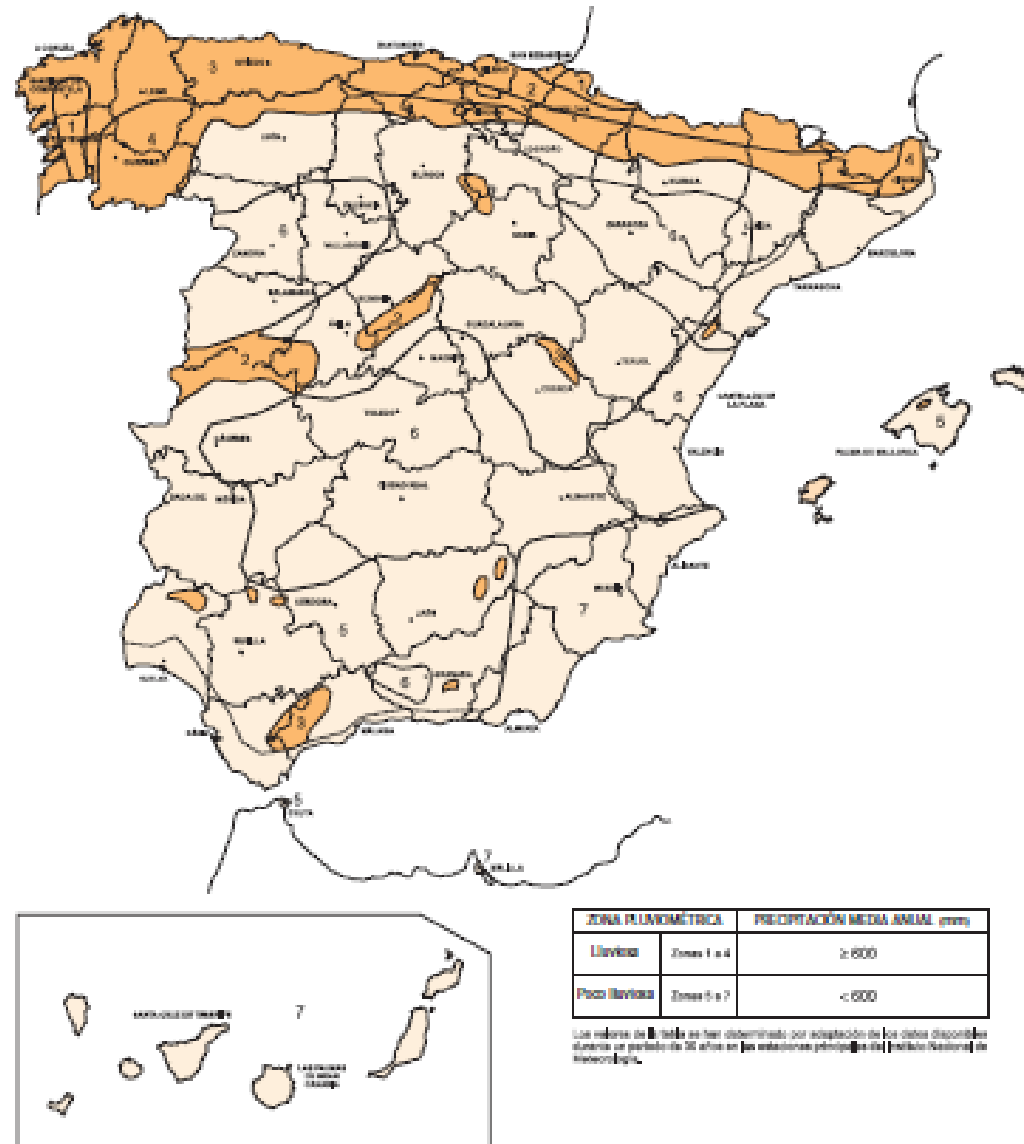
6. TIPOS DE MEZCLAS Y MATERIALES BÁSICOS

Se definen a continuación los espesores de las capas bituminosas en función del tráfico y del tipo de mezcla bituminosa. El espesor de la capa inferior siempre será mayor o igual al espesor de las superiores.

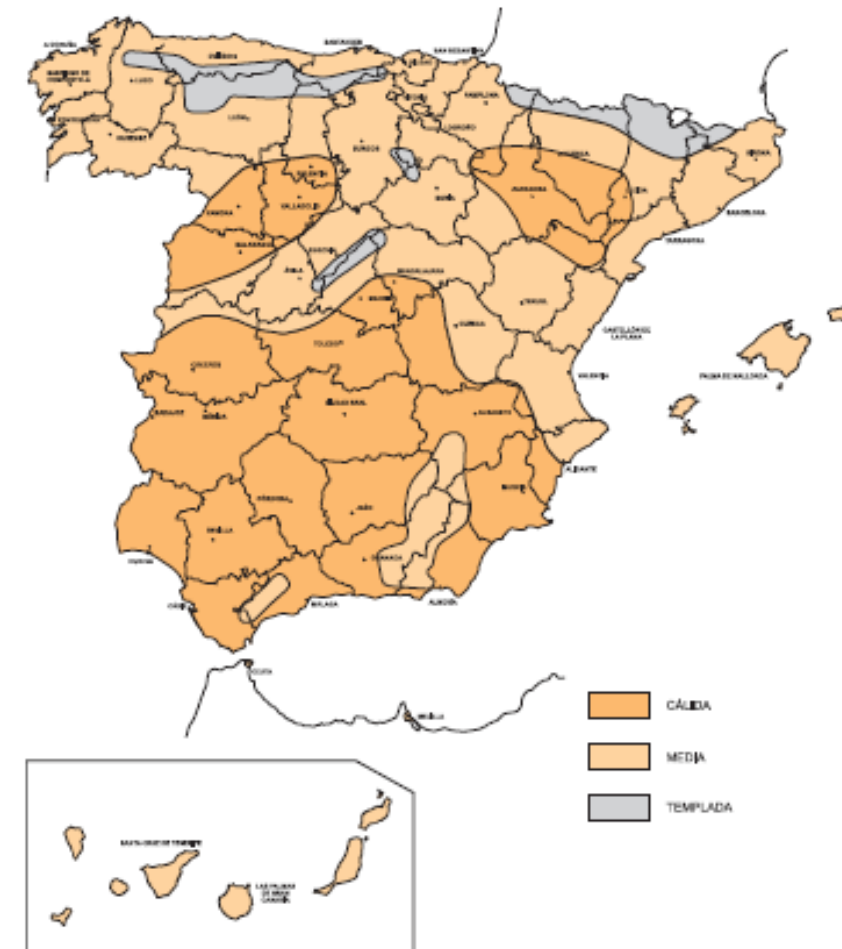
TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10 ^(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

La capa de rodadura estará constituida por una mezcla bituminosa discontinua en caliente de tipo M o F, definida en el artículo 543 del PG3, o por una mezcla bituminosa en caliente de tipo denso D o semidenso S, definida en el artículo 542 del PG3.

En la figura siguiente de la norma de firmes, se comprueba que la zona de ubicación del proyecto se corresponde con zona 1, pluviométrica lluviosa (con precipitación media anual $\geq 600\text{mm}$), por lo que sí sería posible la utilización de mezclas porosas.



Para definir estos parámetros se ha de tener en cuenta la zona térmica estival, que en este caso se trata de una zona térmica estival media, como se observa en la figura a continuación.



