

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

TRAZADO DE VARIANTE DE PUENTE VIESGO

Trabajo realizado por:
MICHAEL ESTAY MUÑOZ

Dirigido:
María Antonia Pérez Hernández
Ángel Vega Zamanillo

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, Julio de 2025

TRABAJO FIN DE GRADO

RESUMEN DEL PROYECTO: TRAZADO DE LA VARIANTE DE PUENTE VIESGO

Autor: Michael Eduardo Estay Muñoz.

Director: Ángel Vega Zamanillo / María Antonia Pérez Hernández.

Convocatoria: Julio de 2025.

Palabras Clave: Trazado, Carretera, N-623, Puente Viesgo.

OBJETO Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño del trazado de una variante a la carretera N-623, localizada en el municipio de Puente Viesgo, en la comunidad autónoma de Cantabria, al norte de España. Con una superficie de 36,1 km², Puente Viesgo se sitúa en el tramo medio del río Pas y limita con los municipios de Piélagos, Castañeda, Santiurde de Toranzo, Corvera de Toranzo, San Felices de Buelna y Torrelavega.

La necesidad de esta actuación responde a varios objetivos:

- Definir un itinerario fluido y rápido para los vehículos que transitan por la N-623 sin necesidad de acceder al núcleo urbano.
- Reducir significativamente el tráfico de paso dentro del casco urbano de Puente Viesgo.
- Mejorar la seguridad vial y la calidad de vida de los habitantes mediante la reducción de la contaminación ambiental y acústica.
- Garantizar la continuidad de la N-623 a través de una variante que evite el tránsito por zonas urbanas conflictivas.

Actualmente, la carretera atraviesa el núcleo urbano de Puente Viesgo, en una travesía que presenta calzadas estrechas, escasa visibilidad y una elevada densidad de tráfico tanto vehicular como peatonal, lo que genera constantes situaciones de peligro. La actuación se localiza en las inmediaciones del cruce entre la N-623 y la CA-600.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El trazado proyectado tiene una longitud de **1.159,58 metros**, y se ha diseñado para una **velocidad de proyecto de 60 km/h**. La sección transversal contempla:

- Calzada única de doble sentido de circulación.
- 2 carriles de 3,5 m cada uno.
- Arcenes de 1m.

El terreno ha sido clasificado como suelo tolerable (0) y la explanada corresponde a una categoría E2, con una categoría de tráfico T2.

Sección de firme:

- **5 cm** de mezcla bituminosa AC-16 SURF 50/70 S (capa de rodadura).
- Riego de adherencia: C60B3 ADH.
- **10 cm** de mezcla bituminosa AC-22 BIN 50/70 S (capa intermedia).
- Riego de adherencia: C60B3 ADH.
- **10 cm** de mezcla bituminosa AC-32 BASE 50/70 G (capa base).
-Riego de imprimación: C60BF4 IMP.
- **25 cm** de zahorra artificial.

PROJECT SUMMARY: LAYOUT OF THE PUENTE VIESGO BY-PASS

Author: Michael Eduardo Estay Muñoz.

Director: Ángel Vega Zamanillo / María Antonia Pérez Hernández.

Call for proposals: July 2025.

Keywords: Layout, Road, N-623, Puente Viesgo.

OBJECT AND DEFINITION OF THE PROJECT

The purpose of this project is to design the layout of a bypass of the N-623 road, located in the municipality of Puente Viesgo, in the autonomous community of Cantabria, in the north of Spain. With an area of 36.1 km², Puente Viesgo is located in the middle section of the Pas River and borders the municipalities of Piélagos, Castañeda, Santiurde de Toranzo, Corvera de Toranzo, San Felices de Buelna and Torrelavega.

The need for this action responds to several objectives:

- To define a fluid and fast itinerary for vehicles traveling along the N-623 without the need to access the urban center.
- To significantly reduce through traffic within the town of Puente Viesgo.
- Improve road safety and the quality of life of the inhabitants by reducing environmental and noise pollution.
- Guarantee the continuity of the N-623 through a bypass that avoids transit through conflictive urban areas.

Currently, the road crosses the town of Puente Viesgo, in a crossing that has narrow roadways, poor visibility and a high density of both vehicular and pedestrian traffic, which generates constant dangerous situations. The work is located in the vicinity of the intersection between the N-623 and the CA-600.

DESCRIPTION OF THE WORKS

The projected route has a length of 1,159.58 meters, and it has been designed for a project speed of 60 km/h. The cross section contemplates:

- Single carriageway with two-way traffic.
- 2 lanes of 3.5 m each.
- 1 m shoulders .

The land has been classified as tolerable soil (0) and the esplanade corresponds to a category E2, with a traffic category T2.

Pavement section:

- **5 cm** of bituminous mix AC-16 SURF 50/70 S (wearing course).
 - Adherence watering: C60B3 ADH.
- **10 cm** of bituminous mix AC-22 BIN 50/70 S (intermediate layer).
 - Adherence watering: C60B3 ADH.
- **10 cm** of bituminous mix AC-32 BASE 50/70 G (base course).
 - Priming spray: C60BF4 IMP.
- **25 cm** of artificial gravel.

RELACIÓN ENTRE EL PROYECTO DE LA VARIANTE DE LA N-623 Y LA META 9 DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

INTRODUCCIÓN

El proyecto de trazado de la variante de la carretera N-623 en Puente Viesgo no responde tan solo a una actuación puntual de mejora de una carretera, sino que se enmarca en una actuación de desarrollo acorde con la visión global que se da en torno a los ODS. En este sentido, es acorde con la Meta 9, que busca construir infraestructuras resilientes, promover la innovación y fomentar el desarrollo de una industria sostenible.

INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLE Y FUNCIONAL

La nueva variante está diseñada para ofrecer un itinerario alternativo que permita reducir el tráfico que actualmente atraviesa el centro urbano de Puente Viesgo. Esta actuación no solo mejora la movilidad, sino que también responde a criterios de sostenibilidad y eficiencia, al disminuir la congestión, reducir la contaminación ambiental y reforzar la seguridad vial. Por lo que cumple con uno de los ejes centrales de la Meta 9: desarrollar infraestructuras modernas y sostenibles que apoyen el desarrollo económico y el bienestar de las personas.

MEJORA DE LA CONECTIVIDAD TERRITORIAL

La variante va a fortalecer la conectividad en la región, ya que la infraestructura cumple con los estándares modernos de diseño y seguridad. Como resultado, no solo el tráfico local, sino también el de larga distancia se beneficiarán de viajes sin interrupciones. El transporte de mercancías se simplificará, se mejorarán el acceso a los servicios y la economía de la región, lo que, nuevamente, está directamente relacionado con el deseo de impulsar una infraestructura confiable, sostenible y de calidad.

INNOVACIÓN Y DISEÑO TÉCNICO

El trazado y la sección del firme se han proyectado aplicando soluciones técnicas actualizadas. Los materiales seleccionados, el diseño de calzada y el cálculo del firme demuestran un elevado grado de durabilidad, eficiencia estructural y adecuación al entorno. Se trata de un claro ejemplo de innovación dentro de la ingeniería civil, otro de los principales ejes de la Meta 9 de los ODS.

IMPACTO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL

Por otro lado, la desviación de los tráficados pesados del núcleo urbano contribuye a su vez a la recuperación del espacio público, mejorando la calidad del aire y minimizando la contaminación acústica, produciendo beneficios tangibles a la población local. A su vez, se mejora la seguridad para peatones y ciclistas, y se potencia un entorno urbano más saludable. De este modo, la infraestructura no solo sirve al tránsito vehicular, sino que contribuye a construir una ciudad más habitable y humana, en línea con el desarrollo inclusivo y sostenible que propone la Agenda 2030.

CONCLUSIÓN

La variante de la N-623 en Puente Viesgo no puede considerarse una intervención aislada, sino más bien representar un caso de la forma en que la infraestructura puede enfrentar los desafíos del desarrollo sostenible a nivel general. Dado su diseño, función, y los beneficios que proporciona a la sociedad, este proyecto corresponde completamente al ODS meta 9, ilustrando que las infraestructuras modernas y avanzadas son posibles e incluyen innovación, sostenibilidad y mejores condiciones de vida.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ÁREA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO	TRAZADO	
TÍTULO	TRAZADO DE VARIANTE DE PUENTE VIESGO	
PROVINCIA	CANTABRIA	
TÉRMINO MUNICIPAL	PUENTE VIESGO	
TOMO	I (Y UNICO)	
DOCUMENTOS	DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS	
GRUPO	CONSTRUCCIONES CIVILES	
AUTOR	MICHAEL EDUARDO ESTAY MUÑOZ	
FECHA	JULIO 2025	FIRMA 



ANEJOS



ANEJO – ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS



Índice

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETO	2



1. ANTECEDENTES

El siguiente trazado de la variante de Puente Viesgo de la carretera N-623 se redacta en el contexto de la realización del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Civil por la Universidad de Cantabria, llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander. A nivel trazado contempla todos los procedimientos y solicitudes que se consideran necesarias para ejecutar el trazado de la Variante de Puente Viesgo desde la carretera N-623, cercana a la localidad de Puente Viesgo.

2. OBJETO

El trazado tiene como finalidad plantear un trayecto alternativo a la actual travesía de la N-623 que atraviesa la población de Puente Viesgo. Se persiguen los siguientes objetivos:

- Definir un itinerario rápido y fluido para los vehículos que circulan por la N-623 sin origen ni destino en las dos localidades o poblaciones cercanas.
- Reducir el tráfico en la travesía de modo que solo circulen los vehículos que sí tienen origen o destino en las localidades a las que se accede por la vía existente.
- Mejorar la calidad de vida de las poblaciones, reduciéndose la contaminación acústica y ambiental y aumentando la seguridad vial para vehículos y peatones.
- Proporcionar una variante que no pase por la población de Puente Viesgo y que genere la continuación de la N-623.

En resumidas cuentas, el trazado tiene el objetivo de desviar el tráfico fuera del casco urbano de Puente Viesgo, por donde en la actualidad discurre una travesía conflictiva debido a la estrechez de la calzada, la escasa visibilidad y la alta densidad de vehículos y peatones.



ANEJO – DESCRIPCIÓN DE LA ZONA



Índice

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	ESTUDIO DE LA ZONA	2
2.1.	Encuadre Regional	2
2.2.	Encuadre Comarcal	2
2.3.	Término Municipal de Voto	2
2.4.	Patrimonio histórico y arqueológico.....	3
2.5.	Sistemas de conexión	3
2.6.	Infraestructura	3



1. INTRODUCCIÓN

En el actual anejo se dan a conocer las descripciones de la zona geográfica donde se ubicará la variante de la carretera N-623, Puente Viesgo, dirección sur-norte. Se destacan aspectos asociados con la población, economía local, infraestructura e historia que se generan en torno a la zona.

2. ESTUDIO DE LA ZONA

2.1. ENCUADRE REGIONAL

El trazado se desarrolla en su totalidad en la comunidad autónoma de Cantabria, situada al norte de España. Limita al norte con el mar Cantábrico, al sur con las provincias de León, Burgos y Palencia, al oeste con el Principado de Asturias y al este con la provincia de Vizcaya. La ciudad de Santander, situada al norte de la comunidad autónoma, es la capital y ciudad más poblada de Cantabria. Cantabria tiene una población de 582.000 habitantes (datos de 2024, INE), los cuales se agrupan una gran parte de ellos en el área metropolitana de Santander y en otras localidades como Torrelavega, Castro-Urdiales, Camargo y Piélagos.



Figura 2.1. Localización de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

2.2. ENCUADRE COMARCAL

Desde una perspectiva comarcal, Puente Viesgo se ubica entre dos unidades territoriales naturales: la Comarca Costera y la Comarca del Valle del Pas. Esta situación le otorga características compartidas con ambas, tanto en lo físico como en lo cultural. Las localidades de Vargas y Las Presillas se integran en la franja costera, presentando una topografía más abierta y menos encajada, ideal para el desarrollo agrícola e

industrial. En cambio, los núcleos de Puente Viesgo, Aés e Hijas pertenecen al Valle del Pas, caracterizado por una topografía más abrupta, valles angostos y una identidad rural más marcada. La Sierra del Escudo de Cabuérniga actúa como límite natural entre ambas comarcas, condicionando el desarrollo del núcleo principal de Puente Viesgo hacia el oeste.



Figura 2.2. Localización de Puente Viesgo.

2.3. TÉRMINO MUNICIPAL DE VOTO

El municipio de Puente Viesgo se localiza en la comunidad autónoma de Cantabria, al norte de España, y ocupa una superficie de 36,1 km². Se sitúa en el tramo medio del río Pas, participando también del cauce del Pisueña en su límite septentrional. El término municipal limita al norte con Piélagos, al este con Castañeda y Santiurde de Toranzo, al sur con Corvera de Toranzo y al oeste con San Felices de Buelna y Torrelavega. Según los datos publicados por el INE a 1 de enero de 2024 el número de habitantes en Puente Viesgo es de 2.881. Su población se distribuye principalmente en los núcleos de Vargas y Puente Viesgo, siendo estos los más dinámicos y con mayor crecimiento residencial. Vargas concentra la mayor parte del suelo productivo y ha sido el núcleo con más desarrollo urbanístico en los últimos años. La economía municipal combina el turismo (gracias al balneario, las cuevas del Monte Castillo, declaradas Patrimonio de la Humanidad y la vía verde), los servicios, y en menor medida, la industria ligera y la ganadería tradicional. Las Presillas, Aés e Hijas presentan un perfil más rural y están vinculadas históricamente a las actividades agropecuarias y forestales.



A pesar del auge turístico, la actividad agraria y ganadera sigue teniendo presencia, especialmente en los núcleos más rurales, donde es vital dotar de servicios e infraestructuras para evitar su despoblamiento.

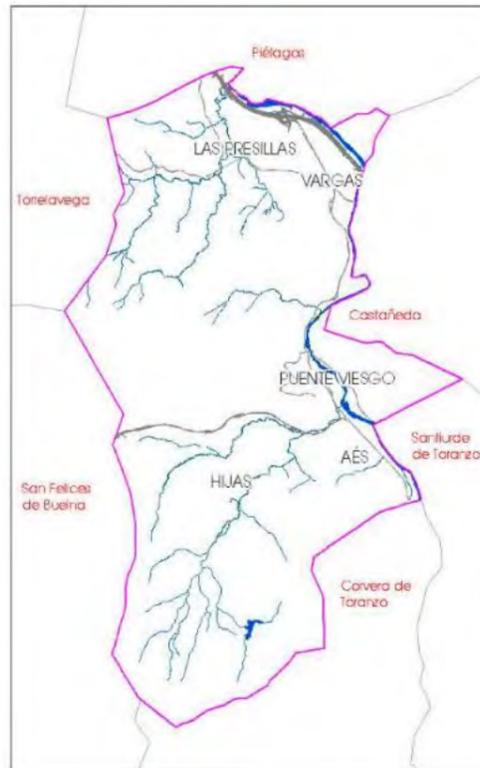


Figura 2.3. Límites de Puente Viesgo.

2.4. PATRIMONIO HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO

El municipio cuenta con un valioso patrimonio histórico y arqueológico, especialmente reconocido a nivel internacional por su conjunto de cuevas prehistóricas situadas en el extremo oriental del macizo del Dobra, en la ladera del Pico Castillo. Destacan las cuevas de El Castillo, La Pasiega, Las Monedas y Las Chimeneas, todas ellas declaradas Bien de Interés Cultural y, desde el 8 de julio de 2008, incluidas en la lista del Patrimonio Mundial por la UNESCO como parte del bien cultural “Cueva de Altamira y arte rupestre paleolítico del Norte de España”. Este conjunto de cavidades ofrece manifestaciones excepcionales de arte paleolítico, además de relevantes restos arqueológicos y formaciones espeleológicas.

Además de las cuevas, el municipio conserva yacimientos de otras épocas, incluyendo restos del campamento romano de Campo de Las Cercas, también protegido como Bien de Interés Cultural. En total se han inventariado 16 yacimientos en cueva y 18 al aire libre, entre ellos necrópolis, túmulos, dólmenes, inscripciones y estructuras

defensivas. Entre los hallazgos más antiguos figuran restos orgánicos con más de 20.000 años de antigüedad, lo que refuerza la importancia de la zona como enclave clave en la historia de la ocupación humana en la Península Ibérica.



Figura 2.4. Pinturas primitivas.

2.5. SISTEMAS DE CONEXIÓN

El municipio de Puente Viesgo cuenta con una red viaria estructurada principalmente por dos carreteras nacionales: la N-623 (Burgos–Santander), que atraviesa el municipio de sur a norte y conecta los núcleos de Vargas, Puente Viesgo y Aés; y la N-634, un eje costero que se bifurca en dos tramos al pasar por el municipio. La N-623 actúa como principal eje vertebrador, con zonas urbanas densamente edificadas en sus márgenes, especialmente en las travesías de Vargas y Puente Viesgo, donde la cercanía de las viviendas a la calzada genera problemas de seguridad y espacio. La construcción de nuevas vías rápidas ha reducido la intensidad de tráfico en algunos tramos.

Existen problemas puntuales de visibilidad y estrechez en los cruces entre la N-623 y la CA-600, lo que ha motivado la propuesta de una variante para desviar el tráfico fuera del núcleo de Puente Viesgo.

2.6. INFRAESTRUCTURA

La infraestructura del municipio se estructura principalmente en torno a su eje natural de desarrollo: el corredor del río Pas, que ha condicionado históricamente el trazado de las comunicaciones y la localización de los núcleos de población. Este corredor acoge la carretera nacional que conecta Santander con Burgos, y ha sido reforzado por el paso del eje Oviedo–Bilbao, cuya vía rápida ha mejorado notablemente la accesibilidad del municipio. La antigua línea férrea Astillero–Ontaneda, clausurada en 1976, ha sido reconvertida en una vía verde de uso peatonal y ciclista, conectando distintos núcleos y fomentando el turismo sostenible. Además, se han ejecutado actuaciones puntuales como la construcción de pasarelas sobre el río Pas, mejoras en accesos viales a núcleos rurales, y urbanización de parques y espacios públicos.



ANEJO – CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. TOPOGRAFÍA.....	2
3. ORTOFOTOGRAFÍA	2
4. MAPA TOPOGRÁFICO PUENTE VIESGO	3



1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo tiene como objetivo la descripción de la información cartográfica recopilada y si existe la necesidad de realizar estudios de suelo o terreno.

Las cartografía topográfica y ortofotografía para la realización del trazado se obtienen del archivo del Gobierno de Cantabria mediante el Visualizador de Información Geográfica Mapas Cantabria (<https://mapas.cantabria.es/>).

2. TOPOGRAFÍA

Para la cartografía básica topográfica se utilizarán la hoja 0058-6-2, correspondiente a la Base Topográfica Armonizada a escala 1:5.000 sobre vuelo de 2007.

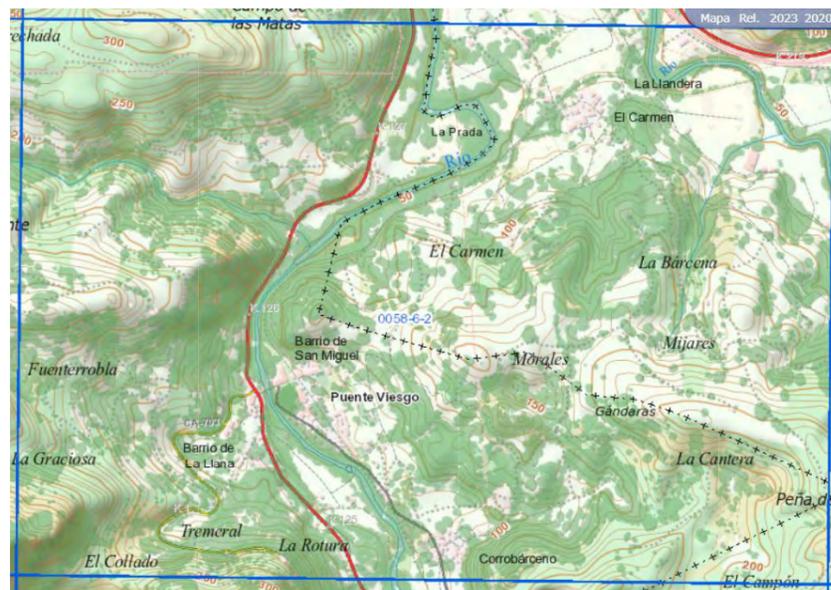


Figura 2.1. Hojas de BTA 2007 1:5000 sobre el municipio de Puente Viesgo.

3. ORTOFOTOGRAFÍA

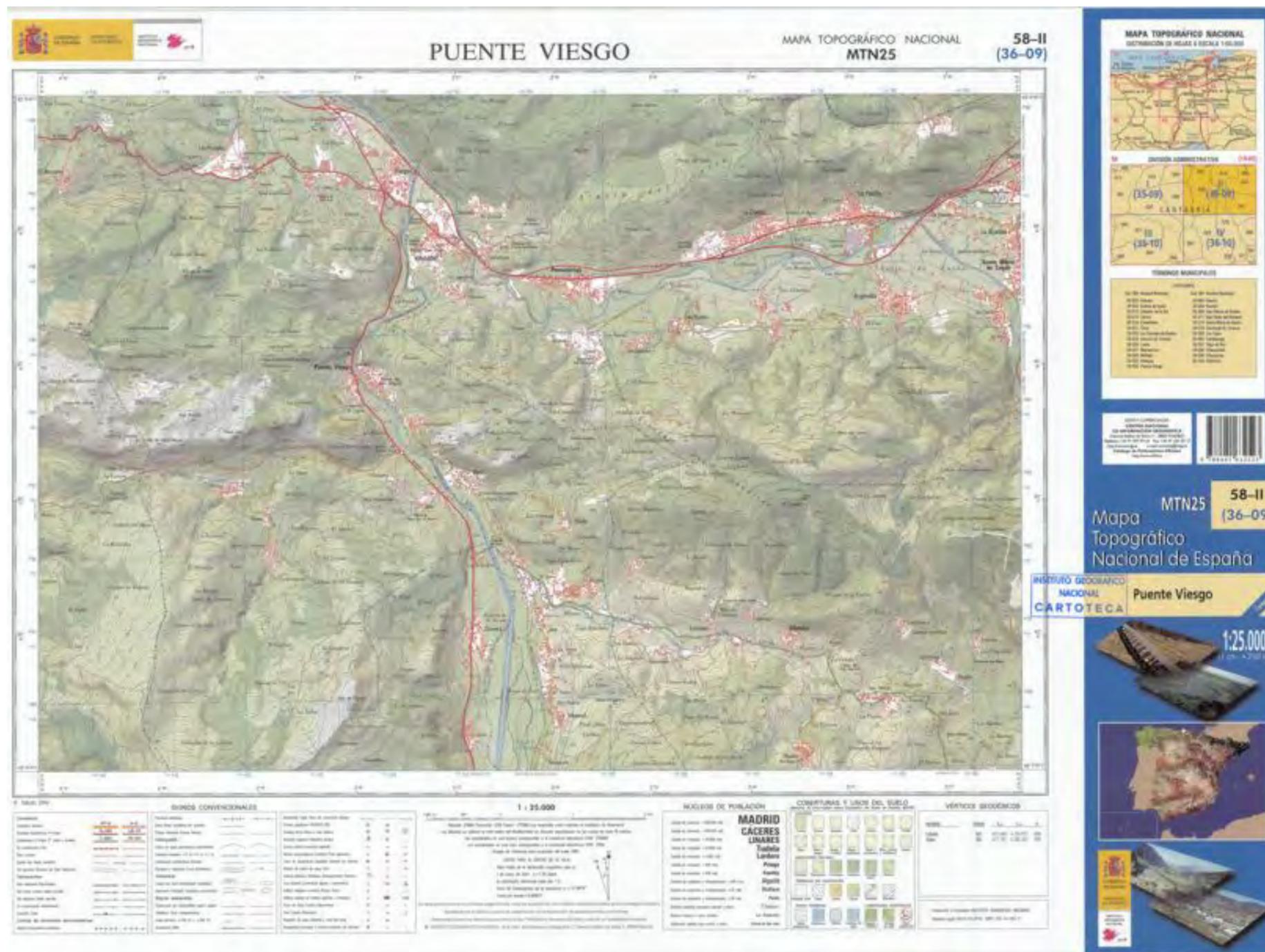
Se ha utilizado la hoja 0058-6-2, correspondiente a la serie de Ortofotografías de Cantabria del año 2014 PNOA 0,25 m.



Figura 3.1. Ortofotos 2014 PNOA 0,25 m sobre el municipio de Puente Viesgo.



4. MAPA TOPOGRÁFICO PUENTE VIESGO





ANEJO – GEOLOGÍA y GEOTECNIA



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.....	2
2.1. Marco geológico	2
2.2. Características geológicas del trazado.....	3
2.2.1. Características litológicas	3
2.3. Características estructurales.....	5
2.4. Geomorfología	6
2.5. Hidrogeología.....	7
2.6. Mapas Geológicos y geomorfológicos de puente viesgo	7



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo investigar y analizar las características geológicas y geotécnicas necesarias para el estudio informativo del trazado Variante Puente Viesgo. El área de estudio utilizado en este informe se sitúa geográficamente entre la población de Aes Y Penilla, hasta la población Vargas de la provincia de Cantabria.

2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

2.1. MARCO GEOLÓGICO

En un ámbito geológico la zona de estudio se enmarca en la denominada Zona Cuenca Vasco Cantábrica y siendo más exactos al este de la cuenca, conocida como “Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga”, existente en el borde Noroccidental de la Península Ibérica.

El norte de esta zona se encuentra delimitada por la Cobertera Mesozoica – Terciaria, y al Sur por el Entrante de Cabuérniga, la Franja cabalgante del Besaya y la Zona tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo.

La Sierra del Escudo de Cabuérniga, con su elevación cabalgante inclinada hacia el sur, actúa como una barrera natural de caliza en dirección este-oeste, separando la Comarca Costera del Valle del Pas. Este relieve limita tanto el curso del río Pas a la altura de Puente Viesgo como la expansión de dicho núcleo hacia el oeste. La asimetría generada por esta franja cabalgante tiene un impacto significativo en la configuración del paisaje y en el desarrollo de los asentamientos.