En la selección de las mezclas bituminosas en caliente que compondrán cada una de las capas de la sección estructural los parámetros influyentes son:

- Tipo de betún asfáltico
- Relación ponderal entre la dosificación del betún y la de los áridos
- Relación ponderal entre la dosificación del betún y la del polvo mineral

Se describen los tratamientos superficiales que vamos a usar en nuestra sección de firmes:

- **Riego de imprimación:** 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.
- **Riego de adherencia:** 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

La sección de firmes que queremos plantear para nuestra variante, la 3221 se detalla a continuación:

- **Capa de rodadura:** 3 cm de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM A B60/70, con un 5% de ligante respecto al árido en peso y betún B60/70. Y un porcentaje de polvo mineral mayor del 50%
- **Capa intermedia:** 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC-22 bin B60/70 S, impermeable, con un 4% mínimo de ligante respecto al árido en peso y betún B60/70. La relación filler/betún es de 1.0.
- **Capa de base:** 7 cm de mezcla bituminosa tipo AC-32 base B80/100 G. Se usará betún B80/100 con una dotación de betún sobre áridos del 3.5% y un 50% del filler, como mínimo, será de aportación.
- **Capa de sub-base:** 35 cm de zahorra artificial ZA 40. Deberá ofrecer buenas condiciones de drenaje y se tratará de aprovechar materiales procedentes de la excavación, que deberán cumplir las especificaciones del artículo 510 del PG-3.

En cuanto a los tratamientos superficiales, se utilizarán los siguientes:

- Se realizará un **riego de adherencia** entre las capas bituminosas con emulsión ECR-1, con 0.5 kg de ligante residual por m². Se seguirán las especificaciones del artículo 531 del PG-3.
- Se aplicará también un **riego de imprimación** con emulsión ECL-1 sobre la zahorra artificial, con 1 kg de ligante residual por m². Se seguirán las especificaciones del artículo 530 del PG-3.

Arcenes:

Los arcenes de la variante tienen una anchura de 1,5m, por lo que según la Instrucción 6.1-IC su firme debe dimensionarse en función de la categoría de tráfico pesado prevista para la calzada y de la sección adoptada en la misma. Por exigencias de seguridad de la circulación vial, se requiere que los arcenes dispongan de una capa de rodadura completa transversalmente y con la misma rasante que la calzada. Debajo del pavimento del arcén se dispondrá zahorra artificial hasta alcanzar la explanada.

7. FIRME EN LAS ESTRUCTURAS Y GLORIETAS

Se empleará la misma sección de firme que para el tronco de la variante para simplificar y dado que su definición no entra dentro del objeto de este anteproyecto.



ANEJO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN
2. LEGISLACIÓN APLICABLE
3. ANÁLISIS AMBIENTAL DEL TERRITORIO
4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
5. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS
6. PLAN DE CONSERVACIÓN
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es realizar una evaluación ambiental simplificada de las previsibles incidencias en el entorno que entrañará la ejecución de las obras del anteproyecto.

El objetivo de este estudio es contribuir a evitar posibles alteraciones e impactos sobre el medio ambiente. Aunque en muchos casos sea imposible, o al menos económicamente inviable, evitar por completo los impactos, el objetivo es minimizarlos en la medida de lo posible.

Para ello se valoran los impactos sobre el medio ambiente de los distintos procesos de construcción del anteproyecto. De este modo, se puede determinar si el impacto ambiental supone la pérdida total o parcial de recursos o este aumenta la vulnerabilidad del ambiente, lo cual lo convierte en más sensible frente a otras alteraciones.

Para la realización de un estudio de impacto ambiental en este tipo de proyectos, la normativa aplicable es numerosa.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE:

- **Normativa Europea:**
 - Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
 - Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- **Normativa Nacional:**
 - Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
 - Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
 - Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- **Normativa Autonómica:**

La Comunidad Autónoma de Galicia tiene facultades para establecer medidas adicionales de protección ambiental, tal y como queda recogido en el Estatuto de Autonomía, donde se reconoce la competencia exclusiva para aprobar las normas adicionales sobre protección del medio ambiente y paisaje:

- Ley 1/95 de Protección Ambiental de Galicia.

- **Cumplimiento de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.**

Este proyecto se clasifica según la Ley 21/2013 en el Anexo II, Grupo 7, perteneciente a 'proyectos de infraestructuras', y apartado i):

'Construcción de variantes de población y carreteras convencionales no incluidas en el anexo I.'

Los proyectos pertenecientes al Anexo II deben estar sometidos a una evaluación ambiental simplificada. Por ser este un anteproyecto, no entra dentro de los objetivos fundamentales una evaluación del impacto ambiental de forma exhaustiva, de modo que se realizará una valoración muy simplificada con el fin de determinar el alcance del impacto ambiental que podría generar la construcción de este anteproyecto.

3. ANÁLISIS AMBIENTAL DEL TERRITORIO

3.1 ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO

La variante se sitúa en el término municipal de Baleira, comenzando en la LU-530 en zona oeste de la población del Cádavo y acabando en la zona este de la misma LU-530.

- **Climatología y meteorología**

Se han analizado en este apartado los datos que nos brinda la Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio de Galicia por medio de su herramienta Meteogalicia. Cogiendo los 10 datos de las temperaturas medias mensuales de los diez últimos años, se obtiene una media anual de temperatura de unos 10 °C. El alejamiento de la costa y la gran altitud media dan lugar un clima de inviernos muy fríos, con heladas frecuentes y precipitaciones en forma de nieve, y veranos con temperaturas moderadas y abundantes precipitaciones. Este patrón climático responde al dominio oceánico de montaña

- **Geomorfología y geología**

La zona presenta un relieve accidentado con pendientes pronunciadas y plagadas de valles fluviales. La mayor parte de los materiales rocosos pertenecen a las areniscas y a las pizarras.



- **Hidrología superficial y subterránea**

El análisis correspondiente a este tema se encuentra desarrollado en el anejo de hidrología y drenaje de este proyecto.

- **Fauna**

Se expone a continuación una lista con las especies presentes en la zona

Grupo	Nombre	Genero	Especie	Orden	Familia
Mamíferos	Rattus norvegicus	Rattus	norvegicus	Roedores	Muridae
Reptiles	Iberolacerta monticola	Iberolacerta	monticola	Squamata	Lacertidae
Aves	Sitta europaea	Sitta	europaea	Paseriformes	Sittidae
Mamíferos	Apodemus sylvaticus	Apodemus	sylvaticus	Roedores	Muridae
Mamíferos	Vulpes vulpes	Vulpes	vulpes	Carnívoros	Canidae
Aves	Turdus viscivorus	Turdus	viscivorus	Paseriformes	Turdidae
Aves	Prunella modularis	Prunella	modularis	Paseriformes	Prunellidae
Mamíferos	Crocidura russula	Crocidura	russula	Soricomorfos	Soricidae
Mamíferos	Mus musculus	Mus	musculus	Roedores	Muridae
Mamíferos	Sciurus vulgaris	Sciurus	vulgaris	Roedores	Sciuridae
Anfibios	Rana iberica	Rana	iberica	Anura	Ranidae
Mamíferos	Microtus agrestis	Microtus	agrestis	Roedores	Muridae
Invertebrados	Agabus heydeni	Agabus	heydeni	Coleoptera	Dytiscidae
Mamíferos	Eliomys quercinus	Eliomys	quercinus	Roedores	Gliridae
Invertebrados	Hydroporus brancoi brancoi	Hydroporus	brancoi brancoi	Coleoptera	Dytiscidae
Mamíferos	Sorex minutus	Sorex	minutus	Soricomorfos	Soricidae
Anfibios	Rana temporaria	Rana	temporaria	Anura	Ranidae
Mamíferos	Microtus lusitanicus	Microtus	lusitanicus	Roedores	Muridae