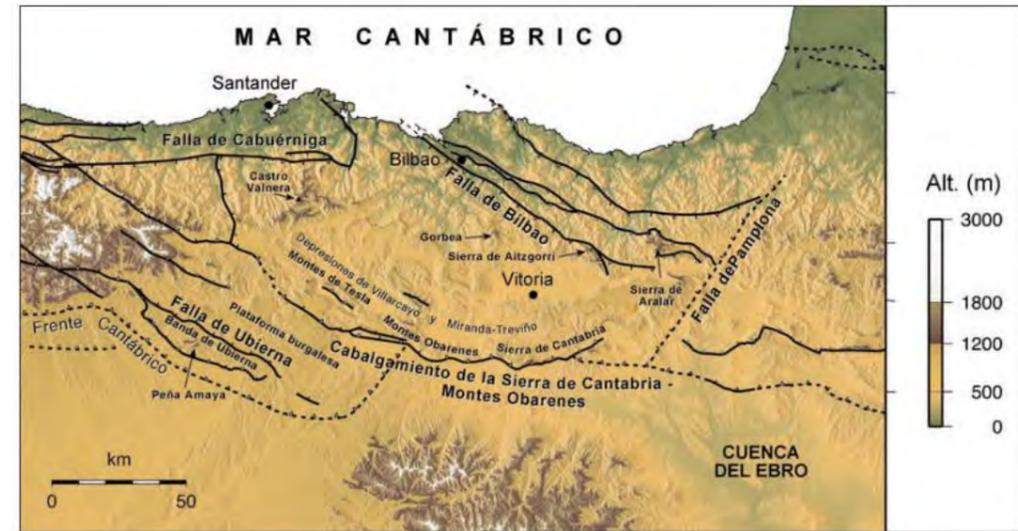


Figura 2.1. Modelo digital de elevaciones de la región Vasco-cantábrica y principales estructuras tectónicas responsables del relieve.

Los empujes compresivos que originaron la Franja Cabalgante se generaron con una dirección Norte-Sur. Estos comenzaron durante la Orogenia Hercínica y fueron rejuvenecidos en las fases Kimméricas del Jurásico Superior, tal como lo indica la ausencia total o parcial de sedimentos jurásicos en la parte norte. Posteriormente se reactivaron con los movimientos Subhercínicos. Finalmente, en la últimas etapas de la Orogenia Alpina ocurrieron los empujes más significativos.

La Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga presenta una dirección general W-E, donde los materiales Carboníferos y del Buntsandstein cabalgan sobre sedimentos Triásicos, Jurásicos y Wealdicos; concretamente, se trata de un anticlinal volcado y fallado, con vergencia al Sur, donde el flanco meridional se encuentra hundido respecto al flanco septentrional.

Desde un punto de vista litológico, el área de estudio está compuesta principalmente por rocas del Carbonífero (calizas de montaña) y al Triásico (facies Buntsandstein y Keuper).

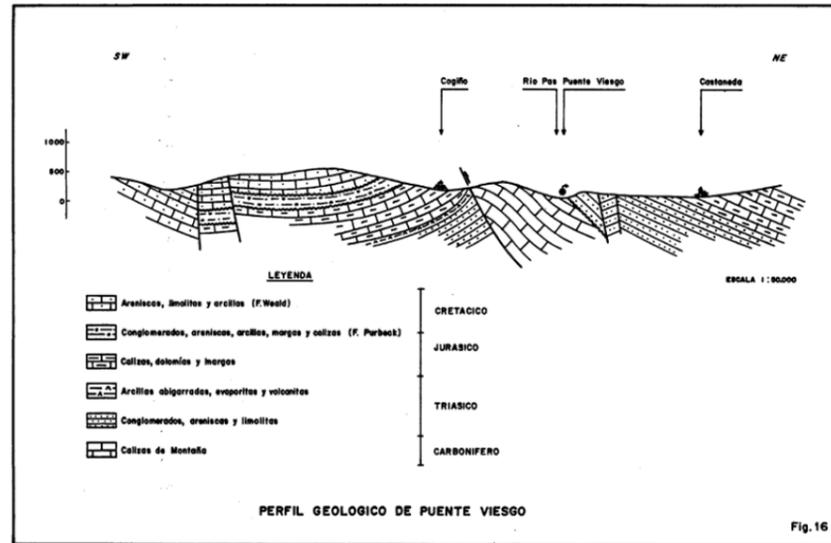


Figura 2.2. Perfil Geología de Puente Viesgo.

El municipio de Puente Viesgo presenta un relieve modelado por rocas de la era Secundaria, con formaciones del Carbonífero, Triásico, Jurásico y Cretácico, junto con depósitos fluviales del Cuaternario, tanto del Pleistoceno como del Holoceno. En su paisaje destaca la presencia de areniscas cretácicas del Wealdiense en la mitad sur, conformando gran parte del monte y valle de Hijas. En la zona norte, las laderas septentrionales del Dobra están dominadas por conglomerados y areniscas jurásicas del Buntsandstein. Por otro lado, las calizas de montaña del Carbonífero constituyen la base de la franja central de la sierra del Dobra, Monte Castillo y los montes de Corrobárceno. Todo este conjunto está atravesado por valles con terrazas aluviales formadas por el río Pas y sus principales afluentes.

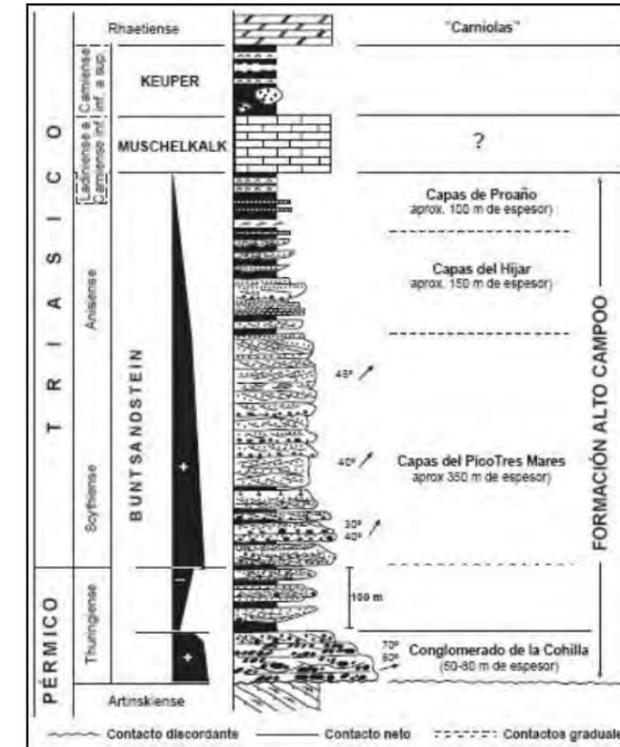


Figura 2.3. Sucesión litoestratigráfica general del Triásico de Cantabria.

2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL TRAZADO

2.2.1. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

En el municipio de Puente Viesgo afloran materiales pertenecientes al Carbonífero, Triásico, Jurásico, Cretácico y Cuaternario:

Carbonífero

- Namuriense y Wesfaliense: Calizas de Montaña, recristalizadas y karstificadas.
- Wesfaliense: Areniscas y pizarras con restos vegetales

Triásico

- Buntsandstein: Alternancia de conglomerados, areniscas y limolitas.
- Keuper: Arcillas abigarradas y yesos.



Jurásico

- Lías: Alternancia de margas negras hojosas y calizas arcillosas.
- Dogger: Alternancia de calizas y margas grises y negras.

Jurásico Superior - Cretácico Inferior no marino

- Purbeck: Conglomerados, areniscas, arcillas, margas calcáreas y calizas.
- Weald: Areniscas, limolitas y arcillas.

Cuaternario

- Pleistoceno: Paleoterrazas fluviales.
- Holoceno: Aluviones, derrubios de ladera, cobertera deslizada, arcillas de decalcificación.

A continuación, se describen las características litológicas básicas de la zona donde se ubica el trazado.

Substrato Rocoso:

- Carbonífero: Estos materiales, también denominados “calizas de montaña”, cabalgan sobre los depósitos jurásicos y cretácicos de la “Zona tectonizada de Toranzo y Puerto del Escudo”. Siendo el substrato rocoso más presente en la zona de emplazamiento de la variante, la caliza de montaña se caracteriza por ser unas calizas mitricas de color gris oscuro, normalmente estas presentan un aspecto brechoso con numerosas venas micrométricas a centimétricas rellenas de carbonato de calcio en cristales de tamaños que varían desde microesparita a pseudoesparita. Por lo general, presentan un alto grado de fracturación y, en algunas ocasiones, experimentan procesos de recristalización que pueden transformarlas en dolomías. Estos materiales son altamente karstificables, por lo que encierran una compleja red de cavidades y un importante acuífero del que se abastece la intensa red fluvial del municipio.
- Buntsandstein: Se trata de areniscas que varían en tonalidad desde rojizas hasta blanquecinas, con un tamaño de grano que oscila entre medio y fino. Su composición principal incluye granos de cuarzo y feldespatos, los cuales, en algunas zonas, están cementados por óxidos de hierro, lo que les confiere su característico color rojizo. Además, presentan intercalaciones de limolitas, argilitas y cantos blandos, lo que indica variaciones en las condiciones de sedimentación.

Estas formaciones se organizan en estratos con espesores que van desde decímetros hasta metros, y se disponen de manera discordante sobre las calizas de montaña, lo que sugiere una interrupción en la deposición de los materiales y posibles episodios de erosión previos a su acumulación.

- Keuper: La Facies Keuper está formada por las típicas arcillas abigarradas de colores rojos, verdes y grises, apareciendo intercalaciones ocasionales de yeso y anhidrita en profundidad. Las arcillas del Keuper no presentan una estructura definida al tratarse de una roca blanda o suelo con un comportamiento plástico, es una litología fácilmente erosionable con problemas de estabilidad en los taludes de la zona. Constituye una estrecha banda que descansa sobre el Buntsandstein.
- Lías: Al norte de Cohiño, bajo las Calizas de Montaña, se localiza un afloramiento característico de esta serie. En este tramo, se observa una alternancia de calizas microcristalinas, dispuestas en capas con espesores de alrededor de decímetros, y delgadas láminas de margas cuyo grosor no supera unos pocos centímetros.
- Dogger: Se compone de capas de calizas microcristalinas alternando con margas de tonalidades grises y negras, dispuestas en secuencias que varían desde espesores decimétricos hasta métricos. A medida que se asciende hacia la parte superior de la serie, se incrementa la proporción de margas. En términos generales, las calizas muestran un bajo nivel de meteorización y un grado de karstificación que oscila entre leve y moderado, mientras que las margas están significativamente más afectadas, presentando un alto grado de alteración.
- Purbeck: Estos materiales se presentan en continuidad con el Dogger, ubicados también al sur del cabalgamiento. Su composición es notablemente diversa, con una alternancia de conglomerados, areniscas, arcillas, margas calcáreas y calizas. En la base, se encuentran conglomerados calcáreos formados por cantos de caliza y cuarzo, unidos por un cemento de margas. Por encima, se desarrolla una serie de arcillas laminadas que incluyen intercalaciones de areniscas, seguidas de un tramo con predominio de calizas y areniscas calcáreas. De forma localizada, aparece una serie detrítica caracterizada por areniscas de grano medio y arcillas de tonalidad rojiza. Finalmente, la secuencia concluye con un conjunto de arcillas oscuras que contienen intercalaciones de areniscas y capas con lumaquelas calcáreas.
- Weald: Los sedimentos correspondientes a esta facies emergen a ambos lados de la Franja Cabalgante, tanto al norte, en la Cobertera Mesozoica-Terciaria, como al sur, en la Zona Tectonizada del Toranzo y el Puerto del Escudo. Se pueden distinguir tres estratos en esta unidad: en la base se encuentran areniscas de grano grueso, frecuentemente microconglomeráticas, compuestas principalmente por granos de cuarzo. En la sección intermedia, se observa una sucesión de arcillas laminadas, limolitas y areniscas parcialmente calcáreas. Por último, el nivel superior está formado por una alternancia de areniscas de grano fino a medio, junto con limolitas y lutitas de estructura masiva.



- **Pleistoceno:** A lo largo del curso del río Pas se localizan varias terrazas fluviales del Pleistoceno, como las de Aés, Las Presillas y las cercanas a Vargas. Estas terrazas están formadas por una combinación de bloques y gravas, mayoritariamente silíceos, incluyendo cuarzo y cuarcita, los cuales se encuentran incrustados en una matriz compuesta principalmente de arena.
- **Holoceno:** La terraza más baja de la vega del río Pas, junto con la correspondiente al tramo inferior del Arroyo La Cortada, está formada por materiales cuya granulometría es relativamente más fina en comparación con las terrazas del Pleistoceno. Además, estos sedimentos se caracterizan por su marcada heterogeneidad, presentando una mezcla de bolos y cantos rodados.

Depósitos cuaternarios

- **Rellenos antrópicos:** En los rellenos antrópicos se han distinguido entre los que se depositaron sin ser compactados y aquellos que, compactados adecuadamente, están vinculados a proyectos de urbanización y construcción de infraestructuras viales. Los rellenos compactados por lo general están vinculados a proyectos de infraestructura viaria, destacando entre ellos los trabajos realizados en la carretera CN-623 y en el puente que conecta Aes con Corrobárceno, su naturaleza es principalmente granular. Por otra parte, los rellenos antrópicos presentan una composición notablemente heterogénea, siendo especialmente relevantes los relacionados con la antigua cantera ubicada al noreste de Corrobárceno. Estos rellenos alcanzan espesores superiores a 5 metros y están formados por una mezcla variada de cantos y bloques de caliza de montaña, acompañados por proporciones variables de arena y arcilla, aunque esta última suele estar presente en cantidades reducidas. O bien pueden provenir de los excedentes de explanaciones y movimientos de tierra de obras cercanas, escombreras producto de actividades extractivas y residuos de construcción y demolición.
- **Suelos de origen aluvial:** Los depósitos aluviales abarcan los suelos generados en medios fluviales, tanto en las llanuras de inundación actuales como en las áreas más elevadas que los cursos de agua han dejado atrás al encajarse en los valles, especialmente en el del río Pas. Estos depósitos incluyen los aluviales actuales y las terrazas aluviales.
- **Los aluviales actuales,** presentes en el cauce activo, están compuestos principalmente por gravas y bolos poligénicos, con tamaños de hasta 0,5 metros, predominando los de arenisca y siendo muy escasos los de naturaleza calcárea. Estas gravas y bolos, redondeados o subredondeados, se encuentran incorporados en una matriz arenosa de alta densidad y bajo contenido de finos no plásticos. En algunos puntos de las márgenes del río con llanura labial bien definida, puede hallarse en superficie un nivel de menor espesor, cercano al metro, que corresponde a la llanura de inundación, compuesto principalmente por arenas limosas y limos arenosos. Por otro lado, las terrazas aluviales están formadas principalmente por arcillas de tonos marrones y rojizos, con algo de arena, y cantidades variables de gravas y bolos, que suelen estar dispersos y, ocasionalmente, concentrados en niveles lenticulares de espesor decimétrico. De

manera aislada, se ha identificado un nivel granular de terraza, sin finos plásticos, en la margen izquierda del río Pas. Estos depósitos se encuentran en ambas márgenes del río o en sus cercanías, salvo en tramos donde el río discurre encajado. Su desarrollo es más notable aguas arriba de Puente Viesgo, donde alcanzan mayor extensión y espesor, mientras que aguas abajo, aunque presentes, muestran espesores menores, generalmente de 1,5 metros o menos, lo que limita su representación en los planos geológicos-geotécnicos del trazado.

- **Suelos de origen aluvial:** En la localidad de Puente Viesgo, Cantabria, los suelos coluviales se generan a partir de la erosión de los relieves cercanos, cuyo transporte ocurre rápidamente, impulsado por la gravedad o por corrientes de agua. Estos materiales tienden a acumularse en las pendientes o en su base, formando depósitos característicos de este tipo de terreno. En esta zona, los suelos están compuestos principalmente por una mezcla de gravas y arcillas, acompañadas de proporciones variables de arena, cuya cantidad depende de las características geológicas de los materiales del área de origen. Los componentes granulares presentan una compactación de densidad media, mientras que los materiales cohesivos se distinguen por una consistencia moderadamente firme. Además, estos suelos suelen desempeñar un papel importante en los procesos de modelado y estabilidad de las laderas de la región, influyendo también en su capacidad para drenar agua y soportar estructuras construidas en ellos.

2.3. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

La franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga constituye el elemento principal responsable de la elevación de las calizas centrales y sus laderas hacia el norte, generando una morfoestructura cabalgante con dirección hacia el sur y un frente fracturado que domina sobre el valle de Hijas. En contraste, la Cobertera Mesozoica-Terciaria refleja un relieve más suavizado, con áreas de mieses y vegas como las de Las Presillas y Vargas, compuestas principalmente por arcillas y limolitas de origen Wealdiense. Por su parte, la Zona Tectonizada del Toranzo y el Puerto del Escudo delimita el sector sur del municipio, colindando por el norte con la franja cabalgante mencionada.

Desde un punto de vista estructural, la franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga presenta un anticlinal volcado y fracturado, cuya vergencia se orienta hacia el sur, donde el flanco meridional está desplazado hacia abajo en comparación con el septentrional. A nivel local, los corredores estudiados revelan una estructura uniforme, con una estratificación de orientación predominante NW-SE que se asocia a la línea directriz del cabalgamiento, y con buzamientos suaves a medios hacia el NE. Los materiales del Buntsandstein muestran la estratificación más definida, actuando como planos continuos en los desmontes. En cambio, las calizas de montaña poseen una estructura masiva en la que la estratificación resulta difícil de percibir debido a su espaciado a escala decamétrica. Estos rasgos geomorfológicos destacan la complejidad y diversidad del entorno estructural en esta región.



2.4. GEOMORFOLOGÍA

En la región de Puente Viesgo se observa una notable variedad en su configuración geográfica, con amplias llanuras, relieves suavemente ondulados y abruptas pendientes que semejan muros.

Desde el punto de vista orográfico, el rasgo más relevante es el Macizo del Dobra y sus prolongaciones, que atraviesan el término municipal de este a oeste. En este conjunto se distinguen dos alineaciones principales: una formada por las Calizas de Montaña y otra integrada por las areniscas características del Buntsandstein. Estos elementos definen la singularidad morfológica del área.

Las areniscas del Buntsandstein configuran un paisaje ondulado, resultado de las múltiples fases de erosión, donde se combinan pequeñas llanuras fluviales con elevaciones de altura moderada. Es importante mencionar la existencia de dos fallas que atraviesan esta formación en dirección noroeste-sureste, actuando como zonas importantes para los procesos erosivos.

El relieve característico de las Calizas de Montaña muestra una marcada asimetría. La ladera sur, que coincide con el frente del cabalgamiento, se presenta casi vertical y en su base se acumulan derrubios de ladera. En cambio, la ladera norte, que constituye el dorso del cabalgamiento, desciende de manera progresiva hasta encontrarse de forma discordante con las areniscas del Buntsandstein.

En las cotas más elevadas de esta formación, propias del dominio de las Calizas de Montaña, el paisaje es de aspecto caótico, originado por los procesos de disolución kárstica que han modelado su morfología.

La configuración del área analizada está profundamente influenciada por los procesos asociados a la dinámica fluvial en su sentido más amplio, los cuales ejercen una actividad principalmente erosiva, sin dar lugar a la formación significativa de depósitos. En el tramo inicial del trazado se logra observar una importante cantera de caliza, y un gran cerro formado por materiales del Buntsandstein, el cual será atravesado por un túnel, el cual presenta pendientes medias por sobre todo saliendo de este, con dirección al río Pas.

FIG. 15.- ESQUEMA GEOLOGICO DE PUENTE VIESGO



Figura 2.4. Esquema Geológico de Puente Viesgo.



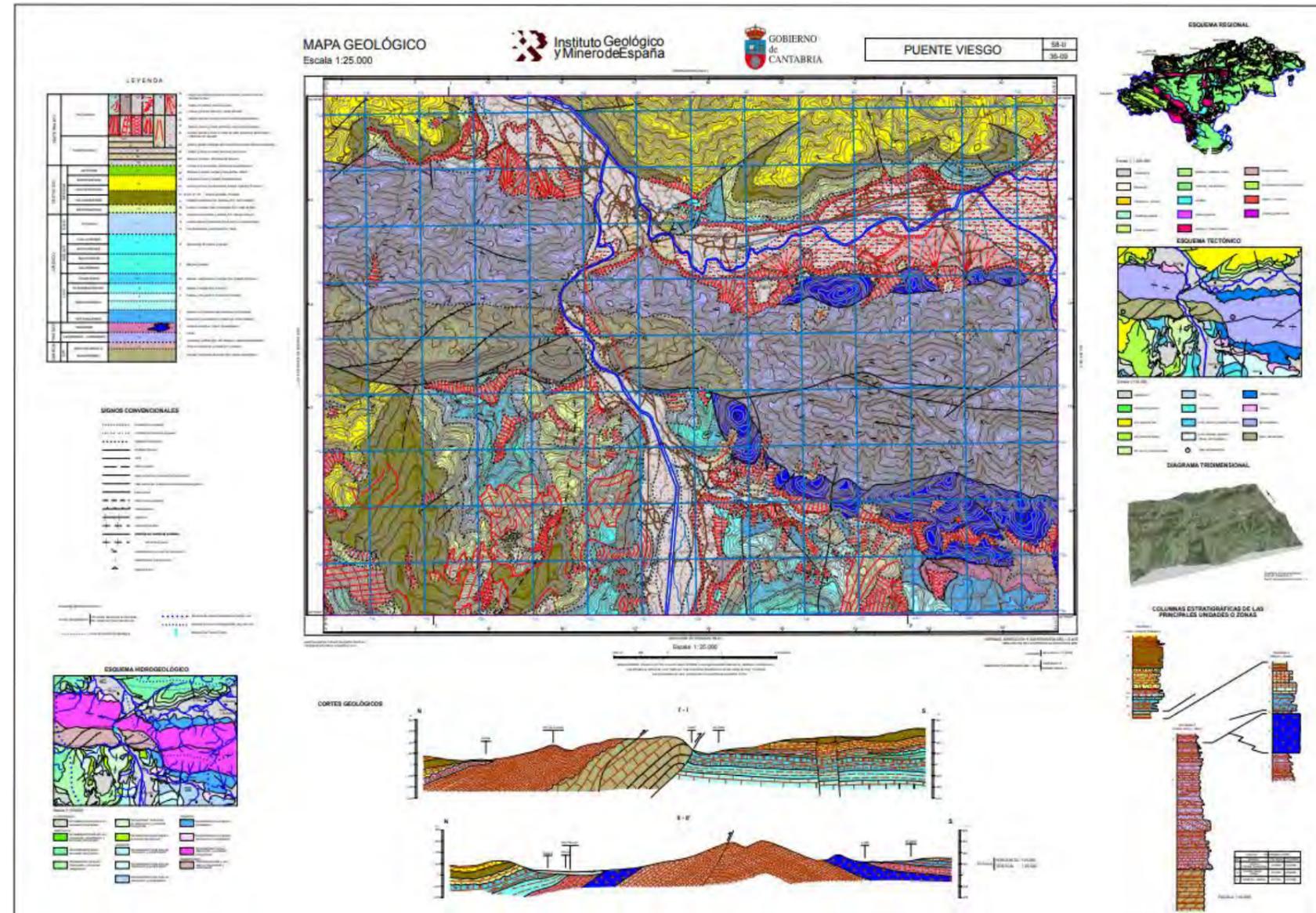
2.5. HIDROGEOLOGÍA

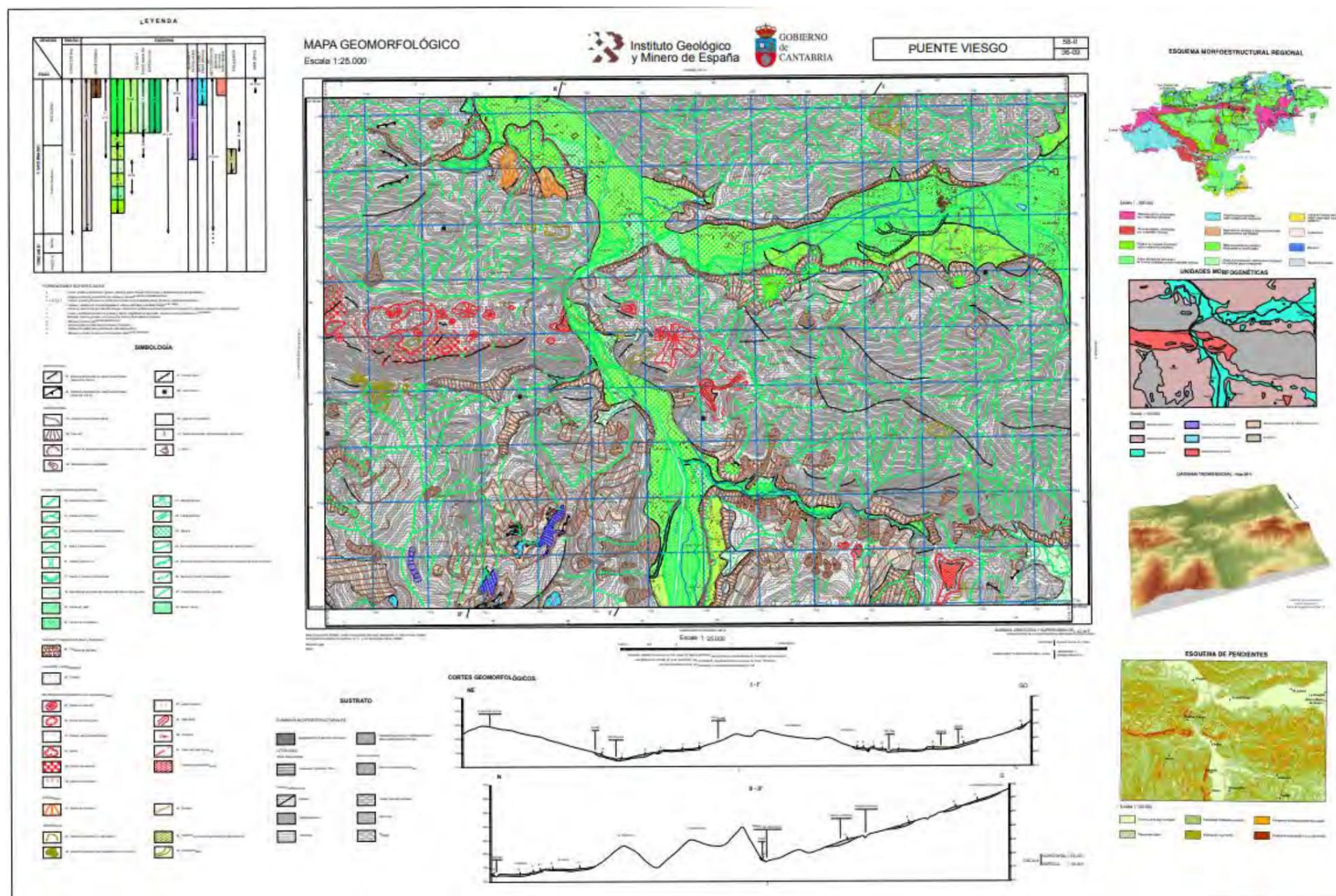
El municipio de Puente Viesgo se encuentra íntegramente dentro de la cuenca hidrográfica del río Pas, cuyo cauce principal atraviesa el territorio de norte a sur, delimitando en varios puntos las fronteras con los municipios vecinos. La cuenca del río Pas es la segunda más relevante de Cantabria y, como la mayoría de los ríos de la región, tiene su origen en la Cordillera Cantábrica y fluye de manera perpendicular al Mar Cantábrico, donde finalmente desemboca.

En el área del trazado destacan las calizas masivas del Carbonífero, que se caracterizan por su singularidad y por formar un relieve abrupto que contrasta con el entorno predominante. Estas calizas, debido a su elevada karstificabilidad, albergan una compleja red de cavidades y acuíferos, elementos que subrayan su importancia geológica e hidrogeológica en el municipio.

2.6. MAPAS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE PUENTE VIESGO

Se incluye a continuación un plano a escala 1:25.000 de la geología y geomorfología en el entorno de la variante, elaborado a partir de los datos obtenidos de Mapas Cantabria.







Leyenda

- ① Limos, arcillas, arenas con gravas y cantos
- ② Calizas micríticas, localmente dolomías
- ③ Areniscas, lutitas
- ④ Limos, arcillas, arenas con gravas y cantos
- ⑤ Gravas, cantos, bloques en matriz limo-arcillosa con bastante arena
- ⑥ Gravas, cantos con abundantes bloques, Matriz limo-arcillosa arenosa



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

TITULO DEL PLANO
GEOLOGÍA

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:2000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 1.1
HOJA 1 DE 1



ANEJO – EFECTOS SÍSMICOS



Índice

1. SISMICIDAD.....	2
1.1. Consideraciones generales	2
1.2. Peligrosidad sísmica.....	2
1.3. Conclusiones.....	3



1. SISMICIDAD

1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la ejecución del trazado Variante Puente Viesgo en la totalidad de su trazado, tomando en cuenta las infraestructuras presentes, se tendrán en cuenta las siguientes normativas que se encuentran en vigor.

- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02), aprobada por RD 997/2002 de 27 de septiembre y publicada en el BOE de 11 de octubre de 2002.
- Norma de Construcción Sismorresistente para puentes (NCSP-07), aprobada por RD 637/2007 de 18 de mayo y publicada en el BOE de 2 de junio de 2007.

En ambas normativas nombradas con anterioridad, se define que no será necesario considerar efectos sísmicos en las cercanías del trazado, siempre que el valor de la aceleración sísmica horizontal básico sea inferior a 0.04 g. (g definido como valor de la gravedad)

1.2. PELIGROSIDAD SISMICA

En la siguiente imagen se enseña la peligrosidad sísmica por zonas en España, donde se logra observar que el valor de la aceleración sísmica horizontal básico en toda la zona cántabra es inferior a 0.04g

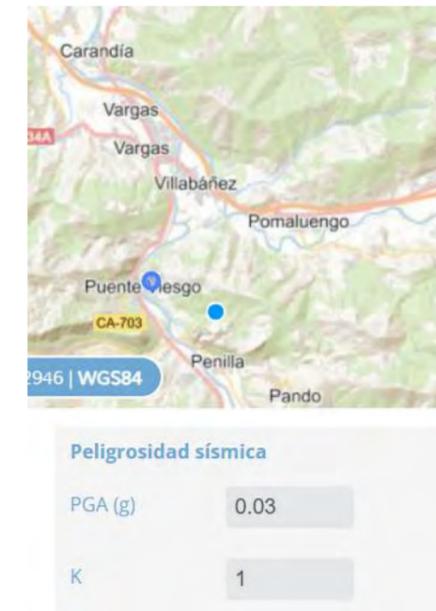


Figura 1.1. Cálculo de los valores de peligrosidad sísmica en España-NCSR-23.

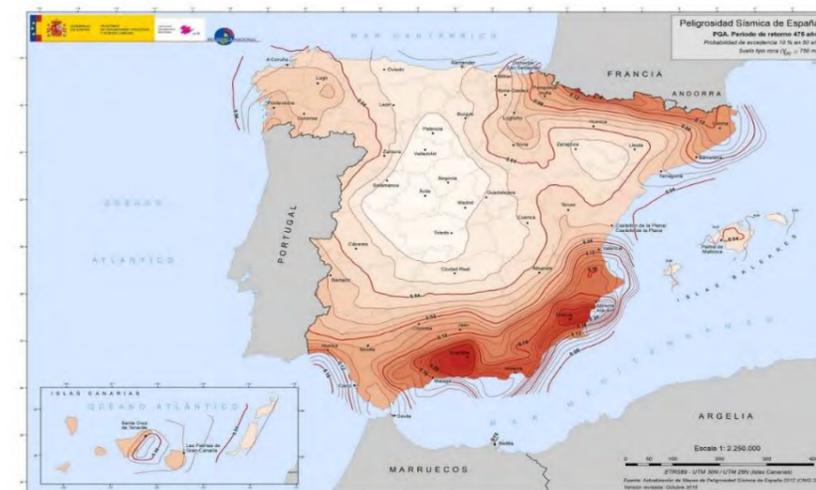


Figura 1.2. Mapa de peligrosidad sísmica de España (2015).



Figura 1.3. Mapa de peligrosidad sísmica de España (Período retorno de 500 años).

1.3. CONCLUSIONES

Dadas las condiciones sísmicas de la zona el valor de a_b no alcanza el mínimo de 0,04g definido por la normativa, se concluye que no será necesario tener en cuenta los efectos de posibles acciones sísmicas para el trazado de la carretera.



ANEJO – CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CLIMATOLOGÍA.....	2
2.1. Temperatura	2
2.2. Precipitación	5
2.3. Análisis Climatológico	6
2.3.1. Tipo de invierno.....	7
2.3.2. Tipo de verano.....	8
2.3.3. Régimen térmico	8
2.4. Precipitaciones Diarias Máximas	9
2.4.1. Metodología	9
3. HIDROLOGÍA.....	11
3.1. Cursos Fluviales.....	11
3.2. Definición de cuencas.....	12
3.3. Zonas inundables	14



1. INTRODUCCIÓN

Este anejo recolecta y examina los datos requeridos para caracterizar las propiedades climáticas de la zona en estudio, ofreciendo un fundamento esencial para el cálculo de los flujos necesarios. Esta información facilitará la proyección de los sistemas de drenaje longitudinales y transversales esenciales para asegurar el correcto funcionamiento del trazado. Además, se incorpora un estudio que vincula las condiciones meteorológicas con las exigencias hidráulicas del trazado, garantizando que los componentes diseñados cumplan con las especificaciones técnicas requeridas para la seguridad y longevidad de la infraestructura.

2. CLIMATOLOGÍA

El área de estudio se encuentra ubicada en la Cuenca Norte, que pertenece a la reconocida España Verde, en la zona de clima húmedo marítimo. Las características de este clima, similares a las del resto de la costa cantábrica, son unos inviernos suaves, veranos frescos, aire húmedo, abundante nubosidad y precipitaciones frecuentes en todas las estaciones del año.

El clima se define según la clasificación de Köppen-Geiger, que tiene en cuenta el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas.

En la zona de estudio se considera un clima oceánico de la clase Cfb (templado sin estación seca con verano templado). Este presenta una temperatura media inferior a 22 °C en el mes más cálido y superior a 10 °C durante al menos cuatro meses al año.

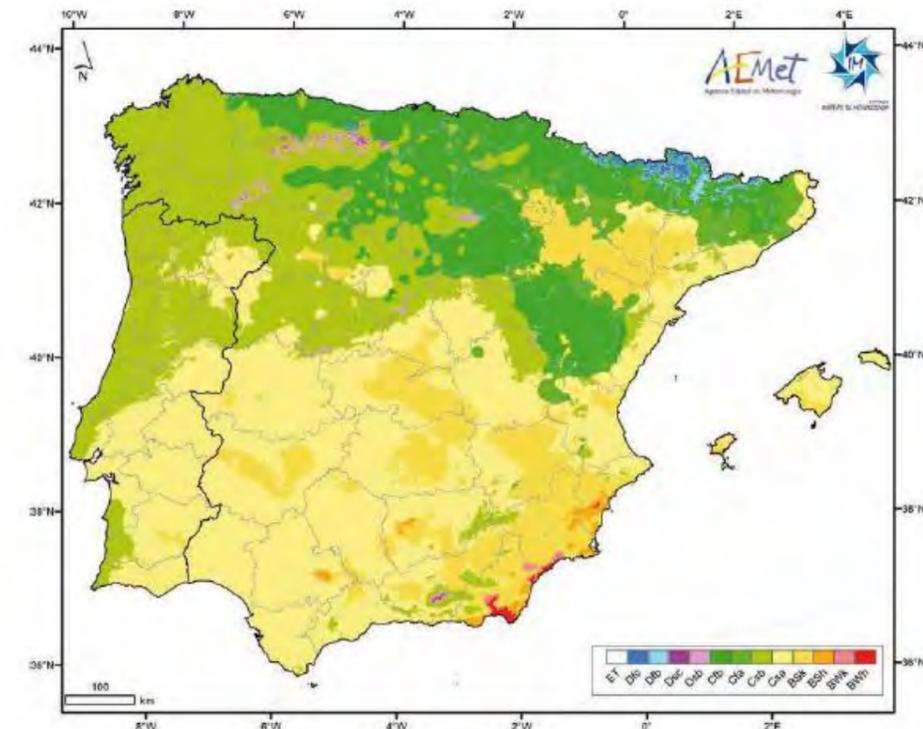


Figura 2.1. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares. Fuente: Atlas Climático Ibérico.

2.1. TEMPERATURA

Para la definición climática del área de estudio, se ha considerado la Estación Santander Aeropuerto, si bien no es exactamente en el lugar de trazado, es la estación orientativa de toda la comunidad autónoma y la cual posee los datos que nos facilitarán el estudio del emplazamiento.

En la página siguiente se presenta un plano con la localización de la estación, indicando su nombre y código, junto con el área de estudio.

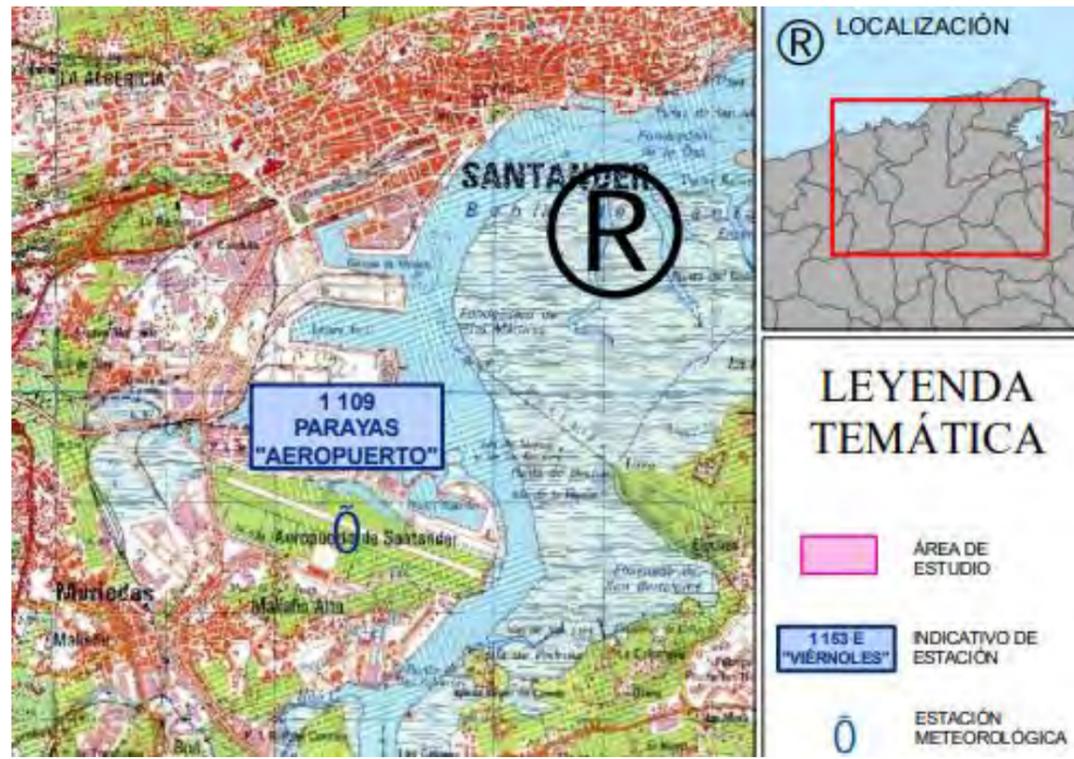


Figura 2.2. Ubicación de la estación meteorológica "Parayas - Aeropuerto".

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9.7	13.6	5.8	106	72	12.3	0.4	0.8	0.8	2.1	2.9	85
Febrero	9.8	13.8	5.7	92	72	11.1	0.3	1.1	0.9	1.2	3.1	104
Marzo	11.3	15.7	7.0	88	71	9.9	0.1	0.9	1.2	0.4	2.9	135
Abril	12.4	16.6	8.3	102	72	11.9	0.0	1.3	0.7	0.0	2.4	149
Mayo	15.1	19.1	11.1	78	74	10.4	0.0	1.6	1.7	0.0	2.4	172
Junio	17.8	21.6	13.9	58	75	7.6	0.0	1.8	1.2	0.0	3.7	178
Julio	19.8	23.6	16.0	52	75	7.3	0.0	2.0	0.5	0.0	4.5	187
Agosto	20.3	24.2	16.4	73	76	7.6	0.0	1.4	0.8	0.0	3.8	180
Septiembre	18.6	22.8	14.4	83	76	8.9	0.0	1.5	1.9	0.0	4.6	160
Octubre	16.1	20.3	11.8	120	75	11.1	0.0	1.0	2.1	0.0	2.8	129
Noviembre	12.5	16.3	8.7	157	75	13.3	0.0	1.3	0.9	0.4	3.2	93
Diciembre	10.5	14.2	6.7	118	73	12.1	0.1	0.9	0.6	2.0	3.4	74
Año	14.5	18.5	10.5	1129	74	123.6	0.9	15.7	13.4	6.2	38.9	1649

Leyenda

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

Figura 2.3. Valores climatológicos normales del periodo 1981-2010 de la estación Santander Aeropuerto.

A continuación se muestran los valores climatológicos normales del periodo 1981-2010 de la estación Santander Aeropuerto.

En la tabla siguiente se recopilan las temperaturas más relevantes obtenidas de los datos de la estación.

VARIABLE	VALORES
Temperatura del aire media anual	14,5 °C
Temperatura media anual de las mínimas	10,5 °C
Temperatura media anual de las máximas	18,5 °C

Tabla 2.1. Datos de temperatura.

Con los valores climatológicos, se logra observar que la temperatura máxima media que se obtiene dentro del periodo de estudio es en el mes de Agosto, con una temperatura de 24,2 °C y las mínimas que se registran provienen de los meses de enero y febrero con unos valores muy similares de 5,8-5,7 °C.

La temperatura media anual es de 14,5 °C, con unas medias máximas y mínimas anuales de 18,5 °C y 10,5°C respectivamente.

En conclusión lo que estos datos nos ayudan a evidenciar que las temperaturas en la zona se conservan bastante constante durante todo el año, sin sufrir variaciones notables entre los diferentes meses y estaciones del año.



Ademas, en ninguna estacion se registran valores extremos, ya sean de frio o de calor. Este patron de temperatura, distinguido por su moderacion, se explica en la proximidad al mar, que funciona como un regulador natural del clima. El impacto marítimo ayuda a aliviar las temperaturas, previniendo diferencias significativas y asegurando un clima uniforme y balanceado durante todo el año.

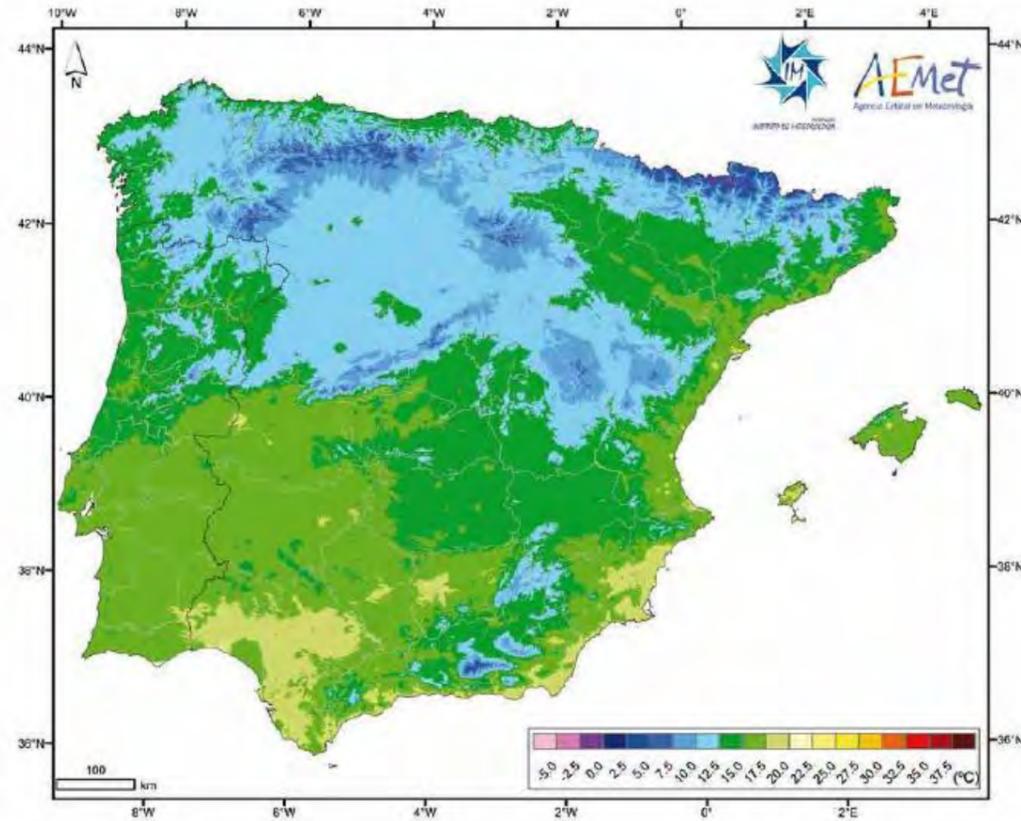


Figura 2.4. Temperatura media anual.

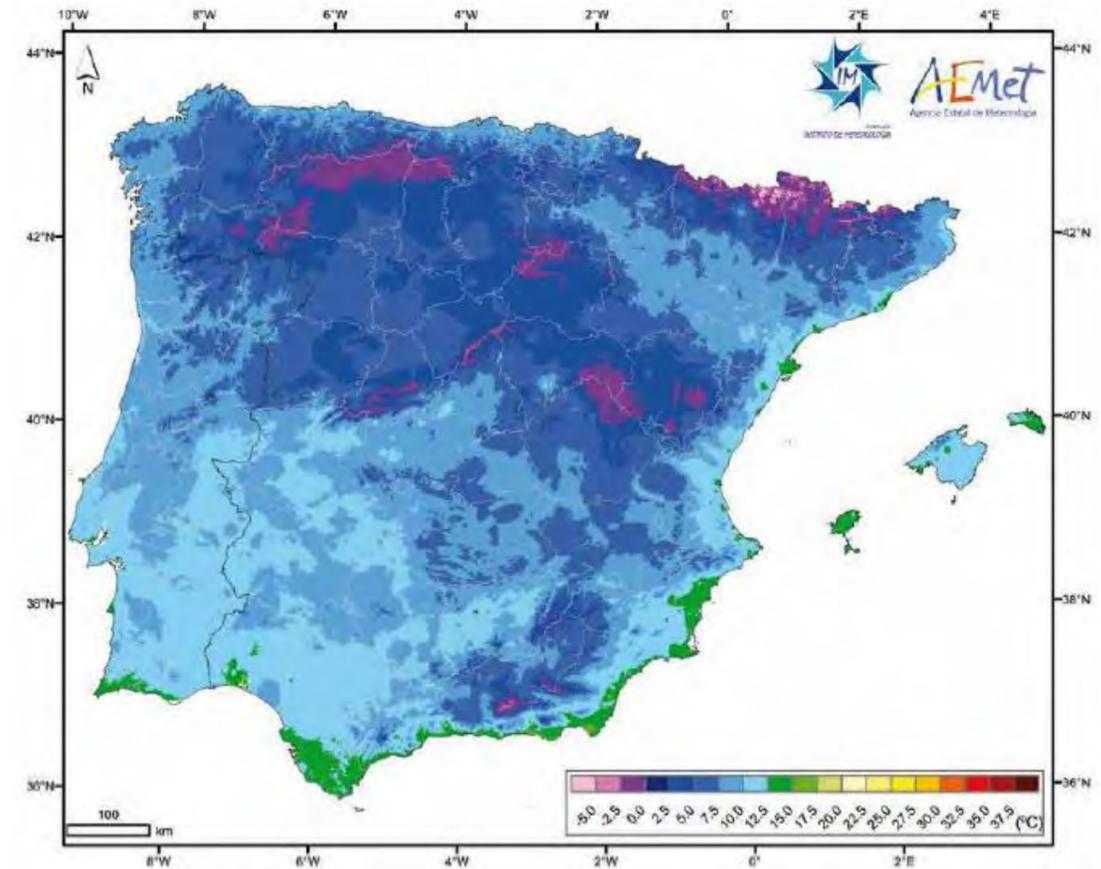


Figura 2.5. Temperatura media anual de las mínimas.

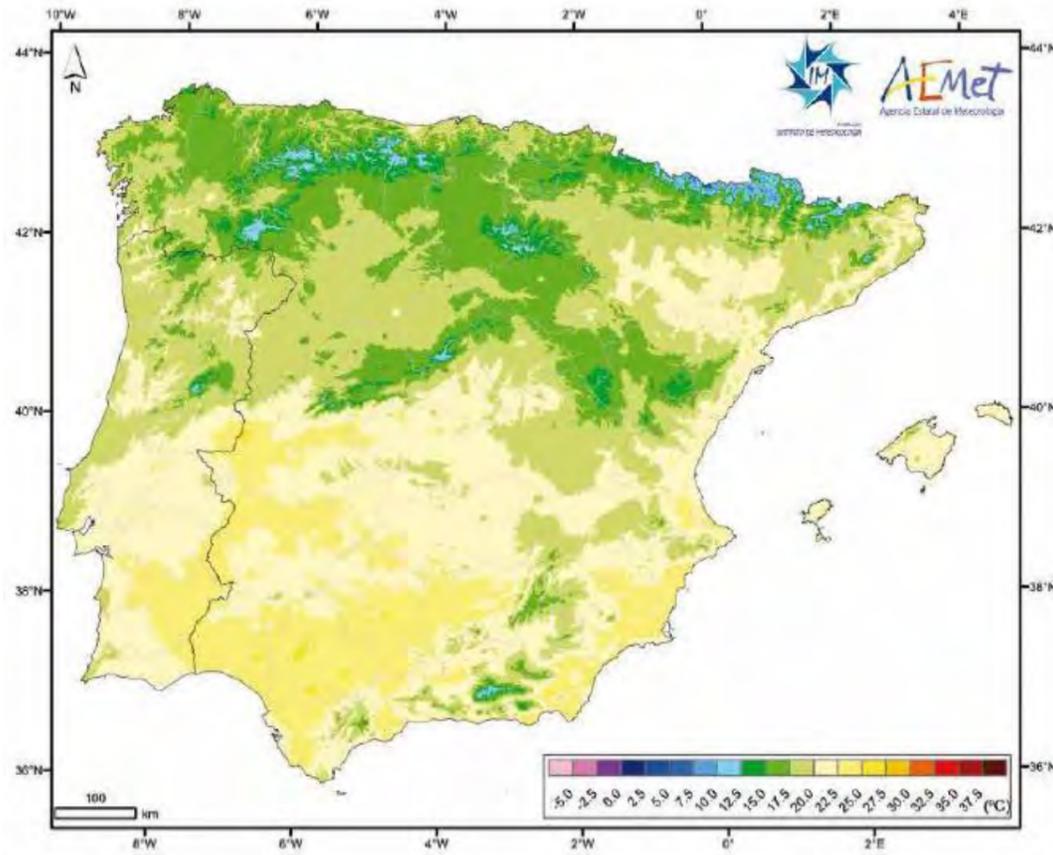


Figura 2.6. Temperatura media anual de las máximas.

En el gráfico siguiente se presentan las normales climatológicas -temperatura media de las máximas (TA), temperatura media de las mínimas (TI), temperatura máxima absoluta (TMA) y temperatura mínima absoluta (TMI)- mensuales en la estación meteorológica más cercana a la zona del trazado.

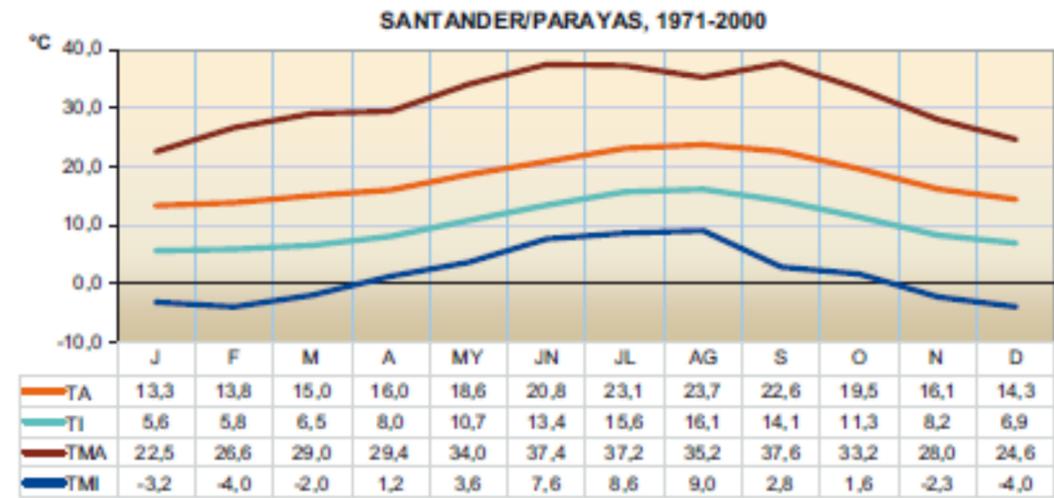


Gráfico 2.1. Normales climatológicas de la temperatura del aire en Santander/Parayas. Atlas Climático Ibérico.

2.2. PRECIPITACIÓN

De la estación Santander aeropuerto se obtienen los datos de precipitación dentro del periodo 1981-2010, que se muestran en la siguiente tabla.

VARIABLE	VALORES
Precipitación media anual	1129 mm
Número medio anual de días con precipitación ≥ 1 mm	123,6 días

Tabla 2.2. Datos de precipitación.