Aves	Ptyonoprogne rupestris	Ptyonoprogne	rupestris	Paseriformes	Hirundinidae
Mamíferos	Crocidura suaveolens	Crocidura	suaveolens	Soricomorfos	Soricidae
Mamíferos	Lutra lutra	Lutra	lutra	Carnívoros	Mustelidae
Aves	Columba livia/domestica	Columba	livia/domestica	Columbiformes	Columbidae
Aves	Garrulus glandarius	Garrulus	glandarius	Paseriformes	Corvidae
Mamíferos	Neomys fodiens	Neomys	fodiens	Soricomorfos	Soricidae
Mamíferos	Arvicola sapidus	Arvicola	sapidus	Roedores	Muridae
Aves	Emberiza cia	Emberiza	cia	Paseriformes	Emberizidae
Aves	Phoenicurus ochruros	Phoenicurus	ochruros	Paseriformes	Turdidae
Aves	Motacilla cinerea	Motacilla	cinerea	Paseriformes	Motacillidae
Reptiles	Vipera seoanei	Vipera	seoanei	Squamata	Viperidae
Aves	Buteo buteo	Buteo	buteo	Falconiformes	Accipitridae
Mamíferos	Sorex granarius	Sorex	granarius	Soricomorfos	Soricidae
Aves	Pyrrhula pyrrhula	Pyrrhula	pyrrhula	Paseriformes	Fringillidae
Reptiles	Natrix maura	Natrix	maura	Squamata	Colubridae
Aves	Dendrocopos major	Dendrocopos	major	Piciformes	Picidae
Aves	Certhia brachydactyla	Certhia	brachydactyla	Paseriformes	Certhiidae
Anfibios	Discoglossus galganoi	Discoglossus	galganoi	Anura	Discoglossidae
Invertebrados	Deronectes bicostatus	Deronectes	bicostatus	Coleoptera	Dytiscidae
Aves	Cuculus canorus	Cuculus	canorus	Cuculiformes	Cuculidae
Aves	Turdus philomelos	Turdus	philomelos	Paseriformes	Turdidae
Mamíferos	Mustela nivalis	Mustela	nivalis	Carnívoros	Mustelidae
Aves	Fringilla coelebs	Fringilla	coelebs	Paseriformes	Fringillidae
Mamíferos	Mustela erminea	Mustela	erminea	Carnívoros	Mustelidae
Aves	Sylvia communis	Sylvia	communis	Paseriformes	Sylviidae
Aves	Sturnus unicolor	Sturnus	unicolor	Paseriformes	Sturnidae
Aves	Carduelis cannabina	Carduelis	cannabina	Paseriformes	Fringillidae
Aves	Circus pygargus	Circus	pygargus	Falconiformes	Accipitridae
Aves	Hippolais polyglotta	Hippolais	polyglotta	Paseriformes	Sylviidae



Mamíferos	<i>Mustela putorius</i>	<i>Mustela</i>	<i>putorius</i>	Carnívoros	Mustelidae	Reptiles	<i>Podarcis hispanica</i>	<i>Podarcis</i>	<i>hispanica</i>	Squamata	Lacertidae
Aves	<i>Motacilla alba</i>	<i>Motacilla</i>	<i>alba</i>	Paseriformes	Motacillidae	Aves	<i>Carduelis carduelis</i>	<i>Carduelis</i>	<i>carduelis</i>	Paseriformes	Fringillidae
Mamíferos	<i>Erinaceus europaeus</i>	<i>Erinaceus</i>	<i>europaeus</i>	Erinaceomorfos	Erinaceidae	Mamíferos	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	<i>Oryctolagus</i>	<i>cuniculus</i>	Lagomorfos	Leporidae
Aves	<i>Pica pica</i>	<i>Pica</i>	<i>pica</i>	Paseriformes	Corvidae	Aves	<i>Carduelis chloris</i>	<i>Carduelis</i>	<i>chloris</i>	Paseriformes	Fringillidae
Mamíferos	<i>Lepus granatensis</i>	<i>Lepus</i>	<i>granatensis</i>	Lagomorfos	Leporidae	Aves	<i>Oriolus oriolus</i>	<i>Oriolus</i>	<i>oriolus</i>	Paseriformes	Oriolidae
Aves	<i>Columba palumbus</i>	<i>Columba</i>	<i>palumbus</i>	Columbiformes	Columbidae	Aves	<i>Strix aluco</i>	<i>Strix</i>	<i>aluco</i>	Strigiformes	Strigidae
Aves	<i>Sylvia undata</i>	<i>Sylvia</i>	<i>undata</i>	Paseriformes	Sylviidae	Reptiles	<i>Coronella austriaca</i>	<i>Coronella</i>	<i>austriaca</i>	Squamata	Colubridae
Anfibios	<i>Lissotriton boscai</i>	<i>Lissotriton</i>	<i>boscai</i>	Caudata	Salamandridae	Aves	<i>Corvus corone</i>	<i>Corvus</i>	<i>corone</i>	Paseriformes	Corvidae
Aves	<i>Cettia cetti</i>	<i>Cettia</i>	<i>cetti</i>	Paseriformes	Sylviidae	Mamíferos	<i>Arvicola terrestris</i>	<i>Arvicola</i>	<i>terrestris</i>	Roedores	Muridae
Mamíferos	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Capreolus</i>	<i>capreolus</i>	Arctiodáctilos	Capreolidae	Aves	<i>Sylvia borin</i>	<i>Sylvia</i>	<i>borin</i>	Paseriformes	Sylviidae
Mamíferos	<i>Genetta genetta</i>	<i>Genetta</i>	<i>genetta</i>	Carnívoros	Viverridae	Aves	<i>Phylloscopus collybita/ibericus</i>	<i>Phylloscopus</i>	<i>collybita/ibericus</i>	Paseriformes	Sylviidae
Aves	<i>Emberiza cirrus</i>	<i>Emberiza</i>	<i>cirrus</i>	Paseriformes	Emberizidae	Aves	<i>Emberiza citrinella</i>	<i>Emberiza</i>	<i>citrinella</i>	Paseriformes	Emberizidae
Mamíferos	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus</i>	<i>rattus</i>	Roedores	Muridae	Mamíferos	<i>Neovison vison</i>	<i>Neovison</i>	<i>vison</i>	Carnívoros	Mustelidae
Aves	<i>Regulus ignicapilla</i>	<i>Regulus</i>	<i>ignicapilla</i>	Paseriformes	Sylviidae	Aves	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	Paseriformes	Hirundinidae
Aves	<i>Parus caeruleus</i>	<i>Parus</i>	<i>caeruleus</i>	Paseriformes	Paridae	Invertebrados	<i>Carabus galicianus</i>	<i>Carabus</i>	<i>galicianus</i>	Coleoptera	Carabidae
Aves	<i>Parus major</i>	<i>Parus</i>	<i>major</i>	Paseriformes	Paridae	Aves	<i>Turdus merula</i>	<i>Turdus</i>	<i>merula</i>	Paseriformes	Turdidae
Mamíferos	<i>Martes foina</i>	<i>Martes</i>	<i>foina</i>	Carnívoros	Mustelidae	Invertebrados	<i>Hydroporus nigrita</i>	<i>Hydroporus</i>	<i>nigrita</i>	Coleoptera	Dytiscidae
Aves	<i>Delichon urbicum</i>	<i>Delichon</i>	<i>urbicum</i>	Paseriformes	Hirundinidae	Mamíferos	<i>Canis lupus</i>	<i>Canis</i>	<i>lupus</i>	Carnívoros	Canidae
Aves	<i>Parus ater</i>	<i>Parus</i>	<i>ater</i>	Paseriformes	Paridae	Mamíferos	<i>Galemys pyrenaicus</i>	<i>Galemys</i>	<i>pyrenaicus</i>	Erinaceomorfos	Talpidae
Aves	<i>Streptopelia turtur</i>	<i>Streptopelia</i>	<i>turtur</i>	Columbiformes	Columbidae	Mamíferos	<i>Galemys pyrenaicus</i>	<i>Galemys</i>	<i>pyrenaicus</i>	Erinaceomorfos	Talpidae
Reptiles	<i>Anguis fragilis</i>	<i>Anguis</i>	<i>fragilis</i>	Squamata	Anguidae	Aves	<i>Pernis apivorus</i>	<i>Pernis</i>	<i>apivorus</i>	Falconiformes	Accipitridae
Aves	<i>Parus cristatus</i>	<i>Parus</i>	<i>cristatus</i>	Paseriformes	Paridae	Aves	<i>Saxicola torquatus</i>	<i>Saxicola</i>	<i>torquatus</i>	Paseriformes	Turdidae
Mamíferos	<i>Neomys anomalus</i>	<i>Neomys</i>	<i>anomalus</i>	Soricomorfos	Soricidae	Aves	<i>Picus viridis</i>	<i>Picus</i>	<i>viridis</i>	Piciformes	Picidae
Aves	<i>Passer domesticus</i>	<i>Passer</i>	<i>domesticus</i>	Paseriformes	Passeridae						
Aves	<i>Sylvia atricapilla</i>	<i>Sylvia</i>	<i>atricapilla</i>	Paseriformes	Sylviidae						
Aves	<i>Circaetus gallicus</i>	<i>Circaetus</i>	<i>gallicus</i>	Falconiformes	Accipitridae						
Aves	<i>Tyto alba</i>	<i>Tyto</i>	<i>alba</i>	Strigiformes	Tytonidae						
Aves	<i>Tyto alba</i>	<i>Tyto</i>	<i>alba</i>	Strigiformes	Tytonidae						
Aves	<i>Apus apus</i>	<i>Apus</i>	<i>apus</i>	Apodiformes	Apodidae						
Aves	<i>Cinclus cinclus</i>	<i>Cinclus</i>	<i>cinclus</i>	Paseriformes	Cinclidae						
Aves	<i>Corvus corax</i>	<i>Corvus</i>	<i>corax</i>	Paseriformes	Corvidae						



Reptiles	Podarcis bocagei	Podarcis	bocagei	Squamata	Lacertidae
Aves	Hieraaetus pennatus	Hieraaetus	pennatus	Falconiformes	Accipitridae
Aves	Alauda arvensis	Alauda	arvensis	Paseriformes	Alaudidae
Reptiles	Lacerta schreiberi	Lacerta	schreiberi	Squamata	Lacertidae
Aves	Aegithalos caudatus	Aegithalos	caudatus	Paseriformes	Aegithalidae
Aves	Coturnix coturnix	Coturnix	coturnix	Galliformes	Phasianidae
Aves	Regulus regulus	Regulus	regulus	Paseriformes	Sylviidae
Mamíferos	Talpa occidentalis	Talpa	occidentalis	Erinaceomorfos	Talpidae
Aves	Phylloscopus ibericus	Phylloscopus	ibericus	Paseriformes	Sylviidae
Aves	Erithacus rubecula	Erithacus	rubecula	Paseriformes	Turdidae
Aves	Columba domestica	Columba	domestica	Columbiformes	Columbidae
Mamíferos	Sus scrofa	Sus	scrofa	Arctiodáctilos	Suidae
Anfibios	Salamandra salamandra	Salamandra	salamandra	Caudata	Salamandridae
Aves	Caprimulgus europaeus	Caprimulgus	europaeus	Piciformes	Caprimulgidae
Aves	Troglodytes troglodytes	Troglodytes	troglodytes	Paseriformes	Troglodytidae
Invertebrados	Hydroporus nevadensis	Hydroporus	nevadensis	Coleoptera	Dytiscidae
Aves	Lanius collurio	Lanius	collurio	Paseriformes	Laniidae
Mamíferos	Martes martes	Martes	martes	Roedores	Sciuridae
Anfibios	Chioglossa lusitanica	Chioglossa	lusitanica	Caudata	Salamandridae
Aves	Serinus serinus	Serinus	serinus	Paseriformes	Fringillidae
Mamíferos	Sorex coronatus	Sorex	coronatus	Soricomorfos	Soricidae
Invertebrados	Hydroporus discretus	Hydroporus	discretus	Coleoptera	Dytiscidae
Mamíferos	Felis silvestris	Felis	silvestris	Carnívoros	Felidae
Mamíferos	Meles meles	Meles	meles	Carnívoros	Mustelidae

• Flora

En general, predominan las masas forestales, compuestas en su mayoría por pinos o eucaliptos y matorral atlántico. Las especies que habitan en la zona son las siguientes:

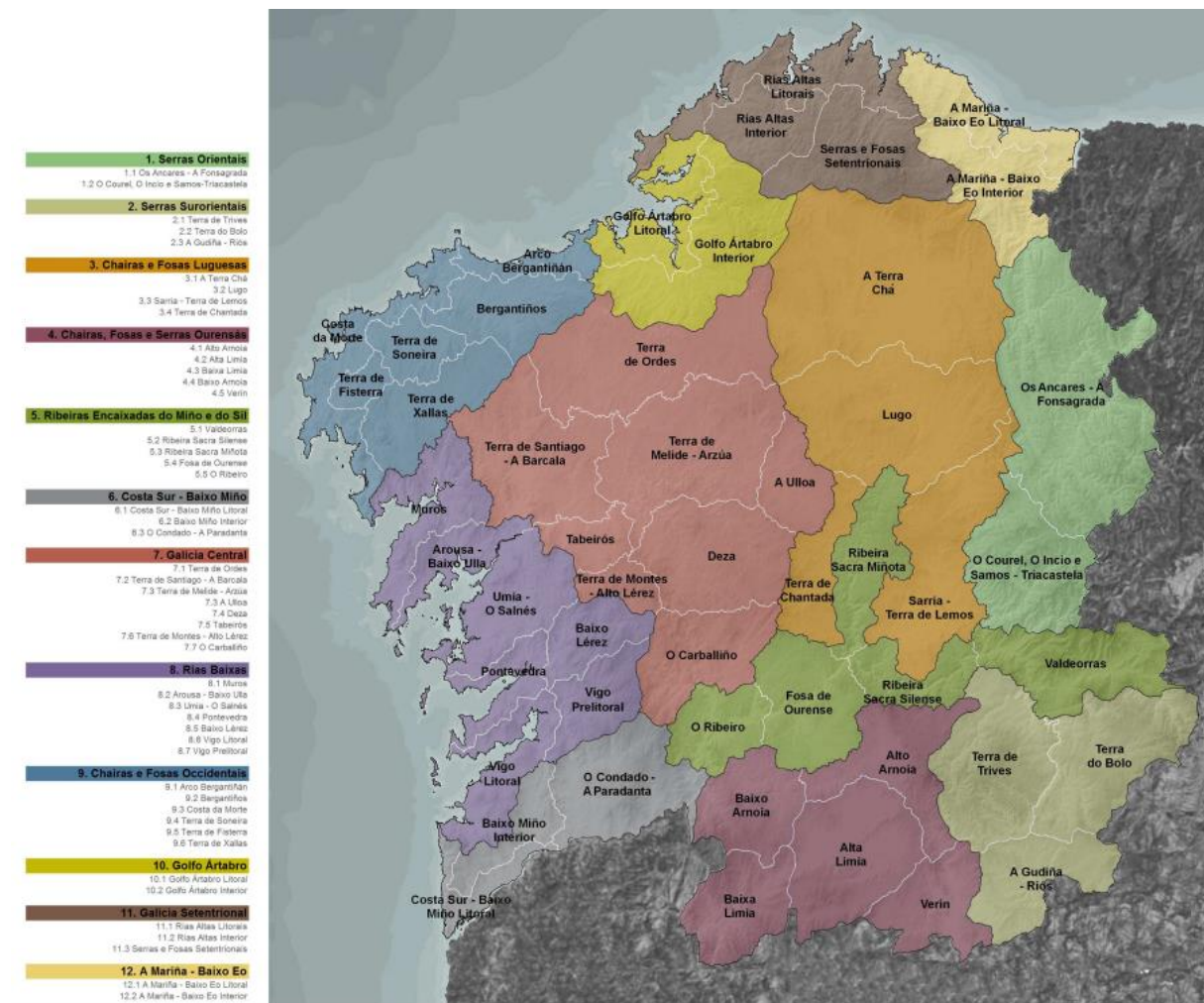
- Carex extensa: hierba perenne con rizoma corto.
- Scirpus tabernaemontani: hierba perenne y rizomatosa.
- Phragmites australis: hierba perenne y rizomatosa.
- Castanea sativa: castaño común.
- Pinus pinaster: pino marítimo.
- Ulex europaeus: toxo.
- Eucaliptus globulus Labill: eucalipto.