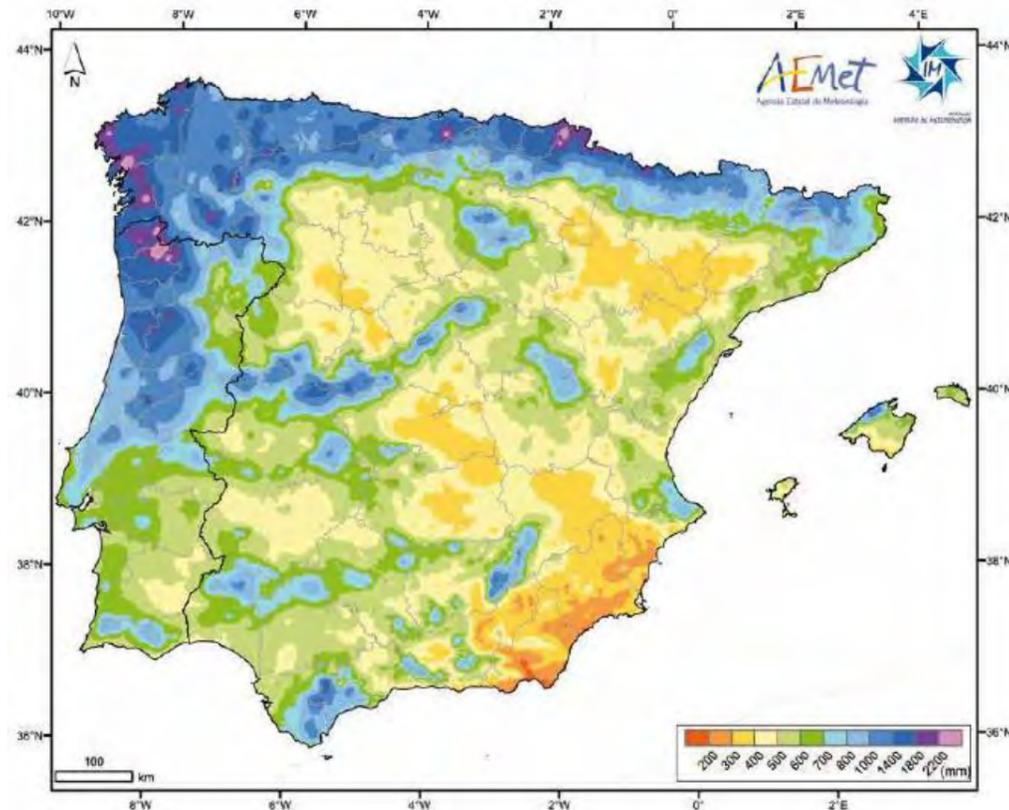


Figura 2.7. Precipitación media anual.

La precipitación media mensual se encuentra mayormente presente en los meses de octubre a enero, siendo abril también un mes de gran precipitación. En general en todos los meses del año se aprecia una precipitación importante ya que incluyendo en los meses de verano se logra obtener días con precipitaciones medias mayores o iguales a 1 mm.

A continuación, se detalla en un gráfico las normales climatológicas relativas a la precipitación -precipitación total media (P) y precipitación máxima diaria (PM)- de cada mes del año en la estación meteorológica que se toma en cuenta para el estudio meteorológico del trazado.

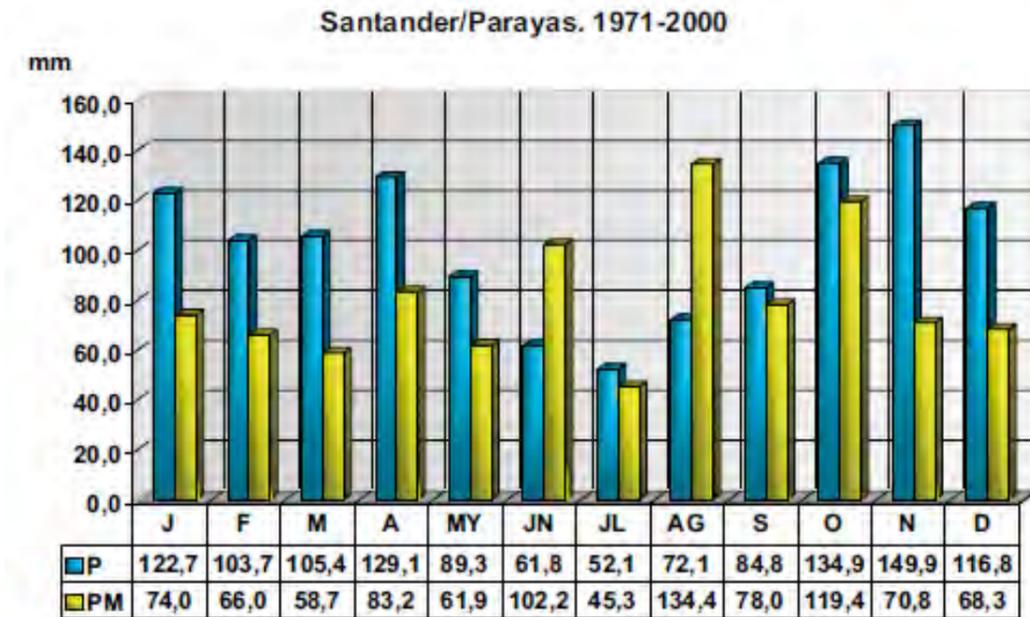


Gráfico 2.2. Normales climatológicas de precipitación en Santander/Parayas. Atlas Climático Ibérico.

2.3. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO

Clasificación climática de Papadakis: La clasificación climática planteada por Papadakis se enfoca en una perspectiva agroclimática que establece una relación directa entre los climas y la ecología de las cosechas. Esta clasificación incorpora nuevos indicadores cruciales para valorar un bioclima con mayor exactitud, tales como las temperaturas extremas y el equilibrio hídrico en el terreno.



Papadakis enfoca su atención en factores esenciales para la agricultura, tales como la intensidad de los inviernos, el calor y la longitud del verano, además de la disponibilidad de aguas y las épocas de sequía. Los datos que se obtuvieron anteriormente, como temperaturas máximas, medias y mínimas, serán de utilidad para establecer el clima de la zona en base a su aptitud para las actividades agrícolas.

Para la definición de los grupos climáticos, se utilizarán las siguientes tablas.

2.3.1. TIPO DE INVIERNO

Los tipos de invierno están ordenados de más cálidos a más fríos. Si una zona es muy fresca para un tipo y muy cálida para el siguiente, pertenece a este segundo grupo.

Tipo	Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío	Temperatura media de las mínimas del mes más frío	Temperatura media de las máximas del mes más frío
Ecuatorial: Ec	Mayor de 7°	Mayor de 18°	
Tropical: Tp (cálido) tP (medio) tp (fresco)	Mayor de 7° Mayor de 7° Mayor de 7°	13 a 18° 8 a 13°	Mayor de 21° Mayor de 21° Menor de 21°
Citrus: Ct (tropical) Ci	7 a -2,5° 7 a -2,5°	Mayor de 8°	Mayor de 21° 10 a 21°
Avena: Av (cálido) av (fresco)	-2,5° a -10° Mayor de -10°	Mayor de -4°	Mayor de 10° 5 a 10°
Triticum: Tv (trigo-avena) Ti (cálido) ti (fresco)	-10° a -29° Mayor de -29° Mayor de -29°		Mayor de 5° 0 a 5° Menor de 0°
Primavera: Pr (más cálido) pr (más fresco)	Menor de -29° Menor de -29°		Mayor de -17,8° Menor de -17,8°

Tabla 2.3. Tipos de Invierno.

Los datos que se obtiene de la estación Santander Aeropuerto, son los siguientes:

VARIABLE	VALORES
Temperatura media de las min absolutas del mes mas frio	5,7 °C
Temperatura media de las min del mes mas frio	9,8 °C
Temperatura media de las max del mes mas frio	13,6 °C

Tabla 2.4. Datos de estación Santander Aeropuerto.

Ingresando los datos a la tabla anterior, se concluye que el tipo de invierno de nuestra zona de estudio es Citrus Ci.



2.3.2. TIPO DE VERANO

Los tipos de verano se ordenan de más cálido a más frío.

Tipo	Duración de la estación libre de heladas (mínima, disponible o media), en meses	Media de la media de las máximas de los n meses más cálidos	Media de las máximas del mes más cálido	Media de las mínimas del mes más cálido	Media de las medias de las mínimas de los dos meses más cálidos
Gossypium (algodón) G (más cálido) g (menos cálido)	Mínima >4,5 Mínima >4,5	>25°, n=6 >25°, n=6	>33,5° <33,5°	>20°	
Cafeto c	Mínima 12	>21°, n=6	<33,5°	<20°	
Oryza (arroz) O	Mínima >4	21° a 25°, n=6			
Maíz M	Disponible >4,5	>21°, n=6			
Triticum T (más cálido) t (menos cálido)	Disponible >4,5 Disponible 2,5-4,5	<21°, n=6 >17°, n=4 >17°, n=4			
Polar cálido (taiga) p	Disponible <2,5	>10°, n=4			5°
Polar frío (tundra) p	Disponible <2,5	>6°, n=2			
Frígido F (desértico subglacial) f (helada permanente)		<6°, n=2	>0° <0°		
Andino-alpino A (alpino bajo) a (alpino alto)	Disponible <2,5 Media >1 Media <1	>10°, n=4 >10°, n=4			

Tabla 2.5. Tipos de verano.

Según los datos de la estación Santander Aeropuerto, el tipo de verano se clasifica de la siguiente manera:

VARIABLE	VALORES
Media de las medias de las máximas de los n meses más cálidos	21,93 °C(n=6) y 23°C(n=4)
Media de las máximas del mes más cálido	24,2 °C
Media de las mínimas del mes más cálido	16,4 °C

Tabla 2.6. Valores para clasificación tipo de verano.

Por lo tanto, la zona del trazado dicta un tipo de verano Maíz (M)

2.3.3. RÉGIMEN TÉRMICO

El régimen térmico integra la información del tipo de verano y el tipo de invierno como una forma de aproximarse a la nomenclatura climática clásica.

Régimen térmico	Tipo de invierno	Tipo de verano	Régimen térmico	Tipo de invierno	Tipo de verano
Ecuatorial			Marítimo		
EQ (cálido)	Ec	G	Mm (supermarítimo) (3)	Ci	T
Eq (semicálido)	Ec	g	MA (marítimo cálido) (3)	Ci	O, M
			Ma (marítimo fresco) (3)	av	T
Tropical			ma (marítimo frío) (3)(4)	av, Ti	P
TR (cálido)	Tp	G	mp (tundra marítima)	Ti	p
Tr (semicálido)	Tp	g	mF (desierto subglacial marítimo) (3)	Ti	F
tR (cálido con inv. fresco)	tP	G, g			
tr (fresco)	tp	0, g	Templado		
			TE (cálido) (TE1, TE2)	Tv, av, Av	M, O
Tierra templada			Te (fresco)	ti, Ti	T
Tt (tierra templada)	Tp, tP, tp	c	te (frío)	ti, Ti	t
tt (tierra templ. fresca)	tp	T			
			Pampeano-Patagoniano		
Tierra fría			PA (pampeano) (3)(5)	Av	M
TF (tierra fría baja) (1)	Ci o más frío	g	Pa (patagoniano) (3)	Tv, av, Av	t
Tf (tierra f. media) (1)	Ci o más frío	O, M	pa (patagoniano frío) (3)(6)	Ti, av	P
tf (tierra fría alta) (1)	Ci o más frío	T, t			
			Continental		
Andino			CO (cálido) (7)	Av o más frío	g, G
An (bajo) (1)	Ti o más suave	A	Co (semicálido)	Ti o más frío	M, O
an (alto) (1)	Ti o más suave	a	co (frío)	pr, Pr	t
aP (taiga andina) (1)	Ti o más suave	P			
ap (tundra andina) (1)	Ti o más suave	p	Polar		
aF (desierto subglacial andino) (1)	Ti o más suave	F	Po (taiga)	ti o más frío	P
			po (tundra)	ti o más frío	p
Subtropical			Fr (desértico subgl.)	ti o más frío	F
Ts (semitropical)			fr (hielo permanente)	ti o más frío	f
SU (subtropical cálido)	Ct	G, g			
Su (subtr. Semicálido) (2)	Ci, Av	G	Alpino		
	Ci	g	Al (bajo) (3)	Pr, Ti, ti	A
			al (alto) (3)	Pr, Ti, ti	a

Tabla 2.7. Régimen térmico.

Según los datos obtenidos anteriormente, el régimen térmico que se obtiene de la zona de estudio es un clima MA (marítimo cálido)

Marítimo cálido (MA): La temperatura media máxima del mes más frío está entre 0° y 5°, la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21°-25°, todos los meses húmedos.



2.4. PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS

A continuación, se expone el método empleado para lograr resultados útiles en el cálculo de cuantiles de lluvia vinculados a diferentes periodos de retorno en diversos lugares de la España peninsular. Esta proyección se realiza a través de la creación y estudio de mapas que ilustran el coeficiente de variación (CV) y el valor medio (P) de la precipitación anual máxima diaria para el análisis hidrológico de la zona.

2.4.1. METODOLOGÍA

El proceso operativo de obtención de los cuantiles para distintos periodos de retorno a partir de estos mapas es el siguiente:

- Localización en los planos del punto geográfico deseado.
- Estimación mediante las Isolíneas representadas del coeficiente de variación C_v y del valor medio P de la máxima precipitación diaria anual.
- Para el periodo de retorno deseado T y el valor de C_v , obtención del cuantil regional Y_t (también denominado “Factor de Amplificación K_T ” en el “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” de 1997), mediante la figura 3.3 o el uso de la tabla 7.1.
- Realizar (según se recoge en la expresión 3.1) el producto del cuantil regional Y_t por el valor medio P obteniéndose X_t , es decir, el cuantil local buscado (también denominado P_T en el “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” de 1997)

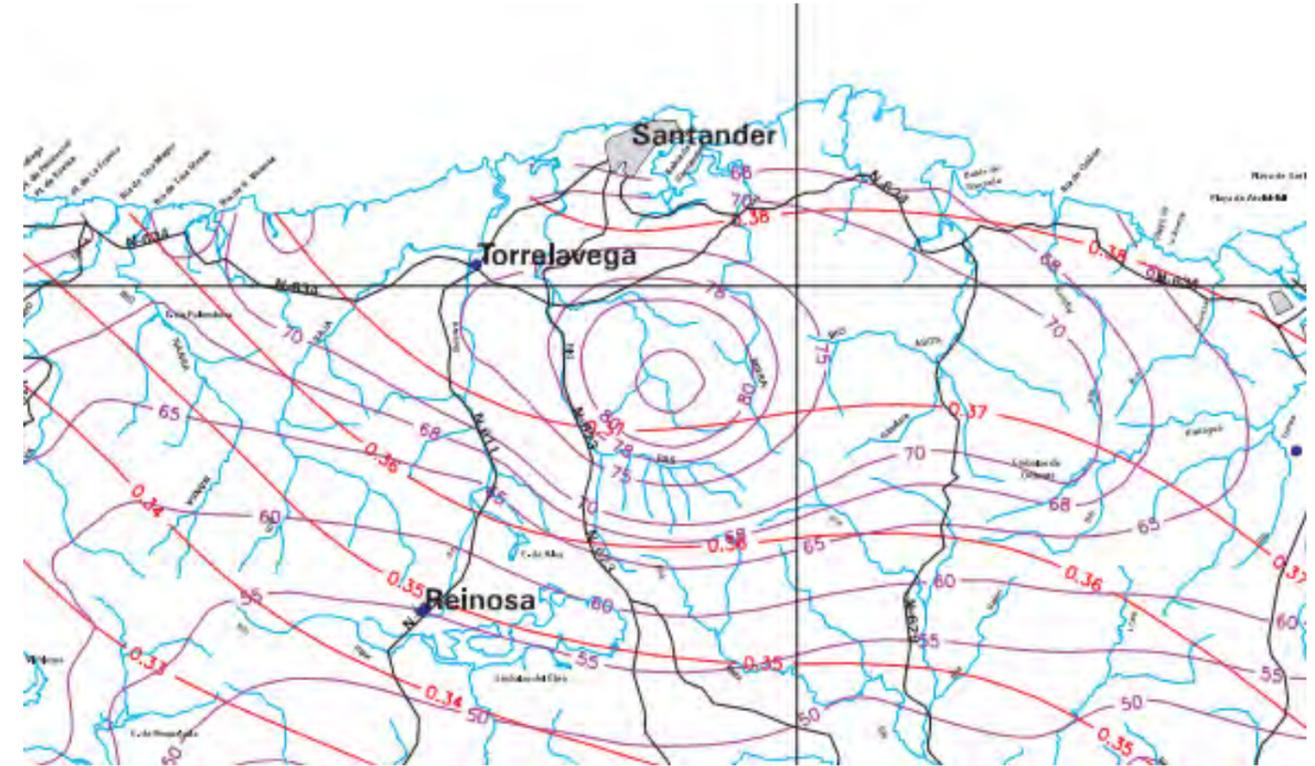


Figura 2.7. Hoja 3-1. Santander.

Los valores del coeficiente de variación C_v y de la media \bar{P} de la máxima precipitación anual se obtienen de los mapas anexos al documento, cuyas isocías reflejan dichos valores. Para los cálculos se utiliza la hoja 3-1.



Fig. 2.8. Isolíneas del valor regional del coeficiente de variación C_v .

Los valores del coeficiente de variación C_v y de la media \bar{P} obtenidos de las isólinas son los siguientes:

- C_v : 0,37
- \bar{P} : 78 mm/día

Para el periodo de retorno deseado T y el valor de C_v , obtener el factor de amplificación K_T mediante el uso de la tabla K_T .

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla 2.9. Valores de K_T según periodo de retorno.

Realizando el producto del factor de amplificación K_T por el valor medio de la máxima precipitación diaria anual obteniendo la precipitación diaria máxima para el periodo de retorno deseado, P_d .



T(años)	KT	Pd(mm/día)
2	0,917	71,526
5	1,232	96,096
10	1,461	113,958
25	1,778	138,684
50	2,022	157,716
100	2,281	177,918
200	2,571	200,538
500	2,953	230,334

Tabla 2.10. Valores de precipitación diaria máxima según periodo de retorno.

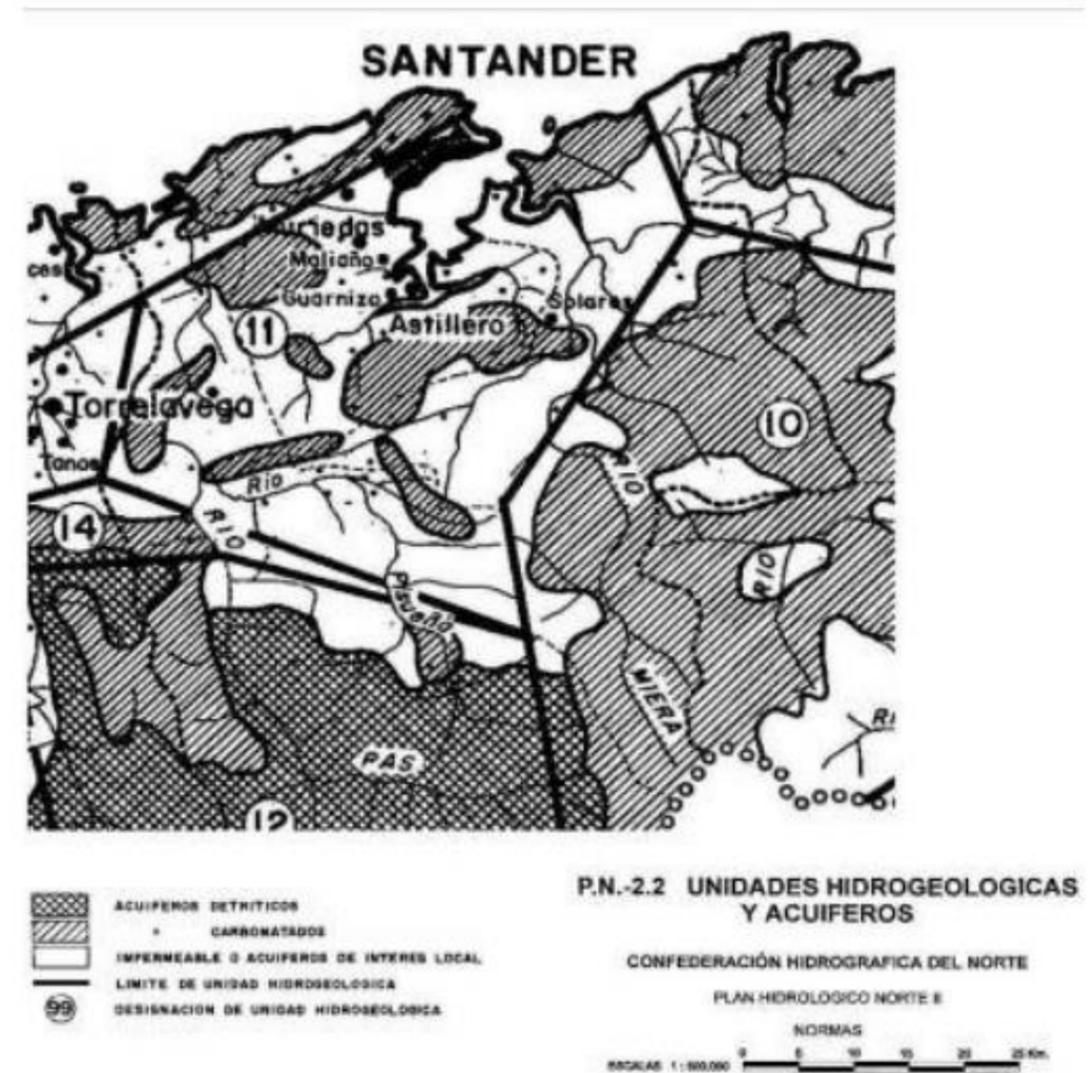


Fig. 3.1. Unidades hidrogeológicas y acuíferos.

3. HIDROLOGÍA

3.1. CURSOS FLUVIALES

El término municipal de Puente Viesgo se sitúa íntegramente en la cuenca hidrográfica del río Pas, la segunda en importancia de Cantabria. Este río, de régimen pluvio-nival, atraviesa el municipio de norte a sur, actuando como eje estructurante del territorio y límite natural en algunos tramos con municipios colindantes. El Pas recibe, en las inmediaciones de Vargas, la aportación significativa de su principal afluente, el río Pisueña, en un punto conocido como el Pozo Dos Ríos. La red fluvial secundaria está compuesta por numerosos arroyos, algunos estacionales, que vierten sus aguas al Pas, formando un sistema de subcuencas bien diferenciado.

La variante del actual trazado atraviesa el Río Pas solo en la zona norte, mediante un pequeño puente.



3.2. DEFINICIÓN DE CUENCAS

En el municipio de Puente Viesgo, toda la red de aguas superficiales está organizada en torno a ocho subcuencas principales, todas vertientes al río Pas, aunque algunas presentan una delimitación compleja debido a la intensa karstificación del terreno, que impide la presencia de cursos de agua superficiales claramente definidos. Estas subcuencas representan las unidades básicas del drenaje superficial, aunque pueden subdividirse en múltiples vaguadas menores, particularmente en zonas como el Monte de Hijas, donde predominan los regatos estacionales y torrenteras de escasa entidad.

Las ocho subcuencas identificadas son:

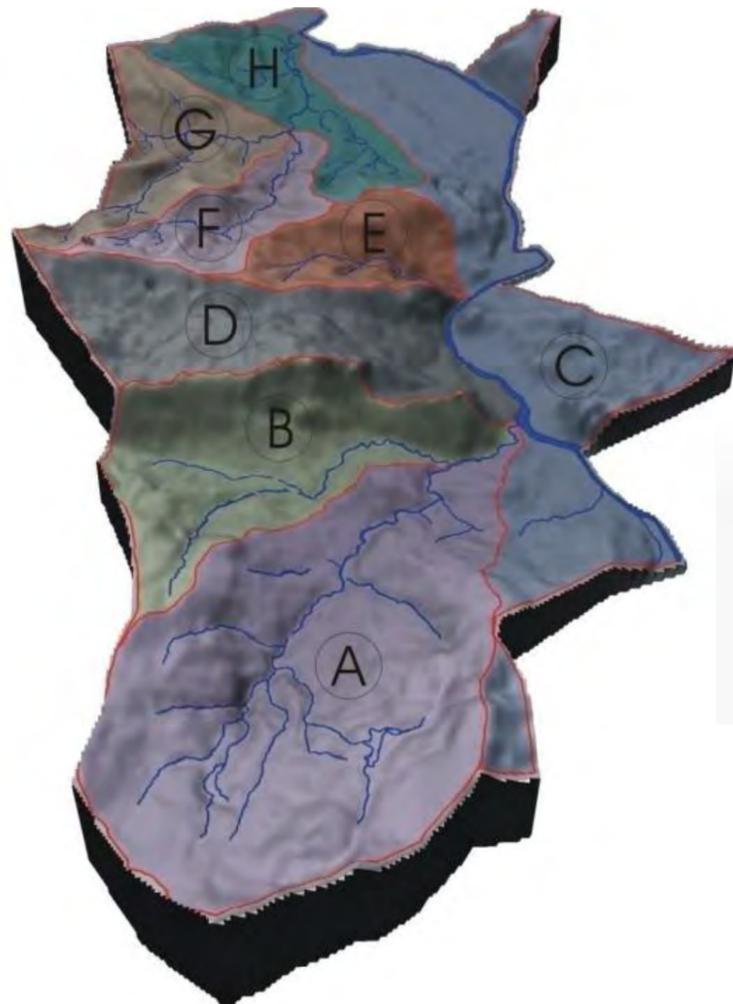


Fig. 3.2. División de cuencas.

Las cuales se dividen y se identifican como en la tabla de a continuación:

Subcuenca	Arroyo principal	Superficie (km ²)
A	Arroyo La Molina - Moro	9,9
B	Arroyo Trelampo - Cohiño	3,7
C	Río Pas	8,4
D	Zona de infiltración kárstica del Dobra	4,1
E	Arroyo de San Martín	1,7
F	Arroyo de La Cortada	2,2
G	Arroyo Bárcena - Molino	3,3
H	Arroyo Rupido	2,9

Tabla 3.1. Área de cuencas.

Se identifica una cuenca principal en el estudio de la carretera, que se refiere a una cuenca natural o topográfica del terreno:

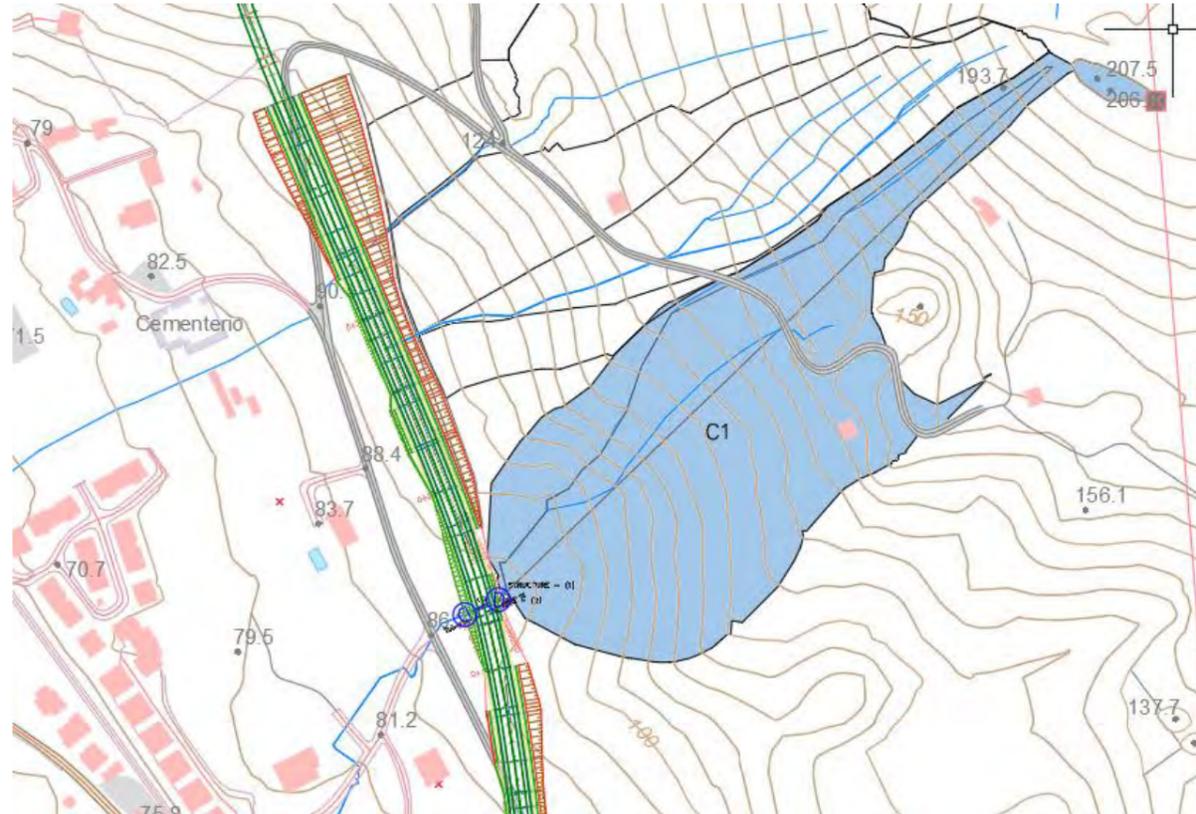


Fig. 3.3. Cuenca de la variante Puente Viesgo.



Fig. 3.4. Cuenas generadas por la plataforma y márgenes.

Los datos de dichas cuencas se detallan en la siguiente tabla:

Índice de cuenca	Área (km ²)	Longitud del cauce principal (km)	Diferencia de cota (m)	Pendiente media (%)
1	0,037	0,43185	111,612	25,84

Tabla 3.2. Datos de la cuenca.

Índice de cuenca	Área (m ²)
Desmonte 1	2999,319
Desmonte 2	670,640
Carretera	2274,143

Tabla 3.3. Datos de las cuencas generadas por plataforma y márgenes.



3.3. ZONAS INUNDABLES

Se comprueba que la carretera del trazado queda fuera de la zona de peligrosidad de inundación para periodos de 100 y 500 años. De esta manera, no será necesario tomar ninguna medida adicional ante el riesgo de inundación. A continuación, se enseñan figuras pertenecientes al Gobierno de España, "Riesgo a la población de origen fluvial para 100 y 500 años"

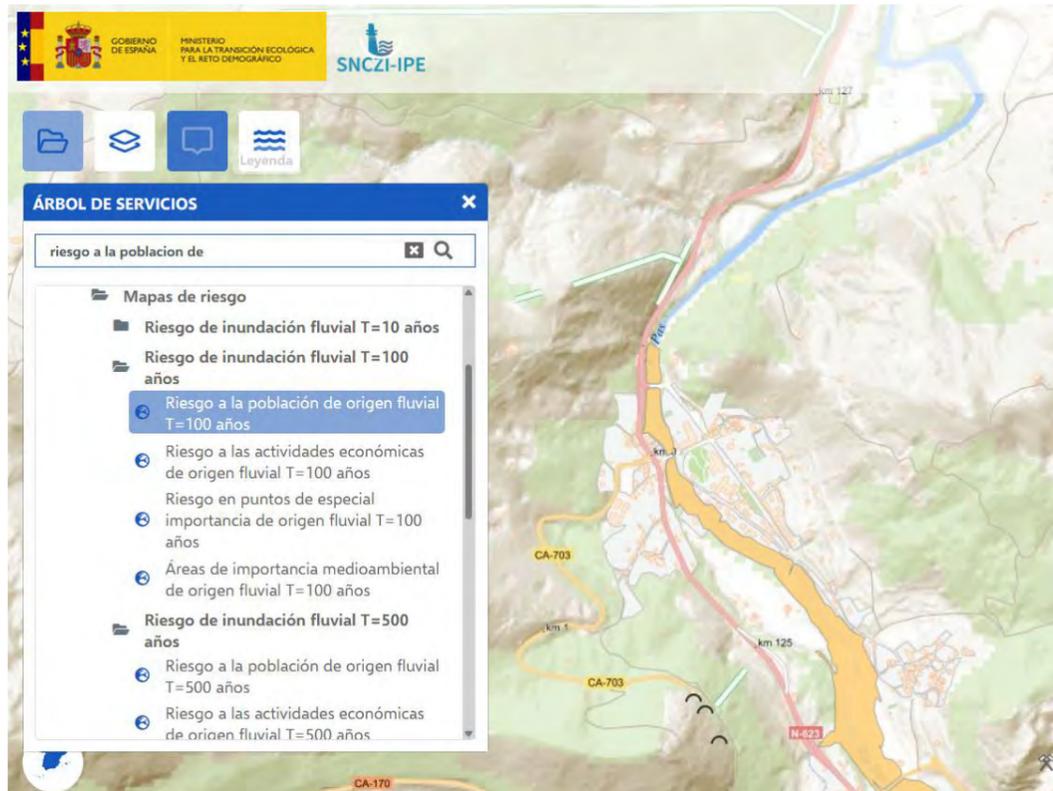


Figura 3.4. Zona inundable con T=100 años.

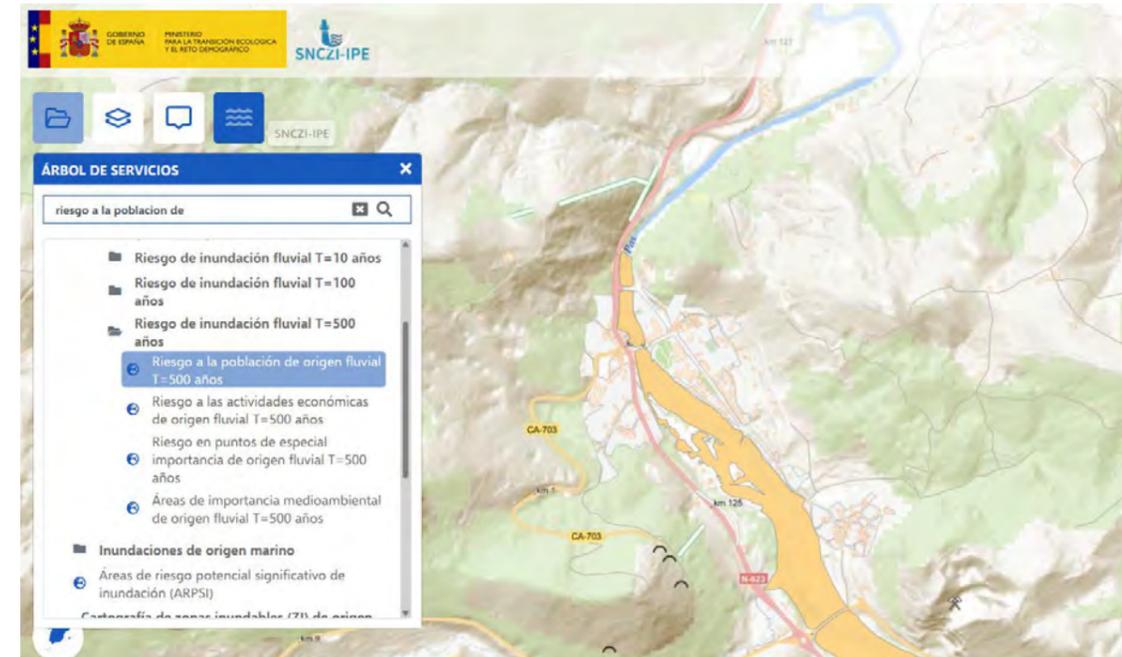


Figura 3.5. Zona inundable con T=100 años.



ANEJO – PLANEAMIENTO URBANÍSTICO



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	2
2.1. Municipio de Puente viesgo.....	2
2.2. Conclusiones.....	4



1. INTRODUCCIÓN

En Cantabria, la ordenación territorial está regida por la Ley 5/2022, del 15 de julio, de Ordenación del Territorio y Urbanismo, que sustituye a la Ley 2/2001 y a su cambio a través de la Ley 7/2007. Este marco regulatorio tiene como objetivo balancear el crecimiento económico y social a través de la adaptación de los terrenos aptos para ser modificados o restaurados, al mismo tiempo que asegura la preservación y protección de los terrenos de mayor valor, ya sea por sus propiedades naturales, económicas o por su importancia para la sostenibilidad de la región. En este contexto, el plan urbanístico se fundamenta en un desarrollo sostenible, adecuando la planificación y utilización del territorio a las formas específicas de ocupación y uso que históricamente han definido a Cantabria.

La Ley trata de la clasificación y régimen del suelo, estableciendo las tradicionales categorías de suelo urbano, urbanizable y rústico.

2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

2.1. MUNICIPIO DE PUENTE VIESGO

Antecedentes administrativos:

- 27 de julio de 2012 se aprueba de forma definitiva el plan general de ordenación urbana de Puente de Viesgo.
- 29 septiembre 2015 se aprueba la Ley 37/2015 de carretera.
- 2 septiembre de 1994 se aprueba el Reglamento General de Carreteras.

Situación urbanística:

El instrumento de planeamiento general vigente en el municipio de Puente Viesgo lo constituye el Plan General de Ordenación Urbana de Puente Viesgo de 2012. En este se establecen unos tramos urbanos, travesías y líneas límites de edificación en los núcleos de la población que componen el municipio.

Las Normas Subsidiarias en vigor establecen las siguientes categorías de suelo:

- Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido: Vega de Pas: que se materializa por sendas franjas de 30 metros de anchura a lo largo del curso del río Pas, reduciéndose en el suelo urbano. Monte Castillo: que protege la montaña del mismo nombre por su valor histórico y cultural. En ella se encuentran las famosas cuevas prehistóricas.
- Suelo No Urbanizable Protegido Área de Montaña: que agrupa las extensiones de monte del municipio, siendo la clasificación que ocupa una mayor extensión. Agrario, Ag: donde se agrupan los valles del municipio. Es la segunda clasificación en extensión. Generalmente es la zona de prados de transición entre el monte y los suelos urbanizables. De Infraestructuras, In: que se compone de los terrenos destinados a una antigua propuesta de variante de la CN-623 a su paso por el núcleo de Puente Viesgo
- Suelo No Urbanizable por Riesgos Zonas Inundables: que no están definidos en las Normas, aunque una categoría del suelo urbano sí tiene en cuenta este riesgo.
- Suelo Urbano Residencial: dedicado a este uso dominante, comprende la mayor parte del suelo urbano de los cinco núcleos. Núcleo Rural: inicialmente definido como Suelo Rústico, pasó a Urbano tras la entrada en vigor de la Ley 6/1998. Industrial: área con uso dominante productivo.
- Suelo Urbanizable Delimitado en Sectores: de los que existen dos de carácter residencial: Sector 1 en Las Presillas y Sector 2 en Vargas. Próximo a Núcleos: se corresponde con el que la Ley 2/2001 define como residual y existe en mayor o menor medida en terrenos próximos a los núcleos ya consolidados. En estos ámbitos se permite la construcción de viviendas unifamiliares aisladas en aplicación del artículo 105.2 de la Ley de Cantabria 2/2001

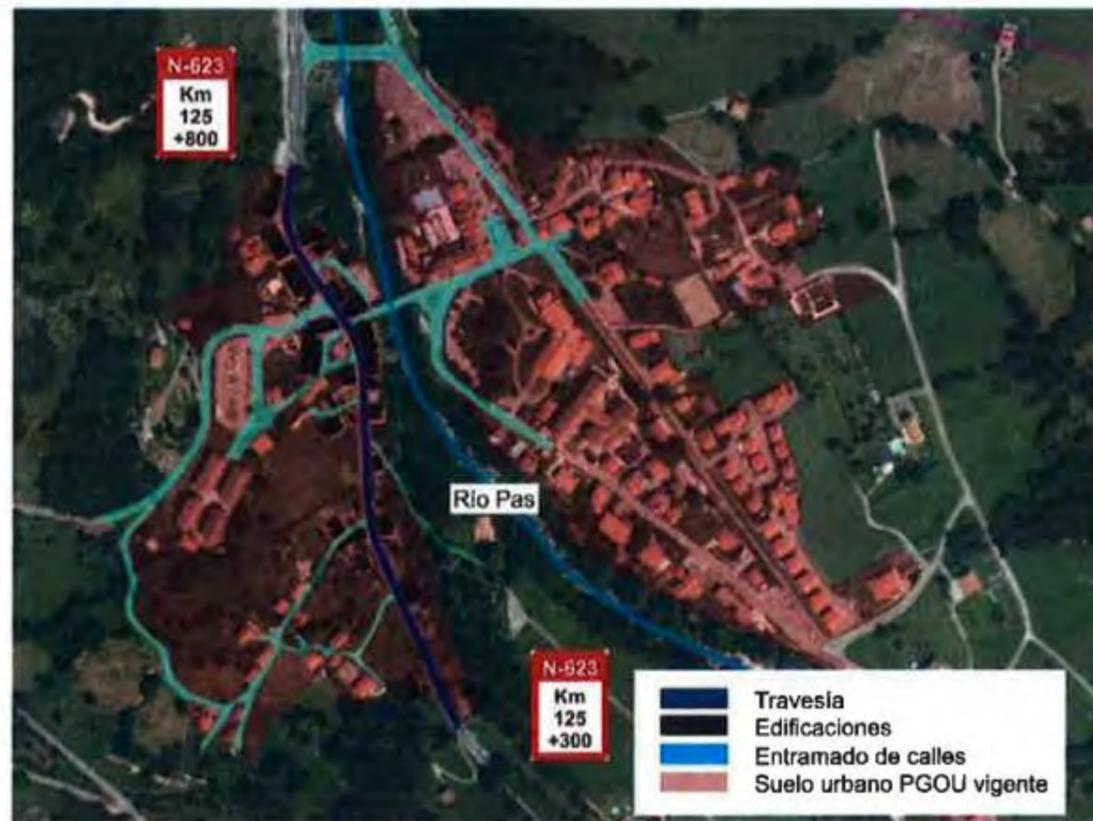


Fig. 2.1. Divisiones de Puenteviesgo.

La mayor parte de la superficie municipal está ocupada por pastizales con vocación ganadera, matorral de sustitución (landas) y plantaciones de eucaliptos y pinos.

Desde el ámbito administrativo, los montes de Hijas y Aés, así como parte del Macizo del Dobra, tienen la consideración de terrenos de Utilidad Pública, gestionados por las Juntas Vecinales, que ostentan su titularidad. Sin embargo, cualquier cambio en los usos de estos suelos debe contar con la autorización de la Dirección General competente del Gobierno de Cantabria, que también se encarga de la supervisión y conservación del único Espacio Natural Protegido del municipio: la ribera del río Pas. Este espacio, incluido en el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) "Río Pas", se caracteriza por la presencia de valiosos bosques de ribera como las alisedas y saucedas, además de especies protegidas, tanto piscícolas como el salmón atlántico y la madrilla, como ribereñas, entre ellas la nutria y el desmán.

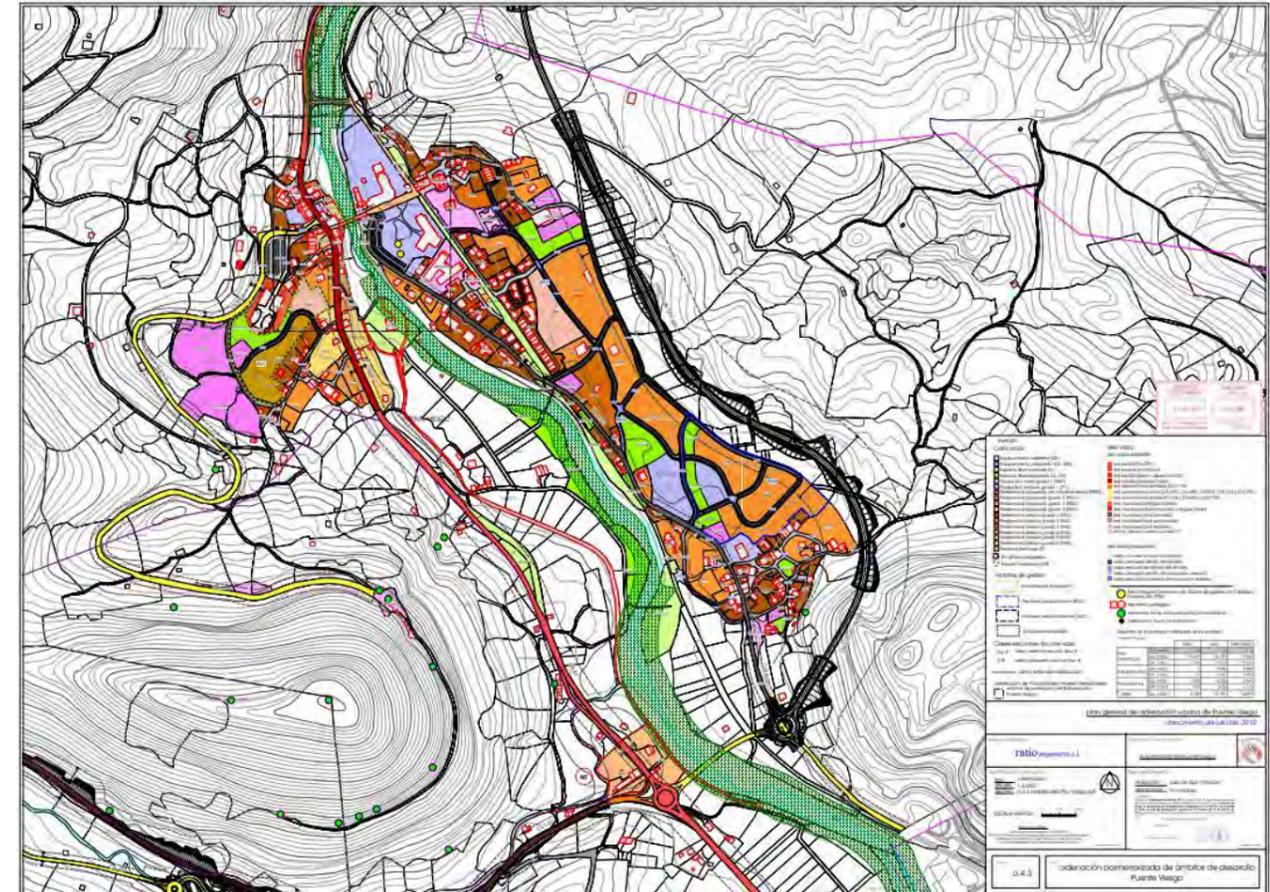


Fig. 2.2. Ordenación pormenorizada de ámbitos de desarrollo Puenteviesgo (PGOU).

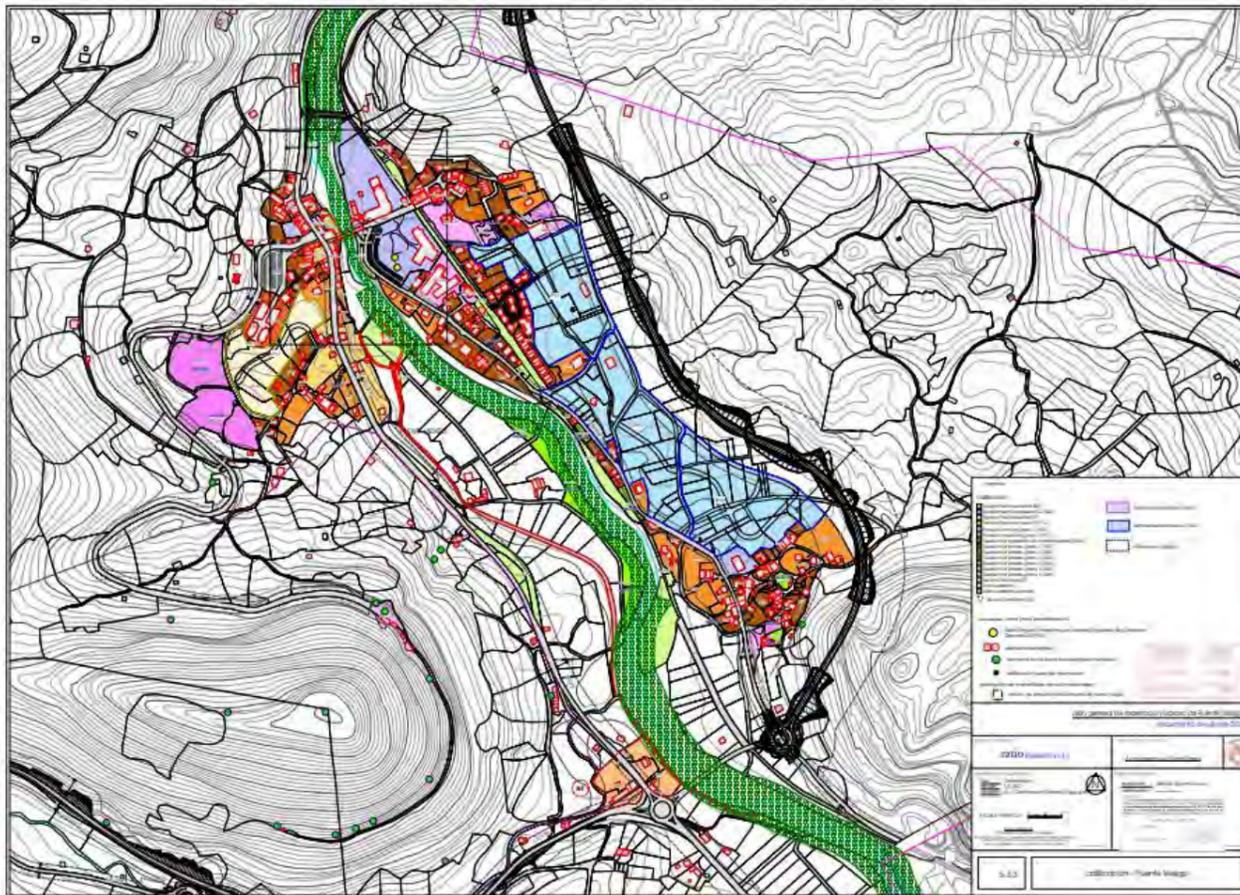


Fig. 2.3. Calificación Puente Viesgo (PGOU).

2.2. CONCLUSIONES

Tal como se muestra en las imágenes anteriores el trazado de la variante discurre en la mayoría de su longitud por suelo no urbanizable de interés agrícola y ganadero, excepto entre los puntos kilométricos (ingresar pk del río,) donde se debe realizar un viaducto pasando por el Rio Pas, el cual es un espacio natural protegido del municipio, al igual que las especies protegidas de prado de vega y áreas de pastizales.



ANEJO – TRÁFICO



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANÁLISIS DE TRÁFICO	2
1.1. Datos de partida	2
1.2. Cálculos	2
3. NIVEL SERVICIO.....	3



1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se realiza un estudio de tráfico que se tendrá, referido para el año de puesta en servicio (2025) y para una fecha horizonte de 20 años (año 2045). Para llevar a cabo el análisis de tráfico, se recopilarán los datos disponibles. En caso de que los estudios existentes sean considerados obsoletos debido a su antigüedad o composición, se elaborará uno nuevo. Se entiende que un estudio de tráfico pierde representatividad después de un período de cinco años desde su creación.

Los datos de tráfico de la situación inicial se obtienen del mapa de tráfico, otorgado por el gobierno de España y para el estudio de la variante de Puente Viesgo, se evaluará tanto su capacidad como los niveles de servicio. Para llevar a cabo esta tarea, se empleará la metodología descrita en el Manual de Capacidad. El contenido mínimo de este modelo debe permitir conocer el IMD y el porcentaje de pesados previstos, para el año de puesta en servicio y para el año horizonte.

2. ANÁLISIS DE TRÁFICO

1.1. DATOS DE PARTIDA

Del mapa de tráfico, se identifica la carretera N-623 la cual es una carretera convencional que atraviesa el municipio de Puente Viesgo, siendo la mejor opción de la cual se puede obtener los datos de tráfico.

Los siguientes datos pertenecen al año 2022.

IMD total: 5874.

Dividiéndose en vehículos ligeros y pesados, donde el porcentaje de ligeros es de un 93,05% y el de pesados previstos es un 6,94%.

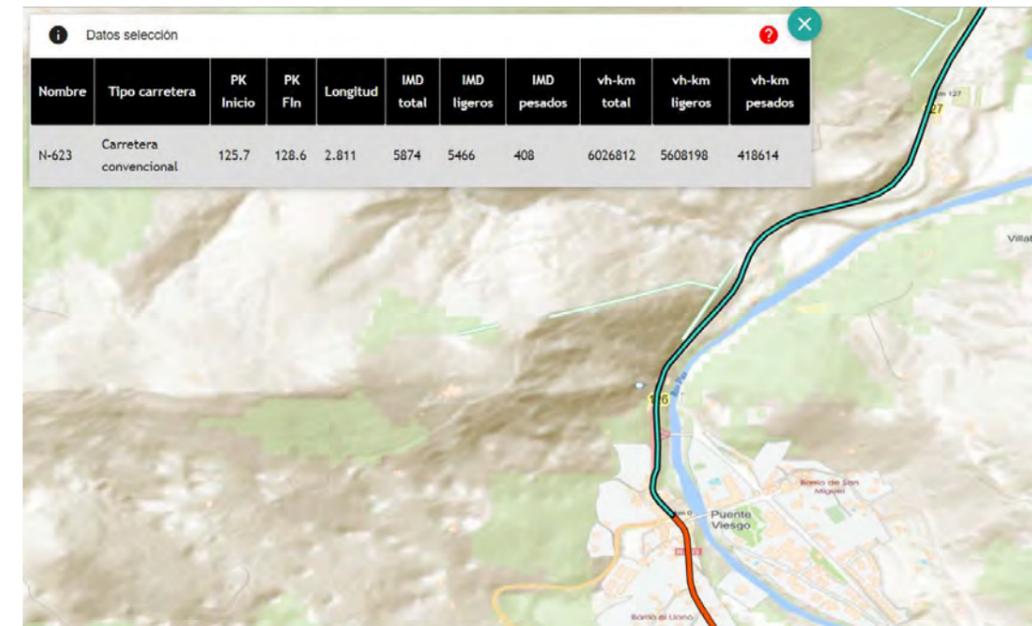


Figura 2.1 Mapa de tráfico N-623.