3.2 ANÁLISIS DEL PAISAJE

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio por lo que es un punto muy importante a tener en cuenta en un estudio de impacto ambiental.

El paisaje de la zona se engloba en la clasificación de Chairas e Fosas Luguesas de la Estratexia de Paisaxe Galega, elaborada por la Consellería de Medio Ambiente. El paisaje presente en la zona se caracteriza por ser un relevo montañoso y accidentado, siendo la altitud media 682m llegando a los 1000m en algunas zonas del municipio. Tanto el río Eo como el río Neira nacen en el municipio de Baleira. En cuanto a la vegetación predomina el monte bajo, así como grandes extensiones arboles autóctonas, combinación que hace que el paisaje sea uno de los puntos más afectados por la construcción de la variante.

En este anteproyecto, adquiere gran importancia la calidad estética del entorno natural. La morfología tiene una gran importancia en la calidad del paisaje y la vegetación ofrece una gran aportación a la calidad escénica además de ser, el sector forestal, uno de los pilares económicos de la zona.



3.3 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

El territorio de la zona ha vivido desde siempre de la ganadería y la agricultura. La ganadería es un pilar básico en la economía del ayuntamiento, diferenciando, por zonas diferentes tipos.

En la zona del valle del Eo predominan las vacas lecheras, teniendo esta zona un peso importante en la producción de leche en la provincia de Lugo. En la zona más montañosa del ayuntamiento, la llamada rubia gallega es la vaca más usual, esta zona se especializa en la producción de carne y aunque quedan muy pocas también eran importantes las ovejas. Con respecto a la agricultura, esta suele ser de subsistencia, las familias la practican para su propio beneficio, sin existir grandes explotaciones de dicha actividad.

4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación, se evalúan los principales impactos ambientales que se prevé, serán generados, durante la fase de construcción y explotación.

4.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Acción: Expropiaciones

Factor afectado: Socioeconómico

Las expropiaciones necesarias para la realización de las obras se sintetizan en el anejo de expropiaciones de este anteproyecto. Las afecciones generadas en este sentido se corrigen en gran medida con una justa valoración de los bienes afectados.

- Acción: Desbroce

Factor afectado: Edafología y erosión

Los desbroces para la ejecución de las obras conllevan la destrucción de la capa vegetal que cubre el terreno. Estas actuaciones pueden ser muy negativas durante las obras puesto que la desprotección del suelo puede conllevar un aumento importante de la erosión, por lo que han de llevarse medidas correctoras como la preservación de la tierra vegetal que se retire en el desbroce, para su posterior utilización en la revegetación de taludes y zonas a explanar, con el fin de reducir ese tipo de impactos.

- Acción: Desbroce

Factor afectado: Vegetación

Se contempla una afección alta a masas forestales. El número de árboles afectados es alto debido a que la primera parte de la vía discurre por terreno forestal.

- Acción: Desbroce

**Factor afectado: Capacidad agrícola**

El impacto de la construcción del nuevo trazado no afecta de manera importante a la capacidad agrícola puesto que la vía discurre principalmente por terrenos forestales o dedicados al pasto.

- Acción: Movimiento de tierras

Factor afectado: Aire

Los impactos relacionados con el factor aire debidos a las partículas de polvo en suspensión como consecuencia de los movimientos de tierras son de difícil cualificación, al no existir mediciones específicas realizadas en obras similares que nos permitan extraer conclusiones aplicables a la infraestructura que nos ocupa. El impacto será puntual y minimizado si se contemplan medidas consistentes en riegos sistemáticos durante la época estival.

- Acción: Movimiento de tierras

Factor afectado: Geología

Las únicas afecciones son las derivadas de la alteración de las formas del relieve natural producida por la construcción de desmontes, terraplenes y estructuras singulares.

- Acción: Movimiento de tierras

Factor afectado: Hidrología y drenaje

Los impactos potenciales por este tipo de acciones se generan principalmente, por desvío de los cursos de agua y por invasión de los mismos por tierras y materiales de desecho. Se prevé la necesidad de desvíos de algunos arroyos. Los riesgos de invasión del cauce por tierras y otros materiales, son evitables mediante una correcta vigilancia ambiental que ponga en práctica las medidas correctoras que en este sentido han de establecerse.

- Acción: Movimiento de tierras

Factor afectado: Calidad del agua

Este tipo de impactos, han de medirse teniendo en cuenta las afecciones que sobre el medio natural podrían producirse como consecuencia de la degradación de su hábitat, debido al aumento de la turbidez de las aguas.

4.2 FASE DE EXPLOTACIÓN

- Acción: Presencia de la infraestructuras

Factor afectado: Paisaje

El paisaje se verá afectado, en fase de funcionamiento, debido a la interferencia que la infraestructura genera en las unidades de paisaje, al introducir en el medio un elemento extrínseco. Estos impactos, se podrán corregir en gran medida mediante medidas que los minimicen, como la revegetación de taludes con especies idénticas similares a las existentes en el entorno.

- Acción: Presencia de la infraestructura

Factor afectado: Fauna

Los impactos sobre la fauna derivados de la presencia de la infraestructura están relacionados con los atropellos y comunicación transversal de la fauna. Dadas las características de la fauna existente. La comunicación transversal de las especies queda en parte garantizada a través de los pasos inferiores, superiores y obras de drenaje que se proyectan.

- Acción: Presencia de la infraestructura

Factor afectado: Patrimonio histórico-artístico

No se afecta al patrimonio puesto que con la alternativa elegida se evita el camino de Santiago

- Acción: Presencia de la infraestructura

Factor afectado: Hidrología

Las obras de drenaje y las estructuras diseñadas permiten el paso del caudal de máxima avenida. En consecuencia, no se prevén impactos.

- Acción: Presencia de la infraestructura



Factor afectado: Comunicación

Se han repuesto las principales vías de comunicación locales afectadas. Algunos pequeños caminos no han sido repuestos, pero sólo en casos concretos donde mediante otra reposición se consiga un nivel de servicio igual o mejor al presente en la actualidad.

- **Acción:** Efluentes gaseosos y sonoros

Factor afectado: Comunicación

La puesta en servicio de la variante liberará a la población de O Cádavo de la cercanía del tráfico, sobre todo del pesado, generándose un impacto positivo.

5. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

5.1 MEDIDAS PROTECTORAS

- **Protección de la calidad del aire**

El transporte de material provoca la formación de polvo. Los pesados vehículos utilizados trituran el material formando finos. Como medidas protectoras se recomiendan riegos periódicos con estabilizantes químicos o agua, especialmente en zonas urbanas.

- **Protección de la red de drenaje**

Al objeto de mantener el esquema de drenaje se diseñan las oportunas obras de fábrica dimensionadas para períodos de retorno de 100 años, como se puede comprobar en el anejo de drenaje. Con el fin de proteger la calidad de las aguas durante los procesos constructivos se prohibirán los vertidos a la red de drenaje natural. Una vez finalizadas las obras se llevará a cabo un plan de restauración con la implantación de las especies vegetales existentes.