1.2. CÁLCULOS

La evolución del tráfico en el año de puesta en servicio se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IMD_T = IMD_{2022}(1 + r)^n$$

Donde:

- IMD_T intensidad media diaria del año de puesta en servicio (2025)
- IMD_{2022} intensidad media diaria del año inicial (2022)
- r tasa de crecimiento anual
- n número de años transcurridos.



Donde la intensidad media diaria del año 2025 (IMD) es mi incógnita, la IMD del año 2022 es la que obtuve del mapa de tráfico, la variable i es el incremento anual acumulativo expresado en porcentaje, el cual está incluido en la ORDEN FOM/3317/2010, de 17 diciembre, siendo este un 1,44% y para finalizar la variable t es el periodo o diferencia que hay entre los años de estudio.

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios	
Periodo	Incremento anual acumulativo
2017 en adelante	1,44 %

Al no disponer de los datos de distribución de los vehículos pesados por cada carril, se debe seguir lo indicado en la Instrucción 6.1.-IC. Secciones de firme: - "En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada".

De esta forma se obtienen los valores de IMD e IMD de vehículos pesados en un carril para el año de puesta en servicio:

- IMD en el año de puesta en servicio:

$$IMD_{2025} = 5874 \cdot \left(1 + \frac{1,44}{100}\right)^{2025-2022} = 6131 \frac{veh}{día}$$

- IMD de vehículos pesados en el año de puesta en servicio:

$$IMD_{veh\ pesados\ 2025} = \frac{6,94}{100} \cdot 6131 = 429 \frac{veh\ pesados}{día}$$

- IMD de vehículos pesados por carril en el año de puesta en servicio:

$$IMD_{veh\ pesados\ 2025\ carril} = \frac{1}{2} \cdot 429 = 214 \frac{veh\ pesados}{día \cdot carril}$$

- IMD en el año horizonte:

$$IMD_{2045} = 5874 \cdot \left(1 + \frac{1,44}{100}\right)^{2045-2022} = 8161 \frac{veh}{día}$$

- IMD de vehículos pesados en el año horizonte:

$$IMD_{veh\ pesados\ 2045} = \frac{6,94}{100} \cdot 8161 = 566 \frac{veh\ pesados}{día}$$

- IMD de vehículos pesados por carril en el año horizonte:

$$IMD_{veh\ pesados\ 2045\ carril} = \frac{1}{2} \cdot 566 = 283 \frac{veh\ pesados}{día \cdot carril}$$

3. NIVEL SERVICIO

La carretera proyectada consiste en una carretera de dos carriles de Clase II ya que no se espera viajar a altas velocidades y no constituye una ruta principal interurbana como lo dice el manual a continuación.

El Manual de capacidad considera tres clases para el análisis de carreteras convencionales, dependiendo de su funcionalidad, las clases consideradas son:

- Las de clase I, tienen como función el facilitar la movilidad a velocidades relativamente altas, como las que forman la red principal interurbana.
- Las de clase II, no tiene porqué facilitar el desarrollo de altas velocidades, bien por su función complementaria de las de categoría I, o por discurrir por terrenos accidentados, tener carácter turísticos, etc.
- Las de clase III, son las travesías de población y carreteras que discurren dentro de zonas urbanizadas.

La carretera tendrá una longitud de 1159, 58 m los cuales para efectos de cálculos se analizará el siguiente tramo ya que es el con más inclinación y mayor longitud, además se utilizará un K30 de 10,5 como lo indica la siguiente tablas:

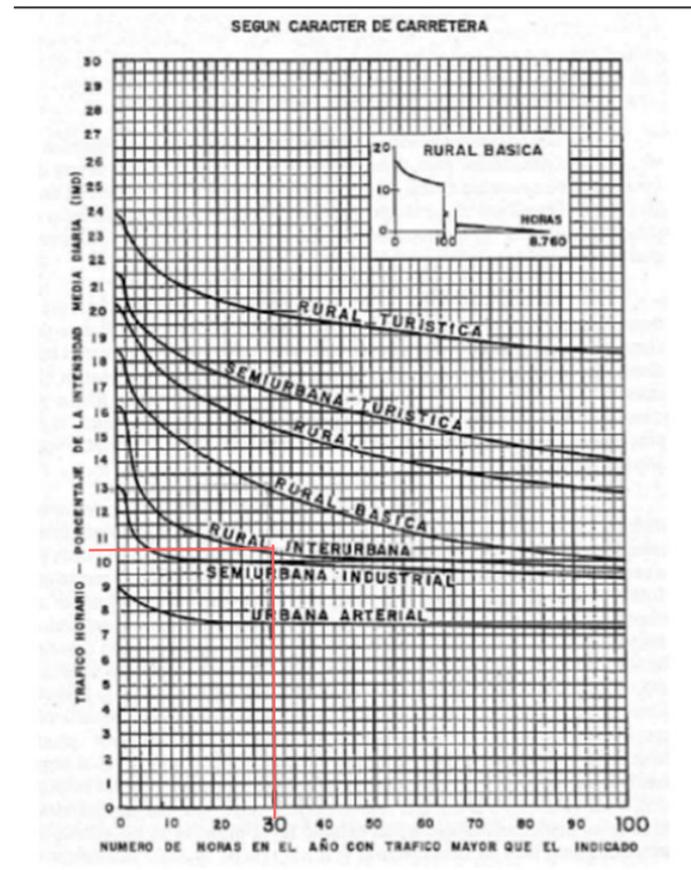


Gráfico 3.1 K30.

En la tabla interior se ingresa tomando un número de 30 horas por año en donde el tráfico es mayor que el indicado e intersectar con la zona de la carretera (rural interurbana).

- Tramo con curva e inclinación más grande. (PK 0+451,21 - PK 1+159,58)



Figura 3.1 Curva trazado Civil 3D.

La mayoría del tramo está compuesta por primera estancia por un túnel y luego por un puente y al igual que el resto de la carretera, su adelantamiento está prohibido.

El objetivo será determinar la cantidad de vehículos demorados y definir el nivel de servicio, para el cálculo de este se seguirá del siguiente procedimiento:



Paso 1; Identificar elementos y segmentar.

A continuación se enseñan los rangos de longitudes para calcular la velocidad y porcentaje de vehículos demorados. Por lo que el tramo debe cumplir con estas longitudes.

TABLA 10- RANGO DE LONGITUDES PARA CALCULAR LA VELOCIDAD Y PORCENTAJE DE VEHICULOS DEMORADOS

Vertical Class	Passing Constrained		Passing Zone		Passing Lane*	
	Minimum (mi)	Maximum (mi)	Minimum (mi)	Maximum (mi)	Minimum (mi)	Maximum (mi)
1	0.25	3.0	0.25	2.0	0.5	3.0**
2	0.25	3.0	0.25	2.0	0.5	3.0**
3	0.25	1.1	0.25	1.1	0.5	1.1**
4	0.5	3.0	0.5	2.0	0.5	3.0**
5	0.5	3.0	0.5	2.0	0.5	3.0**

Tabla 3.1 Rango de longitudes para calcular la velocidad y porcentaje de vehículos demorados.

TABLA 11- CLASIFICACION DE LA CARRETERA EN FUNCION DE SU TRAZADO EN ALZADO

Segment Length (mi)	Segment Percent Grade (%)									
	≤1	>1 ≤2	>2 ≤3	>3 ≤4	>4 ≤5	>5 ≤6	>6 ≤7	>7 ≤8	>8 ≤9	>9
≤0.1	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	2 (2)
>0.1 ≤0.2	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	3 (3)
>0.2 ≤0.3	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	4 (3)	4 (4)	5 (5)
>0.3 ≤0.4	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	3 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (4)	5 (5)	5 (5)
>0.4 ≤0.5	1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (3)	5 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.5 ≤0.6	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.6 ≤0.7	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (2)	4 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.7 ≤0.8	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (3)	4 (4)	5 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.8 ≤0.9	1 (1)	1 (1)	2 (1)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>0.9 ≤1.0	1 (1)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>1.0 ≤1.1	1 (1)	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)
>1.1	1 (1)	1 (1)	2 (2)	4 (4)	4 (4)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)

Tabla 3.3 Rango de longitudes para calcular la velocidad y porcentaje de vehículos demorados.

Paso 3; Calcular intensidades, capacidades y relaciones.

Una vez definida la clase vertical, se calculan las intensidades en ambos sentidos utilizando las siguientes tablas y fórmulas.

$$v_i = \frac{V_i}{FHP} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

- v_i intensidad en la dirección i (veh/h).
- i "d" (en la dirección considerara) y "o" (en la dirección opuesta)
- V_i volumen en una dirección i (veh/h).
- FHP factor de hora punta.

Paso 4; Determinar la velocidad libre.

El analista debe caracterizar las condiciones operativas de la instalación en términos de una velocidad libre básica (BFFS), para esta estimación se parte del limite de velocidad. Este valor equivaldría a la velocidad libre de

TRAMOS	PK	LONGITUD(m)	LONGITUD(mi)	INCLINACIÓN	RADIO(m)	Vp(km/h)
Tramo con adelantamiento no permitido	PK 0+451,21PK 1+159,58	708	0,44	5,81%	300	60

Tabla 3.2 Datos del tramo.

Paso 2; Determinar la clasificación vertical del trazado.

A partir de la longitud y su correspondiente inclinación, se determina la clase vertical de cada tramo. En este caso, el tramo estudiado se clasifica en la categoría 4 como lo indica la siguiente tabla:



la carretera en condiciones ideales, la velocidad libre (FFS) se indica que es aproximadamente un 14% más alta que el límite de velocidad.

La velocidad libre básica se calcula mediante la ecuación 2:

$$BFFS = 1,14 * S_{pl} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- $BFFS$ velocidad libre básica (mi/h).
- S_{pl} límite de velocidad (mi/h).

La velocidad libre se calcula mediante las ecuaciones 3 y 4:

$$FFS = BFFS - a \cdot (HV\%) - f_{LS} - f_A \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$a = \max \left[\{0.0333\}, \left\{ a_0 + a_1 \cdot BFFS + a_2 \cdot L + \max(\{0\}, \{ a_3 + a_4 \cdot BFFS \cdot L \}) \cdot \frac{v_0}{1000} \right\} \right] \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

- FFS velocidad libre (mi/h).
- f_{LS} factor de ajuste por anchura de arcenes.
- f_A factor de ajuste por puntos de acceso.
- HV porcentaje de vehículos pesados.
- a valor obtenido a partir de la ecuación 4.

TABLA 12- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 4

Vertical Class	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	-0.45036	0.00814	0.01543	0.01358	0.00000	0.00000
3	-0.29591	0.00743	0.00000	0.01246	0.00000	0.00000
4	-0.40902	0.00975	0.00767	-0.18363	0.00423	0.00000
5	-0.38360	0.01074	0.01945	-0.69848	0.01069	0.12700

Tabla 3.4 Coeficientes de la ecuación 4.

El ajuste por ancho de carril y arcén f_{LS} se calcula con la ecuación 5:

$$f_{LS} = 0.6 \cdot (12 - LW) + 0.7 \cdot (6 - SW) \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

- LW anchura de carril.
- SW anchura de arcenes.

Paso 5; Calcular la velocidad media.

$$S = \begin{cases} FFS & \text{Si } v_d \leq 100 \\ FFS - m \left(\frac{v_d}{1000} - 0.1 \right)^p & \text{Si } v_d > 100 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

- S velocidad en la dirección analizada.
- m coeficiente de la pendiente, a partir de la Ecuación 8.
- p coeficiente del exponente, a partir de la Ecuación 9.
- v_d Intensidad en la dirección analizada.



Paso 5a; Calcular el coeficiente (m).

Este valor se calcula con la ecuación 8

$$m = \max \left[\{b_5\}, \left\{ b_0 + b_1 \cdot FFS + b_2 \cdot \sqrt{\frac{v_0}{1000}} + \max\{0, \{b_3\}\} \cdot \sqrt{L} + \max\{0, \{b_4\}\} \cdot \sqrt{HV\%} \right\} \right] \text{ (Ecuación 8)}$$

Donde:

- *FFS* velocidad libre.
- *m* coeficiente de la pendiente.
- *L* longitud del tramo considerado.
- *Lh%* vehículos pesados.

TABLA 13- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 8 (SIN CARRIL ADICIONAL DE ADELANTAMIENTO)

Vertical Class	<i>b</i> ₀	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>b</i> ₃	<i>b</i> ₄	<i>b</i> ₅
1	0.0558	0.0542	0.3278	0.1029	0.0000	0.0000
2	5.7280	-0.0809	0.7404	Ecuación 9	Ecuación 10	3.1155
3	9.3079	-0.1706	1.1292	Ecuación 9	Ecuación 10	3.1155
4	9.0115	-0.1994	1.8252	Ecuación 9	Ecuación 10	3.2685
5	23.9144	-0.6925	1.9473	Ecuación 9	Ecuación 10	3.5115

Tabla 3.5 Coeficientes de la ecuación 8.

Para *b*₃ y *b*₄, cuando la tablas 13 lo indica, es necesario emplear las ecuaciones 9 y 10.

$$b_3 = c_0 + c_1 \cdot \sqrt{L} + c_2 \cdot FFS + c_3 \cdot (FFS \cdot \sqrt{L}) \text{ (Ecuación 9)}$$

$$b_4 = d_0 + d_1 \cdot \sqrt{HV\%} + d_2 \cdot FFS + d_3 \cdot (FFS \cdot \sqrt{HV\%}) \text{ (Ecuación 10)}$$

Completando los coeficientes con las siguiente tabla:

TABLA 17- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 10 (SIN CARRIL ADICIONAL DE ADELANTAMIENTO)

Vertical Class	<i>d</i> ₀	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	-1.7765	0.0000	0.0392	0.0000
3	-3.5550	0.0000	0.0826	0.0000
4	-5.7775	0.0000	0.1373	0.0000
5	-18.2910	2.3875	0.4494	-0.0520

Tabla 3.6 Coeficientes de la ecuación 10.

Paso 5b; Calcular el coeficiente de la potencia (p).

Este valor se calcula con la ecuación 11

$$p = \max \left[\{f_8\}, \left\{ f_0 + f_1 \cdot FFS + f_2 \cdot L + f_3 \cdot \frac{v_0}{1000} + f_4 \cdot \sqrt{\frac{v_0}{1000}} + f_5 \cdot HV\% + f_6 \cdot \sqrt{HV\%} + f_7 \cdot (L \cdot HV\%) \right\} \right] \text{ (Ecuación 11)}$$

Donde:

- *FFS* velocidad libre.
- *HV%* porcentaje de vehículos pesados.
- *L* longitud del tramo considerado.
- *v*₀ intensidad en la dirección opuesta.
- *f*₀ Coeficientes de la tabla 19.

TABLA 19- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 11 (SIN CARRIL ADICIONAL DE ADELANTAMIENTO)

Vertical Class	<i>f</i> ₀	<i>f</i> ₁	<i>f</i> ₂	<i>f</i> ₃	<i>f</i> ₄	<i>f</i> ₅	<i>f</i> ₆	<i>f</i> ₇	<i>f</i> ₈
1	0.67576	0.00000	0.00000	0.12060	-0.35919	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.34524	0.00591	0.02031	0.14911	-0.43784	-0.00296	0.02956	0.00000	0.41622
3	0.17291	0.00917	0.05698	0.27734	-0.61893	-0.00918	0.09184	0.00000	0.41622
4	0.67689	0.00534	-0.13037	0.25699	-0.68465	-0.00709	0.07087	0.00000	0.33950
5	1.13262	0.00000	-0.26367	0.18811	-0.64304	-0.00867	0.08675	0.00000	0.30590

Tabla 3.7 Coeficientes de la ecuación 11.



Paso 5c; Identificar todas las curvas horizontales dentro del segmento.

La carretera cuenta dos alineaciones curvas, de radio 480 y 300 metros, situadas entre las alineaciones rectas. Por tanto, se deberá realizar un ajuste de la velocidad en los tramos en los que se encuentren dichos subtramos curvos. Se define la clase horizontal a partir de la siguiente tabla y los peraltes.

TABLA 22- CLASIFICACIÓN EN FUNCION DEL TRAZADO EN PLANTA

Radius (ft)	Superelevation (%) (Peralte)										
	<1	≥1 <2	≥2 <3	≥3 <4	≥4 <5	≥5 <6	≥6 <7	≥7 <8	≥8 <9	≥9 <10	≥10
<300	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
300-449	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
450-599	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
600-749	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
750-899	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
900-1,049	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
1,050-1,199	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1,200-1,349	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,350-1,499	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
1,500-1,649	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—
1,650-1,799	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—
1,800-1,949	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
1,950-2,099	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
2,100-2,249	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
2,250-2,399	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,400-2,549	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
≥2550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Note: — means that the curve does not restrict speeds and can be treated as a tangent section.

Tabla 3.8 Clasificación en función del trazado en planta.

Paso 5d; Calcular la velocidad media de cada curva horizontal.

La velocidad promedio en cada subtramo de la curva horizontal se calcula con la ecuación 12

$$S_{Hci} = \min \left[\{S\}, \left\{ FFS_{Hci} - m \cdot \sqrt{\frac{v_0}{1000} - 0.1} \right\} \right] \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$FFS_{Hci} = BFFS_{Hci} - 0.0255 \cdot HV\% \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$BFFS_{Hci} = \min \{ BFFS_{Hci}, \{ 44.32 + 0.3728 \cdot BFFS_T - 6.868 \cdot HorizClass_i \} \} \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$\text{Siendo } m = \max \left[\{ 0.277 \}, \left\{ \begin{aligned} & -25.8993 - 0.7756 \cdot FFS_{Hci} + 10.629 \sqrt{FFS_{Hci}} + \\ & + 2.4766 \cdot HorizClass_i - 9.8238 \cdot \sqrt{HorizClass_i} \end{aligned} \right\} \right] \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

- S_{Hci} velocidad media del subtramo curvo i en la dirección analizada.
- FFS_{Hci} velocidad libre del subtramo curvo i en la dirección analizada.
- $BFFS_{Hci}$ velocidad libre básica del subtramo curvo i en la dirección analizada.
- $BFFS_T$ velocidad libre básica de un subtramo recto i en la dirección analizada.
- $HorizClass_i$ clasificación del subtramo i.
- m coeficiente de la pendiente, a partir de la ecuación.

**Paso 5d.2; Calcular la velocidad media ajustada para el tramo.**

En esta etapa se calcula una nueva velocidad media, con la ecuación 16, del tramo en función de las velocidades medias de todo los subtramos:

$$S = \frac{\sum_i (SubsegSpeed_i + Subseglenght_i)}{L} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde:

- S velocidad media del tramo en la dirección analizada.
- $SubsegSpeed_i$ velocidad del subtramo curvo o recto.
- $Subseglenght_i$ longitud del subtramo curvo o recto.
- L longitud total del tramo.

Paso 6 Estimar el porcentaje de vehículos demorados (PF).

Una vez se ha calculado la velocidad, se obtiene el porcentaje de vehículos demorados a partir de las capacidades en el 25% y 100% de la intensidad total.

$$PF = 100 \cdot \left[1 - e^{\left(m \cdot \left(\frac{v_d}{1000} \right)^p \right)} \right] \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

- PF porcentaje de vehículos demorados.
- v_d intensidad direccional.
- m coeficiente de ecuación.
- p coeficiente de exponente.

Paso 6.a; Demora PF_{cap} para el punto 2 (100% de la capacidad).

Esta ecuación se utiliza cuando no hay carril adicional de adelantamiento

$$PF_{cap} = b_0 + b_1(L) + b_2 \cdot (\sqrt{L}) + b_3 \cdot (FFS) + b_4 \cdot (\sqrt{FFS}) + b_5 \cdot (HV\%) + b_6 \cdot \left(FFS \cdot \frac{v_0}{1000} \right) + b_7 \cdot \left(\sqrt{\frac{v_0}{1000}} \right) \quad (\text{Ecuación 18})$$

TABLA 24- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 18

Vertical Class	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7
1	37.68080	3.05089	-7.90866	-0.94321	13.64266	-0.00050	-0.05500	7.13758
2	58.21104	5.73387	-13.66293	-0.66126	9.08575	-0.00950	-0.03602	7.14619
3	113.20439	10.01778	-18.90000	0.46542	-6.75338	-0.03000	-0.05800	10.03239
4	58.29978	-0.53611	7.35076	-0.27046	4.49850	-0.01100	-0.02968	8.89680
5	3.32968	-0.84377	7.08952	-1.32089	19.98477	-0.01250	-0.02960	9.99453

Tabla 3.9 Coeficientes de la ecuación 18.

- PF_{cap} vehículos demorados en la dirección analizada.
- HV porcentaje de vehículos pesados.
- FFS velocidad libre básica en la dirección analizada.
- L longitud del tramo considerado.
- v_0 intensidad en la dirección opuesta.
- b_0 coeficientes tabla 24.



Paso 6.b; Demora PF_{25cap} para el punto 1 (25% de la capacidad).

Cuando no hay carril adicional de adelantamiento

$$PF_{25cap} = c_0 + c_1(L) + c_2 \cdot (\sqrt{L}) + c_3 \cdot (FFS) + c_4 \cdot (\sqrt{FFS}) + c_5 \cdot (HV\%) + c_6 \left(FFS \cdot \frac{v_0}{1000} \right) + c_7 \cdot \sqrt{\frac{v_0}{1000}}$$

(Ecuación 20)

TABLA 26- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 20

Vertical Class	c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
1	18.01780	10.00000	-21.60000	-0.97853	12.05214	-0.00750	-0.06700	11.60405
2	47.83887	12.80000	-28.20000	-0.61758	5.80000	-0.04550	-0.03344	11.35573
3	125.40000	19.50000	-34.90000	0.90672	-16.10000	-0.11000	-0.06200	14.71136
4	103.13534	14.68459	-23.72704	0.66444	-11.95763	-0.10000	0.00172	14.70067
5	89.00000	19.02642	-34.54240	0.29792	-6.62528	-0.16000	0.00480	17.56611

Tabla 3.10 Coeficientes de la ecuación 20.

- PF_{25cap} vehículos demorados en la dirección analizada.
- HV porcentaje de vehículos pesados.
- FFS velocidad libre básica en la dirección analizada.
- L longitud del tramo considerado.
- v_0 intensidad en la dirección opuesta.
- c_0 coeficientes tabla 26.

Paso 6c; Calcular el coeficiente de Pendiente (m)

Para este calculo es necesario el valor de la capacidad del tramo en la dirección analizada. En el trazado no se considera un carril adicional de adelantamiento por lo que se debe utilizar una capacidad de 1.700 veh/h.

$$m = d_1 \left(\frac{0 - \ln \left[1 - \frac{PF_{25cap}}{100} \right]}{0.25 \cdot \left[\frac{cap}{1000} \right]} \right) + d_2 \left(\frac{0 - \ln \left[1 - \frac{PF_{cap}}{100} \right]}{\left[\frac{cap}{1000} \right]} \right)$$

(Ecuación 22)

TABLA 28- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 22

Segment Type	d_1	d_2
Passing Constrained and Passing Zone	-0.29764	-0.71917
Passing Lane	-0.15808	-0.83732

Tabla 3.11 Coeficientes de la ecuación 28.

Paso 6d- Calcular el coeficiente de potencia (p)

$$p = e_0 + e_1 \cdot \frac{0 - \ln \left[1 - \frac{PF_{25cap}}{100} \right]}{0.25 \cdot \left[\frac{cap}{1000} \right]} + e_2 \cdot \frac{0 - \ln \left[1 - \frac{PF_{cap}}{100} \right]}{\left[\frac{cap}{1000} \right]} + e_3 \cdot \sqrt{\frac{0 - \ln \left[1 - \frac{PF_{25cap}}{100} \right]}{0.25 \cdot \left[\frac{cap}{1000} \right]}} + e_4 \cdot \sqrt{\frac{0 - \ln \left[1 - \frac{PF_{cap}}{100} \right]}{\left[\frac{cap}{1000} \right]}}$$

(Ecuación 23)

TABLA 29- COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN 23

Segment Type	e_0	e_1	e_2	e_3	e_4
Passing Constrained and Passing Zone	0.81165	0.37920	-0.49524	-2.11289	2.41146
Passing Lane	-1.63246	1.64960	-4.45823	-4.89119	10.33057

Tabla 3.12 Coeficientes de la ecuación 29.

Paso 7; Calcular la densidad de vehículos demorados (PD)

En esta ecuación se determina la densidad de vehículos del tramo. El trazado al no tener un carril adicional se utilizará la siguiente ecuación:

$$FD = \frac{PF}{100} \cdot \frac{v_d}{S}$$

(Ecuación 35)



Paso 8; Determinar el nivel de servicio

El NS se determina comparando la densidad de demorados con los de la tabla siguiente, en función de las limitaciones de velocidad:

TABLA 6- NIVELES DE SERVICIO CARRETERAS DE DOS CARRILES

LOS	Follower Density (followers/mi/ln)	
	Higher-Speed Highways Posted Speed Limit ≥ 50 mi/h	Lower-Speed Highways Posted Speed Limit < 50 mi/h
A	≤ 2.0	≤ 2.5
B	> 2.0 – 4.0	> 2.5 – 5.0
C	> 4.0 – 8.0	> 5.0 – 10.0
D	> 8.0 – 12.0	> 10.0 – 15.0
E	> 12.0	> 15.0
F	Demand exceeds capacity	

Tabla 3.13 Niveles de servicio carretera de dos carriles.

A continuación, se muestra una tabla con todos los cálculos efectuados, dando así que la carretera del actual trazado tiene un nivel de servicio C.

DATOS					CÁLCULO NIVEL DE SERVICIO				
Parámetro		Unidad		Valor	Parámetro	Unidad	Resultado	Ecuación	
Tramo Adelantamiento Prohibido	PK			PK 0+451,21PK 1+159,58	Intensidad en la dirección considerada	vd	veh/h/carril	456	1
CLASE VERTICAL	CVert			4	Intensidad total	v0	veh/h	912	
Longitud tramo	Lt	mi	708	0,440	Velocidad libre básica	BFFS	mi/h	42,502	2
Adelantamiento			PROHIBIDO	PROHIBIDO	Velocidad libre	FFS	mi/h	40,286	3
IMD 2045		veh/día		4080,5	Coefficiente Ecuación 4	a		0,0333	4
Porcentaje intensidad media	K30	RURAL INTERURBANA	%	10,5	Factor reductor ancho de carril	fts	mi/h	2,214	5
Volumen en una dirección	Vd		veh/h/carril	428	Factor reductor por puntos de acceso	fa	mi/h	0	6
Volumen en ambas direcciones	Vo		veh/h/carril	856,905	Velocidad en la dirección analizada	S	mi/h	38,939	7
Factor Hora Punta	FHP	DATO TABLA 8		0,94	Ecuación 9	b3		-1,811	9
Límite de velocidad	Spl		mi/h	60	Ecuación 10	b4		-0,24626	10
Porcentaje pesados	HV		%	7	Coefficiente de la pendiente	m		2,71082	8
Inclinación	i		%	5,81	Coefficiente del exponente	p		0,67689	11
Anchura de carriles (ft)	LW		ft	3,5	Velocidad media subtramo curvo	SHC	mi/h	38,939	12
Anchura de arcenes (ft)	SW		ft	1	Velocidad libre subtramo curvo	FFSHC	mi/h	53,118	13
Accesos (acc/mi)	APD	10/1,275	acc/mi	0,00	Velocidad libre básica subtramo curvo	BFFSHC	mi/h	53,297	14
Radio C2 (ft)	R2		ft	300	Coefficiente Ecuación 12	m		3,0216	15
CLASE HORIZONTAL	CHoriz			1	Velocidad media total	Smed	mi/h	38,971	16
Longitud Tramo 1 (curva)	LC1		mi	262,29	Velocidad libre media total	FFSmed	mi/h	45,073	
Longitud Tramo 2 (recta)	LR2		mi	446,292	Capacidad 100%	PFcap100	%	88,148	18
					Capacidad 25%	PFcap25	%	56,934	20
					Coefficiente de la pendiente	m		-1,69116	22
					Coefficiente del exponente	p		1,22114	23
					Porcentaje de vehículos demorados	PF	%	47,68	17
					Densidad de vehículos demorados	FD	veh/mi	5,577	35
					Nivel de servicio	NS		C	

Tabla 3.14 Niveles de servicio Trazado de la variante de Puente Viesgo.