- **Protección de la flora y fauna**

Se evitará en la fase de despeje y desbroce la tala de más ejemplares arbóreos de los necesarios. Además, como medida de protección a la fauna, se intentará evitar alterar a aquellas especies importantes en sus ciclos de reproducción.

- **Protección del sistema socioeconómico**

A pesar de ser pocas las vías de importancia afectadas, con el fin de mantener la permeabilidad territorial, se repone la comunicación en las carreteras y servicios que se vean afectados.

5.2 MEDIDAS CORRECTORAS

Las medidas correctoras tienen como principal finalidad la implantación de una cubierta vegetal en todas las superficies que queden desprovistas de ella como consecuencia de las diferentes actividades de la construcción del corredor. Los fines de esta revegetación son, por una parte, lograr una mejora estética y paisajística de la obra, y, por otra, eliminar los riesgos de erosión. De este modo se consigue un elemento de enlace entre la carretera y el entorno que atraviesa, se reduce el impacto visual de las obras y se suavizan aspectos paisajísticos no gratos para el usuario.

- **Cubierta vegetal:** Se aprovecha la tierra vegetal extraída del propio terreno para formar una cubierta vegetal en taludes.
- **Hidrosiembra:** De este modo el entramado de raíces y tallos sujeta la superficie, creando una tierra fértil y propiciando la colonización natural de los taludes por especies autóctonas.
- **Plantaciones:** Especies arbustivas y arbóreas de mayor o menor tamaño, que reduzcan la erosión y el impacto paisajístico.

6. PLAN DE CONSERVACION

Para la conservación de los trabajos de revegetación se prevén una serie de acciones encaminadas a mantener las plantas en perfecto estado.

Una vez ejecutadas las obras, comienza el plazo de garantía de un año de duración, lo que se asegura el mantenimiento y conservación de las plantaciones durante este periodo. Finalizado el plazo de garantía y una vez recibida la obra definitiva será necesaria la conservación de las plantaciones y de las hidrosiembras durante tres o cuatro años para lograr un buen arraigo y mantener las plantas en buen estado. Una vez pasado este período de tiempo las plantas ya poseerán un desarrollo suficiente para garantizar su propio mantenimiento.

Con motivo de lo expuesto anteriormente, se proponen las siguientes tareas de mantenimiento:

- **Desbroces y siegas:** Eliminación de la maleza y escarificación del terreno que rodea a árboles y arbustos.
- **Abonado:** Se realizará un abonado anual a base de abono de naturaleza húmica
- **Riegos:** Los riegos se efectuarán en los meses de verano sobre las plantaciones realizadas tanto de árboles como de arbustos e hidrosiembra



- **Podas:** Se efectuará una poda anual, durante el periodo invernal, sobre las especies que así lo requieran, ya sea para facilitar su desarrollo normal o para evitará la invasión de la calzada y las cunetas.

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo la asunción, por parte del promotor del proyecto, de un conjunto de medidas que, sin alterar los planteamientos iniciales del proyecto, sean beneficiosas para el medio ambiente.

Se establece con él un sistema que trata de garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras. Mediante el seguimiento y control propuestos, se podrán comprobar los efectos de ciertos impactos de difícil predicción. Esto permitirá tomar medidas que corrijan el impacto que se genere en el transcurso del tiempo, como resultado del proceso de puesta en funcionamiento de la vía. El plan se divide en diversas actividades según el factor que deba ser controlado.

No es objeto de este anteproyecto el detalle de las actividades específicas de cada parte del programa de vigilancia ambiental.



ANEJO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

1. INTRODUCCIÓN
2. DRENAJE LONGITUDINAL
3. DRENAJE TRANSVERSAL



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, estudiaremos el área desde el punto de vista hidrológico con el fin de obtener unos caudales de referencia de las distintas cuencas que se encuentran dentro del área de estudio, y hacer una primera estimación de cuáles son los mejores sistemas de drenaje para evacuar el agua en la carretera. Para la elaboración de este anejo se siguen en todo momento las directrices de la instrucción de carreteras en su apartado 5.2---IC 'Drenaje Superficial'.

Nuestra zona de estudio por tratarse de una zona cercana a la cumbre de una montaña no cuenta con ríos de importancia.

2. DRENAJE LONGITUDINAL

La función del drenaje longitudinal es recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera sus márgenes conduciendo estos caudales hasta un punto de desagüe. El dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal se realizará de acuerdo con lo indicado en la normativa 5.2---IC de Drenaje Superficial, para un periodo de retorno de 25 años.

La pendiente de la plataforma debe asegurar el drenaje superficial del agua que caiga sobre la calzada y arcenes, por lo que la normativa impide que la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma sea inferior al 0.5%, condición que se cumple en este proyecto.

Los elementos a proyectar en el drenaje longitudinal son:

- Cunetas de pie de desmonte: Recogen la escorrentía procedente de la plataforma y de las cuencas cercanas a la carretera
- Cunetas de guarda en desmonte: Se sitúan en la coronación de los desmontes e impiden que las escorrentías procedentes de las cuencas de desmonte bajen directamente por el talud
- Cunetas de pie de terraplén: Se sitúan en el pie del terraplén y recogen el agua que baja por estos
- Caces de coronación de terraplén: Recogen las aguas de escorrentía
- Bajantes de desmonte y terraplén: Desaguan el agua procedente de las cunetas de guarda desmonte o de los caces de coronación de terraplén a las cunetas de pie de desmonte o terraplén.
- Colectores: Son tubos que recogen las aguas procedentes de las cunetas de pie de desmonte. Forman una red subterránea que tendrá como fin evacuar las aguas de las zonas de desmonte.

- Arquetas de registro: Aseguran la inspección y conservación de los colectores.

2.1. DIMENSIONAMIENTO

En el presente anteproyecto solo se realizará un predimensionamiento aproximado de algunos elementos de drenaje longitudinal como las cunetas de pie de desmonte y terraplén y las de guarda de desmonte y terraplén.

Cunetas de pie de desmonte

Para las cunetas de pie de desmonte, se tendrá en cuenta que se deben diseñar con un talud pequeño, para obtener condiciones de franqueamiento seguro del perfil transversal de la cuneta por los vehículos que salgan de la plataforma, que se debe desaguar el caudal de cálculo para la pendiente mínima (0,5%) y que la velocidad del agua estará comprendida entre 0,25 y 4,5 m/s.

La cuneta escogida es de 3 metros de ancho con pendiente 4H:1V en el lado contiguo a la carretera y 2H:1V en el lado contrario y con una profundidad de 0,5 m

Cunetas de guarda de desmonte

Estas se situarán en taludes que reciban escorrentías importantes de las cuencas, de modo que eviten la escorrentía y erosión de los taludes de desmonte. Se situarán bajantes de desmonte aproximadamente cada 150m.

La cuneta de guarda de desmonte tiene una sección de 0,5 m de calado, 1m de ancho y taludes 1:1

Cunetas de guarda de terraplén

Por simplicidad constructiva, estas cunetas tienen la misma sección que las cunetas de guarda de desmonte

Cunetas de coronación de terraplén

En las zonas en las que la escorrentía de la plataforma hacia los taludes de terraplén sea grande, se situarán cauces de coronación de terraplén con el fin de canalizar la escorrentía. Además, se colocarán bajantes, separadas entre sí 50m como máximo. Las dimensiones del cauce son 0,5m. de ancho, talud exterior 1V:4H e interior 1V:6H, con una profundidad de 0,15m.



3. DRENAJE TRANSVERSAL

El objetivo del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno, permitiendo su paso bajo la carretera. También se aprovechan las obras de drenaje transversal para desaguar el drenaje de la plataforma y sus márgenes.

Las obras de drenaje transversal deben perturbar lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural. Para la proyección y cálculo de estas se tendrán en cuenta, principalmente el caudal a desaguar, la velocidad máxima y la cota máxima de la lámina de agua.

Para el diseño de las obras de drenaje transversal se utiliza la normativa de carreteras en su apartado 5.2-IC de drenaje superficial,

En este anteproyecto no se realiza un predimensionamiento de las obras de drenaje transversal puesto que no existen cuencas de importancia en la zona de estudio y las únicas zonas susceptibles de necesitar dichas obras se resuelven con viaductos.



ANEJO DE EXPROPIACIONES

1. INTRODUCCIÓN
2. TERRENOS AFECTADOS
3. PRESUPUESTO



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se cuantifican las expropiaciones que se han de realizar para la ejecución de la variante. Para ello se ha calculado la superficie total de los terrenos necesarios para la construcción de la variante, aplicándose un precio medio por metro cuadrado expropiado.

En este anteproyecto, y debido a que el suelo expropiado está, casi en su totalidad, formado por terrenos de cultivo o bosques, se decide fijar un precio estándar por metro cuadrado para todo tipo de terreno, y un valor fijo para las viviendas.

2. TERRENOS AFECTADOS

Según lo establecido en el Reglamento General de Carreteras:

- Artículo 75.1: Los proyectos de construcción o trazado de nuevas carreteras, variantes, duplicaciones de calzada, acondicionamiento, restablecimiento de las condiciones de las vías y ordenación de accesos habrán de comprender la expropiación de los terrenos a integrar en la zona de dominio público, incluyendo en su caso los destinados a áreas de servicio y otros elementos funcionales de la carretera.
- Artículo 75.2: Excepcionalmente, en los casos de viaductos y puentes, la expropiación y, en consecuencia, la configuración de la zona de dominio público podrá limitarse a los terrenos ocupados por los cimientos de los soportes de las estructuras y una franja de un metro, como mínimo, a su alrededor. El resto de los terrenos afectados quedará sujeto a la imposición de las servidumbres de paso necesarias para garantizar el adecuado funcionamiento y explotación de la carretera.
- Artículo 74.1: Son de dominio público los terrenos ocupados por las carreteras estatales y sus elementos funcionales, y una franja de terreno de ocho metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y de tres metros en el resto de las carreteras, a cada lado de la vía, medidas en horizontal y perpendicularmente a la misma, desde la arista exterior de la explanación. La arista exterior de la explanación es la intersección del talud del desmonte, del terraplén, o, en su caso, de los muros de sostenimiento colindantes, con el terreno natural. En los casos especiales de puentes, viaductos, túneles, estructuras u obras similares, se podrá fijar como arista exterior de la explanación la línea de proyección ortogonal del borde de las obras sobre el terreno. Será en todo caso de dominio público el terreno ocupado por los soportes de la

estructura. Teniendo en cuenta lo anterior, se dispondrá de una franja de 8 metros para la zona de dominio público en el tronco de la vía, y de tres metros en los ramales y glorietas.

3. PRESUPUESTO

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente el valor de las expropiaciones es el siguiente:

M2. Expropiaciones	6.00	64237.68	385 426.08
Ud. Viviendas	200 000.00		0.00
			385 426.08

Por lo que el importe para expropiaciones asciende a un total de TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS VEINTISÉIS EUROS CON OCHO CÉNTIMOS



ANEJO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

1. INTRODUCCIÓN
2. ENTORNO GEOLÓGICO
3. ESTRATIGRAFÍA
4. GEOLOGÍA ECONÓMICA



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal que se busca con este estudio es la caracterización geológica de la zona en la que se localiza el anteproyecto. Con este estudio se busca profundizar sobre todo en aspectos relacionados con la estratigrafía, petrología y tectónica de la zona de estudio, destacando, si la hubiese, alguna particularidad en la zona de actuación.

Toda la información aquí recopilada y analizada se ha obtenido de la Hoja número 73 del “Mapa Geológico de España” escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, además se ha consultado la Hoja número 8 del “Mapa Geológico de España” escala 1/200.000, también publicado por el Instituto Geológico y Minero de España.

2. ENTORNO GEOLÓGICO

La hoja número 73 del “Mapa Geológico de España” se encuentra situada en su totalidad dentro de la provincia de Lugo. Los materiales que se hallan representados en ella son un conjunto de depósitos que abarcan, casi ininterrumpidamente, desde el Cámbrico Inferior hasta el Silúrico. Toda esta sucesión paleozoica se encuentra apoyada sobre materiales de edad precámbrica. Desde el punto de vista estructural, la hoja forma parte de la zona Asturoccidental-leonesa.

Esta zona se subdivide a su vez en tres zonas diferenciadas:

- Dominio del Caurel
- Dominio del manto de Mondoñedo
- Dominio de Navia y alto Sil

Donde se van a ejecutar las obras del proyecto se corresponde con el dominio del manto de Mondoñedo y está esencialmente ocupada por un gran pliegue acostado que abarca una superficie superior a dos tercios de la hoja. Por el este existen una serie de sinclinales y anticlinales apretados que se disponen en bandas longitudinales alineadas N – S.

3. ESTRATIGRAFÍA

Los terrenos que se encuentran representados en esta hoja abarcan desde el Cámbrico Inferior hasta el Silúrico en una sucesión casi continua, interrumpida únicamente por una laguna estratigráfica existente en la base del Silúrico. Estos materiales paleozoicos se encuentran apoyados sobre un Precámbrico esquistoso.

PRECÁMBRICO

Los afloramientos de los materiales precámbricos se hallan reducidos al tercio noroccidental de la hoja, estando recubiertos en su mayor parte por depósitos terciarios y cuaternarios.

CÁMBRICO

Pertencen al Cámbrico todos los afloramientos que ocupan la parte central de la hoja y gran parte de los del tercio oriental de la misma.

La sucesión cámbrica para nuestra zona es:

- Cuarcita de Cándana Inferior
- Pizarras de Cándana Medio
- Cuarcita de Cándana Superior
- Capas de tránsito
- Caliza de Vegadeo
- Capas de Riotorto
- Capas de Villamea



Los materiales más antiguos del Cámbrico están constituidos por una serie, supuestamente discordante sobre el Precámbrico, que aflora en una ancha banda de dirección aproximada N-S y parcialmente tapada por depósitos Terciarios y Cuaternarios en la mitad noroccidental de la hoja.

Encima de la cuarcita de Cándana Inferior viene una serie de pizarras y esquistos, con un nivel carbonatado, intercalado muy constantemente que permite el control de esta formación.

En cuanto a la cuarcita de Cándana Superior está formada por materiales psamíticos que forman una franja N-S que divide la hoja en dos tramos. El primer tramo está compuesto por niveles de esquistos sericíticos y micáceos, pizarras sericíticas y arcosas y subarcosas en algunos pequeños bancos de cuarcitas. El segundo tramo está constituido por bancos de cuarcitas, culminación de la formación y delgadas intercalaciones pizarrosas y arenosas.

Las capas de tránsito están formadas por una alternancia de esquistos, pizarras, arcosas, areniscas y cuarcitas.

La caliza de Vegadeo aflora en el fondo de un valle que recorre toda la hoja con dirección N-S y consta de materiales calcáreos, generalmente muy recrystalizados.



Por último, la capas de Riotorto constan de pizarras margosas y arcillosas, a la vez que presentan algunas intercalaciones de materiales psamíticos. Las capas de Villamea están constituidas por pizarras arcillosas de color negro azulado, con alternancia de niveles más detríticos.