Teniendo como resultado una carretera con nivel de servicio C, según la siguiente tabla se puede clasificar con una calidad Normal-Se debe prestar atención.

Nivel	Calidad	
A	ÓPTIMA	LIBERTAD DE ELECCION
B	BUENO	SE NOTA PRESENCIA DE OTROS USUARIOS
C	NORMAL	SE DEBE PRESTAR ATENCIÓN
D	ACEPTABLE	LOS MOVIMIENTOS ESTÁN RESTRINGIDOS
E	MALA	INESTABILIDAD
F	PÉSIMA	COLAPSO

Tabla 3.15 Niveles de servicio (calidad).



ANEJO – ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDO



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. GEOTECNIA.....	2
2.1. Caracterización Geotécnica de los Materiales.....	2
2.2. Mapa Geotécnico de la zona	5
3. CÁLCULO DE TALUDES.....	6
3.1. Taludes de Desmonte	6
3.2. Taludes de Terraplén	6
3.2.1 Clasificación AASHTO.....	6
3.2.2 Clasificación SUCS.....	7
3.2.3 Conclusión	7
4. RECOMENDACIONES PARA LA EXPLANADA.....	7



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se definirá la geotecnia de la zona donde se asienta el nuevo vial. En base a esta, según las características del suelo, se especifican los taludes de los desmontes y los terraplenes que se aplican a lo largo del trazado.

2. GEOTECNIA

2.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Se ha utilizado como referencia la hoja 11-Reinosa del Mapa Geotécnico General del IGME, a una escala de 1:200000, para poder analizar las propiedades geotécnicas del área de interés.

De acuerdo con este mapa, se observa un terreno de condiciones favorables para la construcción, tratándose de una zona sin problemas específicos aparentes, siendo estos muy localizados y de tipo litológico o hidrológico. Se clasifica la zona en cuestión como I1, I13 Y III2, compuesta principalmente por calizas masivas, rocas estratificadas, gravas, arenas, limas y arcillas y bolos heterométricos, lo que provoca un relieve llano en los páramos y abrupto en el resto, tiene una alta estabilidad.

En general se trata de una morfología montañosa con fuertes pendientes, con una estabilidad buena excepto de problemas puntuales por la caída de bloques.

Los materiales presentes en términos hidrológicos son materiales permeables y son fáciles de drenar, teniendo en cuenta también la presencia de acuíferos importantes. Las cargas unitarias y los asentamientos nulos o de mediano plazo son características de este tipo de suelo.



Figura 2.1 Detalle de la geotecnia en la zona de trazado.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	
Muy Favorables.	
Favorables.	
Aceptables.	
Desfavorables.	
Muy Desfavorables.	

Figura 2.2. Características constructivas de la zona de trazado.



REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I MATERIALES RECIENTES HORIZONTALES O MUY POCO PLEGADOS - CUATERNARIO Y TERCARIO.	I ₁ ALLUVIONES Y MANTOS TIPO RAÑAS.	Gravas, arenas, limos y arcillas, bolos heterométricos en los mantos tipo raña. Relieve totalmente llano o en ligera pendiente uniforme. Estabilidad alta. Materiales permeables. Nivel freático próximo. Drenaje fácil. Acuíferos superficiales. Capacidad de carga media (2-3 Kg/cm ²) salvo pequeñas zonas. Asientos de tipo medio. Algun punto con socavación de ríos.
	I ₂ CONGLOMERADOS TERCARIOS.	Conglomerados de cemento calcáreo o arenoso. Suelo escaso. Relieve suave con ligeras ondulaciones. Estabilidad alta. Materiales permeables con escorrentía alta. Drenaje fácil; nivel freático profundo. Cargas unitarias medias (2-4 Kg/cm ²) y altas (>4 Kg/cm ²). Asientos nulos. Taludes fuertes.
	I ₃ MATERIALES DETRITICOS TERCARIOS.	Arenas arcillosas, areniscas, margas y arcillas. Suelo arenoso-arcilloso de 0,5m. Relieve llano con pendientes menores del 5%. Estabilidad buena, fácil erosión. Semipermeables en conjunto, con grandes variaciones locales. Drenaje bueno. Cargas unitarias medias (2-4 Kg/cm ²). Asientos de tipo medio a largo plazo. Excavaciones fáciles.

Figura 2.3. Criterios de división y características generales de la zona de trazado.

II MATERIALES MESOZOICOS PLEGADOS Y FRACTURADOS EN GRADO VARIADO.	II ₁ MATERIALES CON NIVELES HETEROGENEOS PREDOMINIO CALCAREO.	Materiales rocosos en estratos de naturaleza calcárea dominante. Suelo débil. Morfología muy variada, desde llana a montañosa. Estabilidad alta. Problemas de deslizamiento en puntos aislados. Conjunto semipermeable. Drenaje fácil por escorrentía alta. Acuíferos de difícil valoración. Capacidad de carga alta (>4 Kg/cm ²) o media, asientos nulos. Excavación variable.
	II ₂ MATERIALES DETRITICOS FACIES WEALD Y ALBENSE.	Materiales detríticos de arcillas y areniscas en facies Weald y Albense. Potente recubrimiento superficial. Relieve ondulado, con acumulaciones arcillosas. Inestabilidades frecuentes en algunas zonas. Conjunto impermeable o semipermeable. Alta escorrentía. Drenaje difícil en zonas. Cargas medias (2-3 Kg/cm ²) y bajas (1-2 Kg/cm ²) asentamientos medios a largo plazo. Excavación fácil.
	II ₃ ROCAS CALIZAS MASIVAS O EN BANCOS POTENTES.	Rocas calizas potentes en bancos de dolomía, caliza y carnioles. Relieve llano en los "paramos" y abrupto en el resto. Estabilidad alta con caída de bloques. Materiales permeables, drenaje fácil, posibles acuíferos importantes. Capacidad de carga alta (>4 Kg/cm ²). Excavaciones difíciles. Taludes casi verticales.

Figura 2.4. Criterios de división y características generales de la zona de trazado.



III MATERIALES TRIASICOS Y PERMO TRIASICOS. PRESENCIA DE YESO.	III MARGAS Y ARCILLAS YESIFERAS.	Margas y arcillas yesíferas y yesos del Keuper. Potente suelo arcilloso. Relieve suavemente ondulado. Inestabilidad general en presencia de agua. Materiales impermeables con drenaje difícil. Aguas agresivas al hormigón. Cargas unitarias medias (2-4 Kg/cm ²) o bajas (1-2 Kg/cm ²). Excavación fácil, con taludes tendidos.
	III ₂ ARENISCAS Y ARGILLAS EN BANCOS DUREOS.	Areniscas en bancos potentes con intercalaciones de bancos de argilita. Escaso suelo superficial. Morfología muy montañosa con fuertes pendientes. Estabilidad buena. Problemas puntuales por caída de bloques. Materiales semipermeables, con escorrentía muy alta. Drenaje fácil. Capacidad de carga alta (>4 Kg/cm ²). Asientos nulos posibles descalzamientos de la arenisca. Excavación difícil.

Figura 2.5. Criterios de división y características generales de la zona de trazado.



3. CÁLCULO DE TALUDES

Debido a falta de datos de la geotecnia de la zona de trazado, la definición de las propiedades del suelo se realizará en función únicamente de las características geológicas anteriormente detalladas.

3.1. TALUDES DE DESMONTE

Para el cálculo de los taludes de desmonte, se usarán los valores de ángulos aproximados, presentados a continuación:

TIPO DE TERRENO		ALTURA DEL DESMONTE en metros.	
		H < 3	3 ≤ H ≤ 6
Granular	Gravas y zahorras		
	Arenas gruesas y medias, no limosas	1,5:1	1,5:1
	Arenas finas limosas uniformes	1,5:1	1,75:1
Coherente	Limos y limos arenosos	1,5:1	1,5:1
	Arcillas arenosas y limos arcillosos de IP de 10 a 20		
		1,25:1	1,25:1
	Arcillas de IP de 20 a 30	1,25:1	1,5:1
	Arcillas de IP > 30	1,25:1	1,25:1

Tabla 3.1. Valores de ángulos de talud de desmonte aproximados (H/V).

Como se observa en la tabla anterior, y teniendo en cuenta que los materiales del terreno son calizas y rocas estratificadas, que se aproxima a un suelo granular, se considerará un talud de desmonte de **3(H):2(V)** para cualquier altura.

3.2. TALUDES DE TERRAPLÉN

Para el cálculo de los taludes de terraplén, se usarán los valores de ángulos aproximados, presentados a continuación:

AASHTO	SUCS	CONDICIONES DE SITUACIÓN			
		No sujeto a inundación		Sujeto a inundación	
		Altura terraplén en m.	Pendiente del talud (H/V)	Altura terraplén en m.	Pendiente del talud (H/V)
A-1	GW, GP, SW	NO CRÍTICA	1,5:1	NO CRÍTICA	2:1
A-3	SP	NO CRÍTICA	1,5:1	NO CRÍTICA	2:1
A-2-4	GM, SM	< 15	2:1	< 10	3:1
A-2-5				3 < H < 10	3:1
A-2-6, A-2-7	GC, SC	< 15	2:1	< 15	3:1
A-4, A-5	ML, MH	< 15	2:1	< 15	3:1
A-6, A-7	CL, CH	< 15	2:1	< 15	3:1
A-8	Pt, OL, OH	NO CONVENIENTES			

Tabla 3.2. Valores de ángulos de talud de terraplén aproximados (H/V).

Para poder determinar las dimensiones de los taludes de terraplén, se debe conocer el tipo de árido según la clasificación AASHTO o bien la clasificación SUCS.

3.2.1 CLASIFICACIÓN AASHTO

Debido a la falta de datos del suelo como el análisis granulométrico o el índice de grupo, no se puede hacer uso de la tabla de clasificación general AASHTO, por lo que usaremos la siguiente tabla:

Clasificación	Composición del material	Permeabilidad	Capilaridad	Elasticidad	Cambios de volumen	Para capa de rodadura	Para base	Para subbase	Para terraplenes >de 15m	Para terraplenes <de 15m	Comportamiento después de compactado	Fallos que presenta el terreno
A-1	Mezcla de grava, arena, limo y arcilla, en cantidades bien proporcionadas	Baja	Baja	Casi nula	Muy pequeños	Excelente	Bueno a excelente	Bueno a excelente	Bueno a excelente	Excelente	Excelente. Estable en tiempo seco y húmedo	Prácticamente ninguno
A-2	Mezcla mal proporcionada de grava, arena, limo y arcilla. Tiene limo o arcilla en exceso	Baja a mediana	Baja a mediana. A veces perjudicial	Casi nula	A veces perjudiciales cuando son plásticos	Regular a bueno	Regular a excelente	Regular a excelente	Regular a bueno	Bueno	Bueno a excelente. Estable en tiempo seco. A veces polvoriento. Se reblanisce en tiempo húmedo	Se reblanisce cuando llueve. En tiempo seco se vuelve suizo y polvoriento
A-3	Arena o mezcla de grava y arena, con poco o nada de material fino	Mediana a elevada	Baja	Casi nula	Muy pequeños	Malo a regular	Regular a excelente	Regular a excelente	Regular a bueno	Bueno	Bueno a excelente. Es más estable en condiciones húmedas	Es inestable cuando se halla seco. Tiende a deslizarse cuando no está debidamente confinado. No tiene suficiente cohesión
A-4	Material limoso sin grava, ni arena gruesa. Contiene algo de arena fina y mediana. Su contenido de arcilla no es elevado	Baja a mediana	Muy elevada perjudicial	Baja	Regulares a grandes. Perjudiciales en época de heladas	Malo a pésimo	Malo a regular	Malo a regular	Malo a bueno	Malo a bueno	Regular en tiempo seco. Inestable en tiempo húmedo	Absorbe agua rápidamente perdiendo estabilidad. Susceptible de erosiones y lavados en época de lluvia. Posibilidad de hinchamientos de terreno
A-5	Material limoso semejante a A-4 pero con cierta cantidad de mica ó diatomáceos que le da elasticidad	Baja	Regular a elevada	Elevada perjudicial	Regulares a grandes. A veces perjudiciales cuando llueve	Pésimo	Malo	Malo	Pésimo	Malo a pésimo	Semejante al A-4	Presenta además una elasticidad perjudicial que impide una buena compactación
A-6	Terreno arcilloso sin material grueso. Poca arena fina. Rico en material coloidal	Prácticamente impermeable	Regular a elevada	Baja	Grandes. Pueden ser perjudiciales en época de lluvia	Malo a pésimo	Regular a pésimo	Pésimo a regular	Malo a pésimo	Regular a malo	Regular a bueno en tiempo seco. Malo en tiempo lluvioso	En épocas de lluvia se pone resbaladizo y los pavimentos fallan por falta de base firme. Cuando se humedece o seca sufre hinchamientos y contracciones perjudiciales
A-7	Terreno arcilloso semejante a A-6, pero no tan rico en material coloidal. Presenta propiedades elásticas	Baja	Regular a elevada	Elevada a perjudicial	Grandes. Pueden ser perjudiciales en época de lluvia	Malo a pésimo	Regular a pésimo	Regular a pésimo	Malo a pésimo	Malo a pésimo	Regular a bueno en tiempo seco. Malo en tiempo lluvioso	Los mismos inconvenientes que A-6. Presenta además una clasificación perjudicial que impide una buena compactación
A-8	Terreno turboso, suave y esponjoso. Puede contener arena y material fino en cantidades variables	Muy permeable	Muy elevada perjudicial	Muy elevada perjudicial	Grandes perjudiciales	Pésimo	Pésimo	Pésimo	Pésimo	Pésimo	El material debe retirarse. Compactándolo no se obtiene resultado satisfactorio alguno	Pésimo material para emplearlo en construcción. Su valor soporte es casi nulo

Tabla 3.3. Valoración de los suelos AASHTO.

Según la composición del material que constituye este terreno, se podría considerar el tramo como A-1, que serían suelos de grava, arena, limo y arcilla, en cantidades bien proporcionadas.



3.2.2 CLASIFICACIÓN SUCS

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	CAPACIDAD DE CARGA	RIESGO DE ASIENTOS	MODIFICACIÓN DE RESISTENCIA POR CAMBIOS DE HUMEDAD	COMPACTABILIDAD	RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES
GW	Gravas limpias bien graduadas	Muy alta	Bajísimo	Muy baja	Muy buena	Muy bajo
GP	Gravas limpias mal graduadas	Alta	Muy bajo	Muy baja	Buena	Bajo
SW	Arenas limpias bien graduadas	Muy alta	Bajísimo	Muy baja	Muy buena	Muy bajo
SP	Arenas limpias mal graduadas	Alta	Muy bajo	Muy baja	Buena	Bajo
GC	Gravas arcillosas	Alta	Bajo	Baja a media	Buena a media	Muy bajo
SC	Arenas arcillosas	Alta o media	Bajo	Baja a media	Buena a media	Bajo
GM	Gravas limosas	Alta	Bajo	Baja	Media	Bajo
SM	Arenas limosas	Alta a media	Bajo	Baja	Media	Bajo a medio
ML	Limos de baja plasticidad	Media a baja	Medio	Media a alta	Mala	Medio
CL	Arcillas de baja plasticidad	Baja	Medio	Media a alta	Media a mala	Medio a alto
MH	Limos de alta plasticidad	Baja	Alto	Alta	Muy mala	Medio a alto
CH	Arcillas de alta plasticidad	Muy baja	Muy alto	Alta	Mala	Alto
O	Suelos orgánicos	Bajísima	Altísimo	Altísima	Muy mala	-

Tabla 3.4. Valoración de los suelos SUCS.

Según la anterior tabla y el tipo de suelo, se le atribuirá una tipología GW (Gravas limpias bien graduadas).

3.2.3 CONCLUSIÓN

Por tanto, teniendo en cuenta que la zona de trazado no es una zona inundable, se determina que el talud de los terraplenes, independientemente de su altura, será de **3(H):2(V)**.

4. RECOMENDACIONES PARA LA EXPLANADA

De acuerdo con la siguiente tabla, se llevarán a cabo una serie de suposiciones con motivo de determinar la categoría de explanada para así poder determinar las dimensiones del firme.

El suelo del trazado se compone en su totalidad de calizas masivas y rocas estratificadas, es decir, rocas sedimentarias no granulares, que presentan una muy alta capacidad de carga, una alterabilidad baja en presencia de agua, una compactabilidad media/fácil y una alterabilidad potencial baja.

TIPOS DE ROCA	CAPACIDAD DE CARGA	MODIFICACIÓN DE RESISTENCIA EN PRESENCIA DE AGUA	COMPACTABILIDAD	ALTERABILIDAD POTENCIAL
Ígneas ácidas de grano grueso	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja
Ígneas básicas de grano grueso	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja
Ígneas ácidas de grano fino	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja
Ígneas básicas de grano fino	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja
Ígneas no granulares	Alta	Nula	Muy difícil	Baja
Sedimentarias de grano grueso	Alta	Muy baja	Media	Baja
Sedimentarias de grano fino	Alta	Media a baja	Media a fácil	Media
Sedimentarias no granulares	Muy alta	Baja	Media a fácil	Baja
Sedimentarias cristalinas	Baja	Muy alta	Irregular	Muy alta
Metamórficas de grano grueso	Alta	Nula	Difícil	Baja
Metamórficas de grano fino	Alta a media	Media a baja	Difícil a media	Alta
Metamórficas no granulares	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja

Tabla 3.5. Características de los principales tipos de rocas en cuanto a aptitud para cimientos.

Conociendo estas características, y dado que se carece de datos como el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga o el índice CBR, se puede asumir que se trata de un suelo tolerable y se pretende conseguir una explanada intermedia, de categoría E2.



ANEJO – MOVIMIENTO DE TIERRAS



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	2
2.1. Descripción	2
2.1.1. Sección en recta.....	2
2.1.2. sección en curva	2
2.2. Taludes.....	2
2.2.1. Desmonte y terraplén excepto suelo seleccionado	3
2.2.2.....	6
2.3. Diagramas de masas	6
3. VERTEDERO	6



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se fijarán los parámetros relacionados al movimiento de tierra que nos permitirán definir los distintos procedimientos para la ejecución de la carretera, como son las secciones transversales tipo y los taludes necesarios en caso de desmonte y terraplén. Para ello se expondrá un informe de movimiento de tierras, que toma los datos por intervalos de 20 metros, y se determina la zona de alojamiento del excedente de este movimiento de tierras.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1. DESCRIPCIÓN

Estos movimientos de tierra se realizarán ajustando lo máximo posible la rasante de nuestro trazado al terreno en donde será emplazado, sin dejar de cumplir las normativas o especificaciones, ya sea acuerdos en alzado, pendientes máximas, condiciones de visibilidad, peraltes, etc. Además, se intentará aprovechar los volúmenes de tierra desplazado en desmontes en los terraplenes que sean necesarios para el trazado, buscando así generar una compensación en el movimiento de tierras y disminuyendo el impacto ambiental.

El material restante que no sea utilizado en terraplenes o en la explanada, se agrupará en un vertedero o acopio, previamente a realizar los movimientos de tierras, ya sea excavación o terraplenes, se llevará a cabo un desbroce o despeje de terreno de 30 cm, retirando toda capa superficial de vegetación, tierra orgánica y obstáculos para dejar el terreno liso.

El trazado de la variante se encuentra generalmente sobre dos tipos de materiales, suelos y rocas blandas, los problemas de inestabilidad que se puedan encontrar en estas zonas se resolverán con taludes suaves que eviten caídas o estructuras que la soporten, para los rellenos no se esperan problemas de importancia ya que no se han detectado suelos blandos en grandes extensiones, por lo que su estabilidad general no es importante para el diseño.

2.1.1. SECCIÓN EN RECTA

La sección transversal de la carretera está conformada por una sección de 9 m, la conforman dos carriles de 3.5 m, dos arcenes de 1 m, como el tipo de sección que nos indica la norma 3.1-IC. Las pendientes transversales que se utilizarán en las capas de firme y explanada a lo largo del trazado, serán aquellas que permitan evacuar las aguas superficiales y de infiltración que caigan o se depositen sobre la plataforma, serán constantes del 2% para facilitar la construcción.

2.1.2. SECCIÓN EN CURVA

En la superficie de rodadura de las curvas del trazado se adoptará una pendiente transversal igual al peralte que tiene el radio de curva en planta, según las instrucciones de la normativa 3.1-IC de trazado de carreteras, las capas inferiores y arcenes tomarán una pendiente transversal igual que la de la calzada.

2.2. TALUDES

Desmonte

Los taludes serán 3:2. Se toma esta decisión debido a que la zona de desmontes no es una zona con problemas de inestabilidad, meteorización o deslizamiento importantes a lo largo de la variante.

Siendo el siguiente volumen de tierra de desmonte

Terraplén

Los terraplenes se realizarán mediante rellenos compactados cuyo material se obtiene del mismo movimiento de tierras de la ejecución del trazado, para la realización de estos, se usará una relación 3:2 para los taludes.

Siendo el siguiente volumen de tierra de terraplén:



TRAZADO DE VARIANTE DE PUENTE VIESGO

ANEJO – MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.2.1. DESMONTE Y TERRAPLÉN EXCEPTO SUELO SELECCIONADO

P.K.	Área de desmonte (Metros cuadrados)	Volumen de desmonte (Metros cúbicos)	Volumen reutilizable (Metros cúbicos)	Área de terraplén (Metros cuadrados)	Volumen de terraplén (Metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos)	Vol. reutilizable acumul. (Metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (Metros cúbicos)
0+020.00	16.64	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	25.63	422.69	422.69	0.00	0.16	422.69	0.16	0.16	422.53
0+060.00	39.33	649.66	649.66	0.00	0.00	1,072.35	0.16	0.16	1,072.19
0+080.00	45.18	847.63	847.63	0.00	0.00	1,919.98	0.16	0.16	1,919.82
0+100.00	26.18	716.62	716.62	0.00	0.00	2,636.60	0.16	0.16	2,636.44
0+120.00	2.04	283.67	283.67	3.19	31.69	2,920.27	31.85	31.85	2,888.42
0+140.00	0.07	21.32	21.32	9.36	124.82	2,941.59	156.67	156.67	2,784.92
0+160.00	0.00	0.69	0.69	11.30	205.99	2,942.28	362.66	362.66	2,579.62

0+180.00	13.86	139.08	139.08	0.01	112.88	3,081.36	475.54	475.54	2,605.82
0+200.00	37.59	516.22	516.22	0.00	0.06	3,597.58	475.60	475.60	3,121.98
0+220.00	36.88	744.75	744.75	0.00	0.00	4,342.32	475.60	475.60	3,866.73
0+240.00	41.92	788.04	788.04	0.00	0.00	5,130.37	475.60	475.60	4,654.77
0+260.00	34.79	767.10	767.10	0.00	0.00	5,897.47	475.60	475.60	5,421.86
0+280.00	25.88	606.70	606.70	0.00	0.04	6,504.16	475.64	475.64	6,028.52
0+300.00	26.85	527.33	527.33	0.00	0.04	7,031.49	475.68	475.68	6,555.81
0+320.00	42.74	695.93	695.93	0.03	0.27	7,727.42	475.95	475.95	7,251.47
0+340.00	85.04	1,277.77	1,277.77	0.00	0.28	9,005.19	476.24	476.24	8,528.95
0+360.00	123.77	2,088.09	2,088.09	0.14	1.45	11,093.28	477.69	477.69	10,615.59
0+380.00	194.96	3,187.35	3,187.35	0.00	1.44	14,280.63	479.13	479.13	13,801.50



TRAZADO DE VARIANTE DE PUENTE VIESGO

ANEJO – MOVIMIENTO DE TIERRAS

0+400.0 0	254.98	4,499.42	4,499.42	0.00	0.00	18,780.05	479.13	479.13	18,300.92
0+420.0 0	309.35	5,643.27	5,643.27	0.02	0.22	24,423.32	479.34	479.34	23,943.97
0+440.0 0	306.40	6,157.43	6,157.43	0.00	0.22	30,580.74	479.56	479.56	30,101.18
0+460.0 0	368.10	6,700.59	6,700.59	0.00	0.00	37,281.33	479.56	479.56	36,801.77
0+480.0 0	402.03	7,625.79	7,625.79	0.00	0.00	44,907.12	479.56	479.56	44,427.56
0+500.0 0	394.24	7,879.91	7,879.91	0.00	0.00	52,787.03	479.56	479.56	52,307.47
0+520.0 0	267.87	6,575.48	6,575.48	0.00	0.00	59,362.51	479.56	479.56	58,882.95
0+540.0 0	247.86	5,148.30	5,148.30	0.00	0.00	64,510.80	479.56	479.56	64,031.24
0+560.0 0	268.67	5,163.35	5,163.35	0.00	0.00	69,674.15	479.56	479.56	69,194.59
0+580.0 0	260.82	5,293.37	5,293.37	0.00	0.00	74,967.52	479.56	479.56	74,487.96
0+600.0 0	246.95	5,076.52	5,076.52	0.00	0.00	80,044.04	479.56	479.56	79,564.48

0+620.0 0	358.45	6,036.76	6,036.76	0.00	0.00	86,080.80	479.56	479.56	85,601.24
0+640.0 0	490.67	8,467.47	8,467.47	0.00	0.00	94,548.27	479.56	479.56	94,068.71
0+660.0 0	494.39	9,847.55	9,847.55	0.00	0.00	104,395.8 2	479.56	479.56	103,916.2 6
0+680.0 0	408.82	9,044.91	9,044.91	0.00	0.00	113,440.7 3	479.56	479.56	112,961.1 7
0+700.0 0	309.31	7,181.32	7,181.32	0.00	0.01	120,622.0 6	479.57	479.57	120,142.4 9
0+720.0 0	189.23	4,985.42	4,985.42	0.01	0.07	125,607.4 8	479.64	479.64	125,127.8 3
0+740.0 0	94.09	2,833.22	2,833.22	0.34	3.49	128,440.7 0	483.14	483.14	127,957.5 6
0+760.0 0	14.61	1,086.99	1,086.99	4.50	48.39	129,527.6 9	531.53	531.53	128,996.1 6
0+780.0 0	0.21	148.21	148.21	57.74	622.38	129,675.9 0	1,153.91	1,153.91	128,521.9 9
0+800.0 0	0.00	2.12	2.12	144.05	2,017.91	129,678.0 2	3,171.81	3,171.81	126,506.2 0
0+820.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	1,440.49	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1



TRAZADO DE VARIANTE DE PUENTE VIESGO

ANEJO – MOVIMIENTO DE TIERRAS

0+840.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+860.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+880.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+900.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+920.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+940.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+960.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
0+980.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+000.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+020.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+040.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1

1+060.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+080.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+100.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+120.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1
1+140.0 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129,678.0 2	4,612.31	4,612.31	125,065.7 1

El túnel se ubicará entre el P.K. 0+425.00m y el P.K. 0+699.70m, este movimiento de tierras son 96.198,52 metros cúbicos.