ORDOVICICO

Se diferencian los tres tramos siguientes, presentes en los sinclinales de Real y Rececende, al este de la hoja:

- Capas inferiores del río Eo
- Capas superiores del río Eo
- Pizarras de Luarca

Las capas inferiores del río Eo están compuestas por una alternancia de pizarras, esquistos y cuarcitas. Están presentes en los niveles psamíticos estructuras sedimentarias de origen orgánico e inorgánico.

Las capas superiores están constituidas por dos o tres bancos de cuarcita, con intercalaciones de algunos niveles pizarrosos y esquistosos.

El tramo superior (pizarras de Luarca) está representado por unas pizarras satinadas de color azul oscuro, alternando con pequeñas intercalaciones arenosas.

SILÚRICO

Los afloramientos de los materiales silúricos están en el núcleo de los sinclinales ordovícicos.

NEOGENO

En la hoja los materiales terciarios ocupan una extensión de unos 25 km² en el vértice NO, pero están cubiertos casi en su totalidad por materiales cuaternarios con un desarrollo uniforme, esto, unido a la perfecta horizontalidad de los materiales terciarios y el poco relieve existente en la “Terra chá” hace que los afloramientos terciarios sean muy raros y sólo en algunos casos se pueden observar los tramos más altos de dicha formación.

CUATERNARIO

Se distinguen dos tipos de Cuaternario, Cuaternario antiguos (Pleistoceno), representados por un amplio conjunto de terrazas fluviales, y Cuaternarios recientes (Holoceno, llanuras aluviales, fondos de valle, coluviones, canchales, indiferenciados)

4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

MINERÍA

No existen dentro de la hoja ningún tipo de explotaciones mineras, destacando únicamente pequeños y esporádicos registros mineros que no dieron los resultados apetecidos, por lo que se hallan abandonados actualmente.

Estos indicios se reparten por toda la hoja y corresponden principalmente a filones de cuarzo mineralizados sin gran continuidad que atraviesan tanto los materiales precámbricos como los del Cámbrico Inferior. El más importante de estos indicios se encuentra al NO de Bolaños, donde parece ser que se emplazó una mina donde se explotaba antimonio.

Es de esperar que en un futuro próximo pueda potenciarse aún más la investigación minera de esta zona, que en la actualidad tiene como áreas de mayor interés los sinclinales ordovícicos.

CANTERAS

Teniendo en cuenta la gran diversidad litológica existente en la hoja no es difícil pensar en las grandes posibilidades de industrialización de este sector. De hecho, son muchas e importantes las canteras que se reparten a lo largo de la hoja, a pesar de que la gran mayoría se encuentren paradas.

Se beneficiaban antiguamente de los esquistos precámbricos para un consumo local en la construcción de cercas y cobertizos.

Sólo está en actividad la cantera de Arcos, con una gran producción de caliza con destino para árido de carretera.

HIDROGEOLOGÍA

Existen tres tipos de terrenos con características hidrogeológicas bien diferenciadas en la hoja:

- Terrenos terciarios y cuaternarios
- Terrenos precámbricos y paleozoicos
- Terrenos granodioríticos

Los primeros son los que deberían tener más posibilidades desde el punto de vista hidrogeológico, pero la presencia de arcilla en el Terciario no favorece la existencia de acuíferos de importancia.

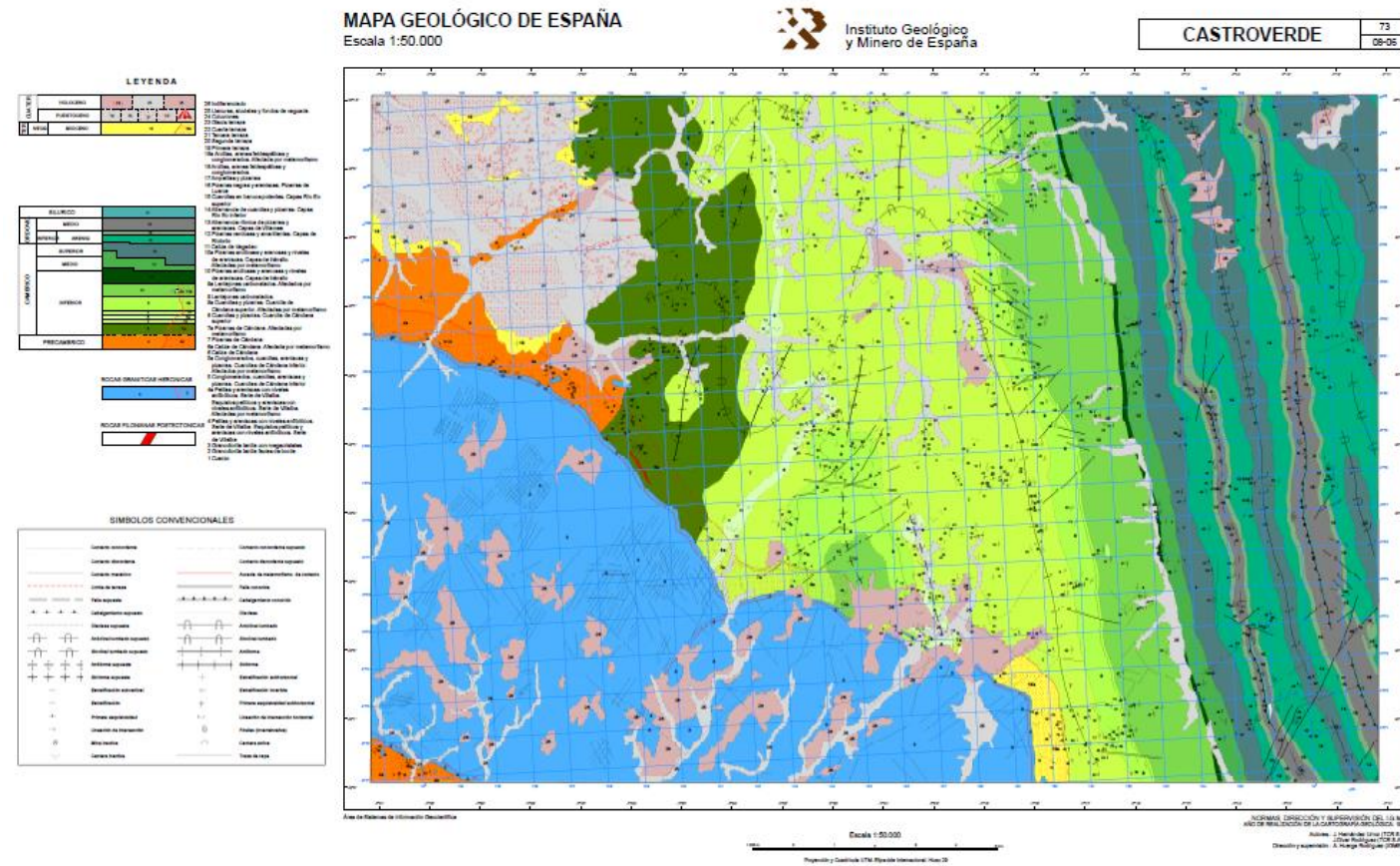
La impermeabilidad de los materiales precámbricos y paleozoicos hace que las posibilidades de acuíferos sean también muy escasas, existiendo únicamente una permeabilidad por fisuración.

Casi lo mismo ocurre con las granodioritas, semipermeables, pero con recubrimientos permeables, donde únicamente pueden existir posibilidades en relación con las zonas muy meteorizadas.

El mayor interés hidrogeológico ha de centrarse en los niveles calcáreos, tanto del Cándana como de la caliza de Vegadeo. Esto se debe a la intensa karstificación que tiene estos niveles, que podrían servir, ocasionalmente, de almacén de agua.



MAPA GEOLÓGICO



MAPA GEOTÉCNICO