En este apartado no se considerará el movimiento de tierras del túnel por lo que el movimiento total de metros cúbicos será: $125.065,71 - 96.198,52 = 28.867,19 m^3$.



2.2.2.

2.3. DIAGRAMAS DE MASAS

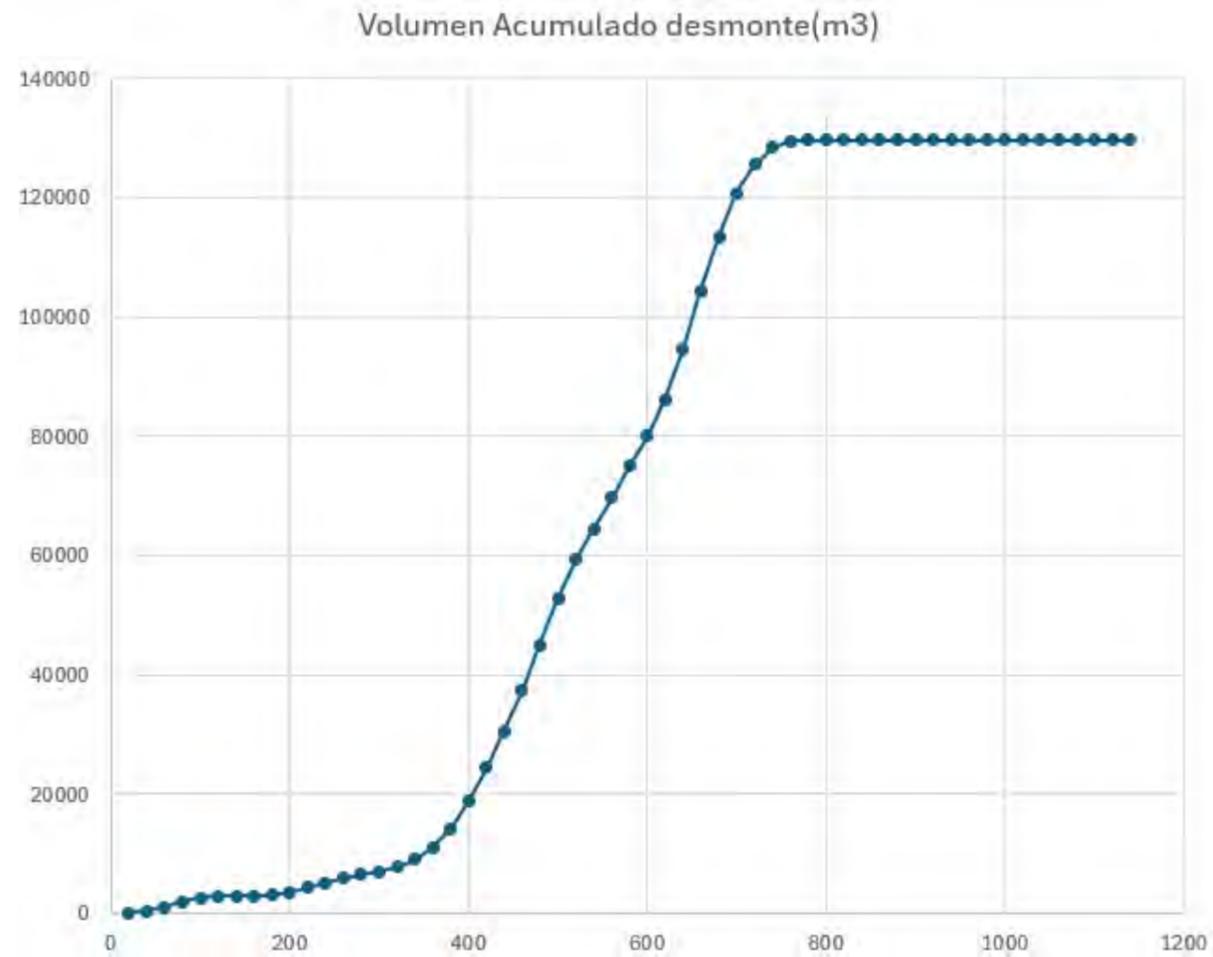


Gráfico 2.1 Volumen acumulado desmonte.

Volumen Acumulado Terraplen(m3)

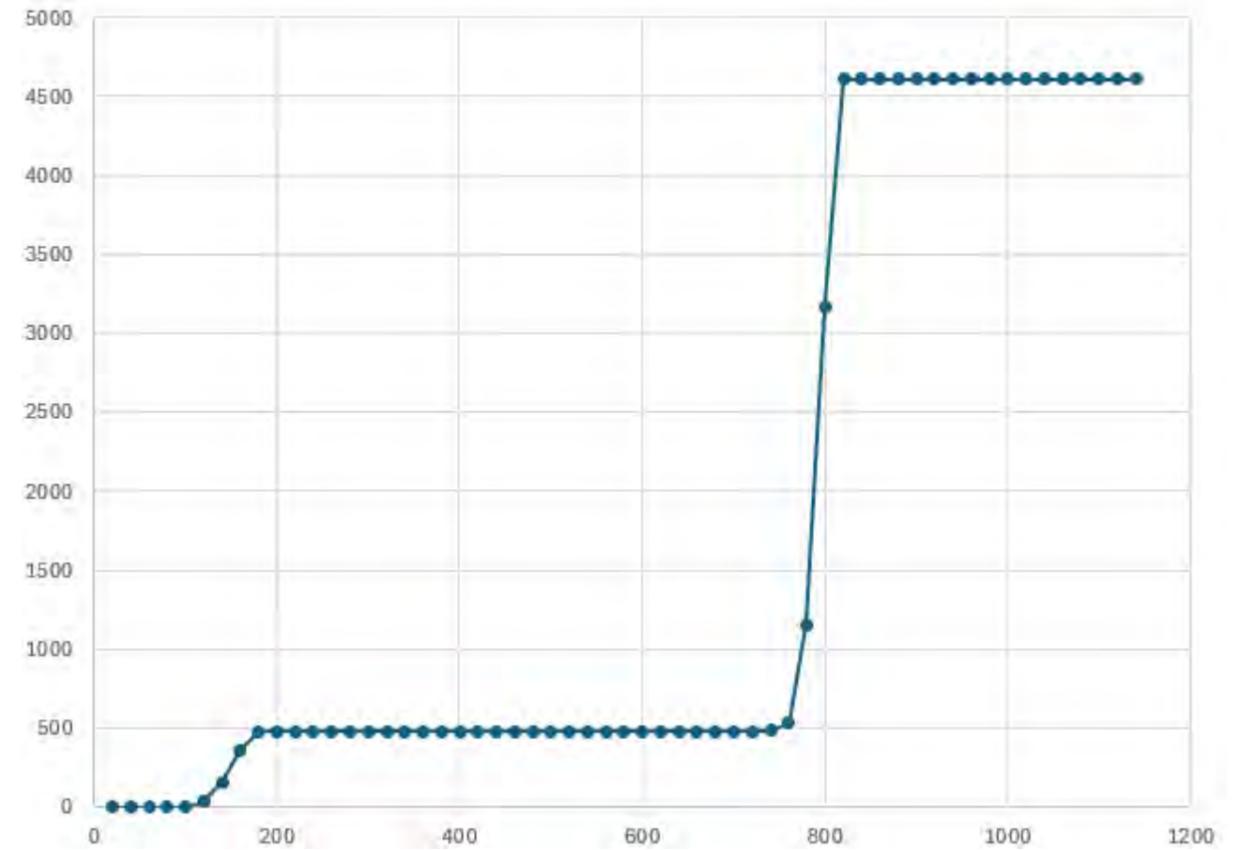


Gráfico 2.2 Volumen acumulado Terraplén.

3. VERTEDERO

La traza de la carretera proyectada se desarrolla por la margen derecha del río Pas, atravesando el entorno compuesto por las colinas de la zona y en las proximidades de los núcleos urbanos de Corrobárceno, Cueto y San Miguel. Para garantizar una adecuada separación respecto a estas áreas habitadas minimizando efectos como el ruido o la emisión de polvo ha sido necesario plantear una sección en desmonte de cierta entidad, lo que genera un volumen significativo de tierras a gestionar.

La cantera de Estreves, situada en las inmediaciones de la obra y con acceso directo a través de la carretera CA-600, se presenta como una alternativa óptima para el vertido controlado del material excedente procedente de los desmontes.



ANEJO – DRENAJE

**Índice**

1. INTRODUCCIÓN	2	4.2. Cunetas de Pie de Desmonte	11
2. CÁLCULO DE CAUDALES	2	4.3. Bajantes.....	11
2.1 Intensidad de Precipitación	2	4.4. Arquetas.....	12
2.1.1 Período de Retorno	3	5. PLANO DE CUENCAS	12
2.1.2 Intensidad Media Diaria Corregida.....	3		
2.1.3 Precipitación Máxima Diaria.....	3		
2.1.4 Factor Reductor de la Precipitación por Área de la Cuenca.....	4		
2.1.5 Factor de Intensidad.....	4		
2.1.6 Tiempo de Concentración	5		
2.2 Coeficiente de Escorrentía.....	5		
2.2.1 Umbral de Escorrentía.....	6		
2.2.2 Coeficiente Corrector del Umbral de Escorrentía	6		
2.3 Coeficiente de Uniformidad.....	7		
3. DRENAJE TRANSVERSAL	8		
3.1. Cálculo de Caudales	8		
3.2 Obras de Drenaje Transversal.....	9		
4. DRENAJE LONGITUDINAL	10		
4.1. Cálculo del caudal	10		



1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como finalidad la determinación de los caudales de agua que afectarán a el trazado de la nueva variante, se dimensionarán obras de drenaje longitudinal y transversal para la plataforma, acorde con el volumen obtenido de los caudales.

Para llevar a cabo los cálculos de caudales se toma como referencia las instrucciones de la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial” aprobada por la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero y la Norma 5.1. - I.C: “Drenaje” del M.O.P.U que en la práctica es sustituida por Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el trazado y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera por lo que esta también es de gran relevancia.

La zona de emplazamiento del trazado posee un relieve difícil, con importantes desniveles e irregularidades, se pueden observar distintas cuencas hidrológicas, las de utilidad serán las de mayor envergadura y que su caída de agua afecte la variante.

Para el análisis e identificación de las cuencas hidrológicas se empleará cartografía digital y el uso de la aplicación Civil 3D.

2. CÁLCULO DE CAUDALES

Según las instrucciones de la Norma 5.2-IC, se empleará el método racional, el cual supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. Para obtener el caudal máximo anual, Q_T , correspondiente a un determinado periodo de retorno, T , para cuencas con un área inferior a los 50 km^2 .

La fórmula empleada para este método es la siguiente:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) * C * A * Kt}{3.6}$$

Donde:

- Q_T (m^3/s): Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía.
- A (km^2): Área de la cuenca o superficie considerada.
- Kt (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

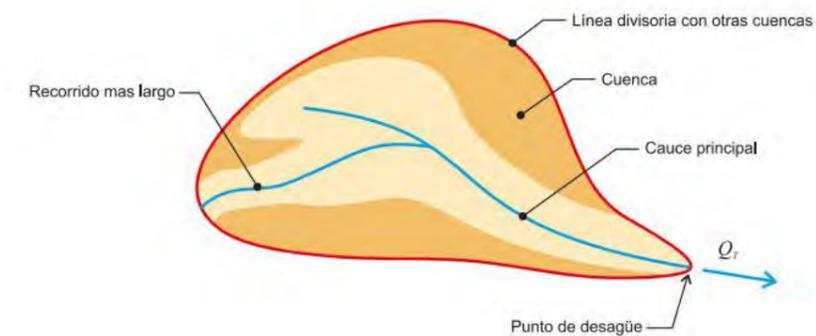


Figura 1.1. Esquema de cuenca.

2.1 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación (I) en función del período de retorno y del tiempo de concentración se halla con la siguiente fórmula:

$$I(T, t_c)(\text{mm}/\text{h}) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

- I_d intensidad media diaria corregida correspondiente al periodo T .
- F_{int} el factor de intensidad.



2.1.1 PERÍODO DE RETORNO

El período de retorno a introducir en el cálculo de caudales es de 100 años para obras de drenaje transversal y de 25 años para el drenaje de plataforma y márgenes (drenaje longitudinal), tal como dicta la normativa:

- Drenaje de plataforma y márgenes: veinticinco años ($T = 25$ años), salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar cincuenta años ($T = 50$ años).
- Drenaje transversal: se debe establecer por el trazado en un valor superior o igual a cien años ($T \geq 100$ años) que resulte compatible con los criterios sobre el particular de la Administración Hidráulica competente.

2.1.2 INTENSIDAD MEDIA DIARIA CORREGIDA

La intensidad media diaria corregida correspondiente al periodo T I_d se obtiene de la siguiente fórmula:

$$I_d(\text{mm/h}) = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

- P_d precipitación máxima diaria correspondiente al periodo T .
- K_A factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

2.1.3 PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

La precipitación máxima diaria se obtiene a partir del documento de “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, que define:

$$P_d = \bar{P} * K_T$$

Donde:

- \bar{P} valor medio de la precipitación máxima anual.
- K_T factor de amplificación.

El valor medio de la precipitación máxima anual se obtiene de la “Hoja 3-1. Bilbao” del mapa de isólinas del documento de máximas lluvias.

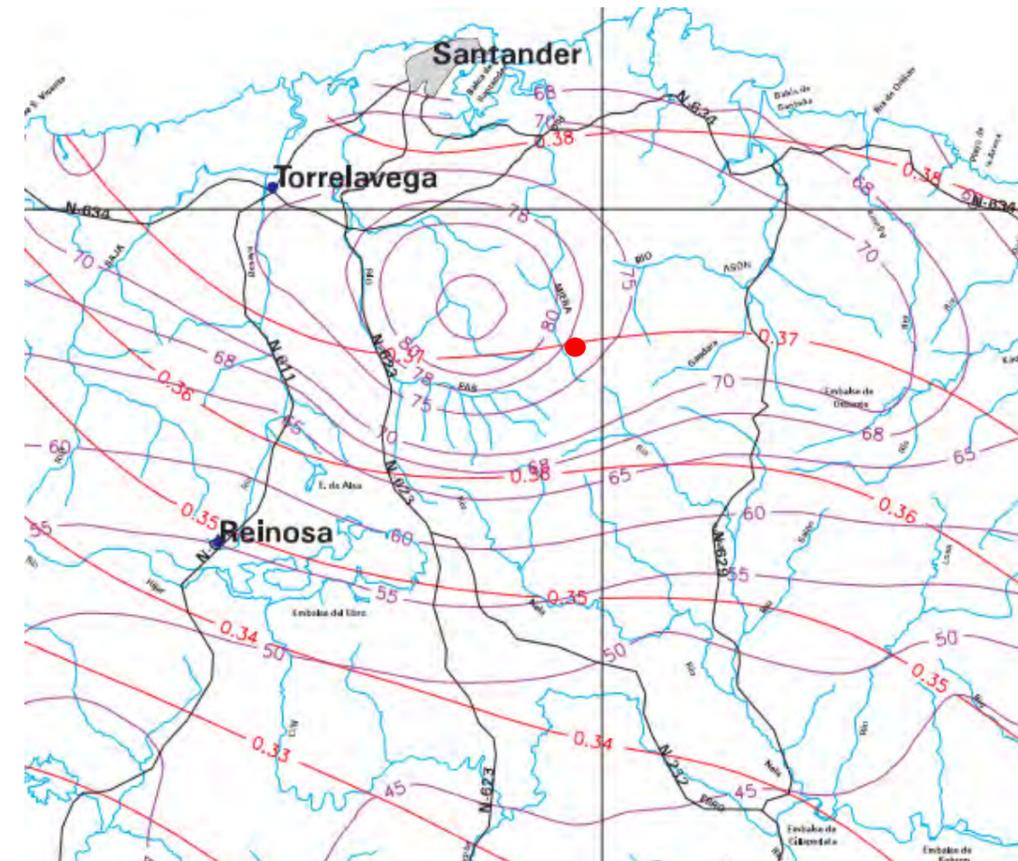


Figura 2.1. Mapa Máximas lluvias diarias. Hoja 3-1. Bilbao.

$$\bar{P} = 78 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \quad C_V = 0.37$$

El factor amplificación K_T depende del período de retorno y del coeficiente de variación C_V (que se obtiene del mapa de isólinas). En la siguiente tabla se puede obtener el factor de amplificación.



C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372

Tabla 2.2. Valores C_v en función del periodo de retorno.

Con la tabla anterior y un C_v de 0,37, se obtiene un K_t de 1,778 para un periodo de retorno de 25 años y 2,281 para un periodo de retorno de 100 años, estos parámetros serán usados más adelante para efectos de cálculo.

2.1.4 FACTOR REDUCTOR DE LA PRECIPITACIÓN POR ÁREA DE LA CUENCA

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca se calcula mediante:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \rightarrow K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 \rightarrow K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

2.1.5 FACTOR DE INTENSIDAD

El factor de intensidad se obtiene de la siguiente fórmula:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde:

- F_a Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d).
- F_b Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

Al no disponer de los datos de un pluviógrafo próximo, se tomará directamente:

$$F_{int} = F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287 - 2.5287 * t^{0.1}}$$

Donde:

- $\frac{I_1}{I_d}$ Índice de torrencialidad que expresa la relación entre intensidad de precipitación horaria y media diaria corregida.
- t duración del aguacero.

El índice de torrencialidad se obtiene del siguiente mapa:

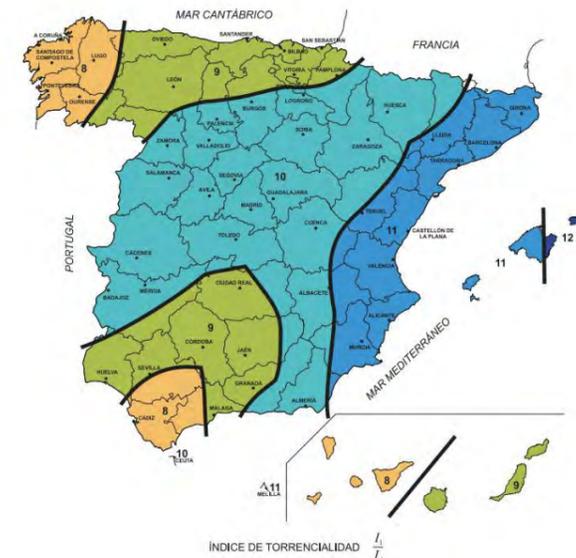


Figura 2.1. Mapa del índice de torrencialidad.

En este caso se determina que $\frac{I_1}{I_d}$ para todas las cuencas es 9.



2.1.6 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para la obtención del factor F_a , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$).

El tiempo de concentración (t_c) es el tiempo transcurrido entre el inicio del aguacero y el momento en el que toda la superficie de la cuenca está aportando escorrentía al punto de desagüe. Su cálculo es diferente en cuencas primarias y secundarias. En el primer caso, se obtiene de la siguiente manera:

$$t_c(h) = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Donde:

- L_c longitud del cauce principal.
- J_c pendiente media del cauce.

En aquellas cuencas principales de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total no será de aplicación la fórmula anterior, debiendo aplicarse las indicaciones que se proporcionan a continuación para cuencas secundarias. Se considera que se produce esta circunstancia cuando el tiempo de concentración calculado mediante la fórmula anterior sea inferior a cero coma veinticinco horas ($t_c < 0.25$).

$$t_{dif}(min) = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

Donde:

- L_{dif} longitud del cauce en flujo difuso.
- J_{dif} pendiente media del cauce.
- n_{dif} coeficiente de flujo difuso, que viene determinado por la siguiente tabla:

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Tabla 2.3. Valores del coeficiente de flujo difuso.

El coeficiente de flujo difuso será considerado 0,05 en terreno sin vegetación y 0,015 en pavimento.

El tiempo de concentración asumiendo flujo difuso será:

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

Tabla 2.4. Determinación del t_c en condiciones de flujo difuso.

2.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía define la parte de la precipitación de intensidad I (T, t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca y vendrá definido por:

$$Si P_d * K_A > P_0 \rightarrow C = \frac{\left(\frac{P_d * K_A}{P_0} - 1\right) * \left(\frac{P_d * K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d * K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$Si P_d * K_A < P_0 \rightarrow C = 0$$



2.2.1 UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i * \beta$$

Donde:

- P_0^i valor inicial del umbral de escorrentía.
- B coeficiente corrector.

El valor inicial del umbral de escorrentía se obtiene de la “Tabla 2.3” de la 5.2 IC.

Este valor depende del grupo hidrológico del suelo, que varía entre el A y el D, de drenaje más a menos favorable.

En la zona del trazado, atendiendo al siguiente mapa, el suelo se considera de grupo C.

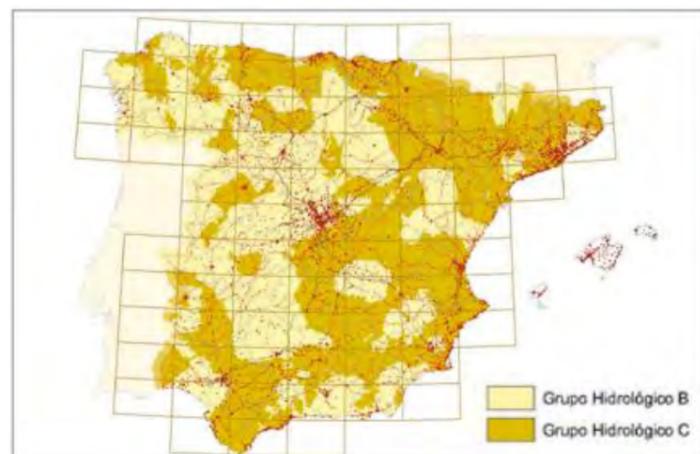


Figura 2.2. Mapa de grupos hidrológicos de suelo. Norma 5.2 IC “Drenaje superficial”.

Los valores de P_0^i según el uso de suelo proporcionados por la normativa son los siguientes:

CÓDIGO	USO DE SUELO	PENDIENTE	P_0^i
11100	Tejido urbano continuo		1
11200	Tejido urbano discontinuo		8
23100	Prados y praderas	≥ 3	18
23100	Prados y praderas	< 3	22
23100	Prados arbolados	≥ 3	18
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados		1
21100	Tierras abandonadas	≥ 3	7
21100	Tierras abandonadas	< 3	11
23100	Prados arbolados	< 3	22

Tabla 2.6. Valor inicial del umbral de escorrentía.

2.2.2 COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El coeficiente corrector del umbral de escorrentía β viene dado por la siguiente expresión para el drenaje de plataformas y márgenes (drenaje longitudinal):

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Para drenaje transversal, la fórmula es:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

Donde:

- β^{PM} coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes.
- β^{DT} coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera.
- β_m valor medio del coeficiente corrector del umbral de escorrentía en la región.
- F_T factor función del periodo de retorno.
- Δ_{50} desviación respecto al valor medio con un intervalo de confianza del 50 %.

El valor de estos elementos se obtiene de la Norma y depende de cada región en la que se divide el territorio español a efectos del cálculo del coeficiente β .



Figura 2.3. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

2.3 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Se calcula con la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Donde:

- K_t coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
- t_c tiempo de concentración de la cuenca.

Como se puede observar, la carretera se encuentra en la región 13. En función de esta región se establecen los coeficientes descritos en la siguiente tabla de la norma:

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37

Tabla 2.7. Valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.



3. DRENAJE TRANSVERSAL

Las obras de drenaje transversal son las obras de desagüe que se disponen para que la carretera proyectada no obstaculice los cauces de agua existentes, así como la fluidez de agua por vaguadas, ya que con la carretera al interponerse se pueden generar puntos bajos sin salida.

Los cálculos se realizarán con un periodo de retorno de 100 años.

3.1. CÁLCULO DE CAUDALES

A continuación, se muestra el cálculo de los caudales de las cuencas principales, realizado tal como se detalla en la presente tabla:

DATOS DE PARTIDA				INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN										COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA					C. UNIF	CAUDAL									
Índice de cuenca	Área	Longitud cauce principal	Diferencia de cota del cauce principal	MÁXIMAS LLUVIAS			si A < 1 km ²							RÉGIMEN DIFUSO para tc ≤ 0,25 h					Valor medio de la región del coeficiente corrector del u. e.	Desviación respecto al valor medio	Factor función del periodo de retorno	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal	Umbral de escorrentía	Coeficiente de escorrentía	Coeficiente de uniformidad	Caudal máximo anual para T en el punto de desagüe de la cuenca			
				Pendiente media	Coeficiente de variación	Valor medio de la máxima precipitación anual	Factor de amplificación	Precipitación diaria para T	Factor reductor de la precipitación por área de cuenca	Intensidad media diaria de precipitación	Tiempo de concentración	Coeficiente flujo difuso	Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno	Tiempo de concentración en flujo difuso	Duración del aguacero	Índice de torrencialidad	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad	Factor de intensidad									Intensidad de precipitación para Tytc	Valor inicial del umbral de escorrentía	
C	A	Lc	Dif. Cota	Jc	Cv	P	Kt	Pd	Ka	ld	tc	ndif	tdif	tc	t	l1/ld	Fa	Fint	I(T,tc)	P0i	βm	Δ50	Ft	βdt	P0	C	Kt	Q	
Ud	Km ²	Km	m	m/m	-	mm	-	mm	-	mm/h	horas	-	min	min	horas	-	-	-	mm/h	mm	-	-	-	-	mm	-	-	m ³ /s	
1	0,037	0,43185	111,612	0,2584	0,37	78	2,281	177,9	1	7,413	0,205	0,32	22,114	22,114	0,369	0,3686	9	15,257	15,257	113,102	22	0,6	0,15	1,34	0,603	13,27	0,758	1,010	0,889

Tabla 3.1. Cálculo de caudales.



3.2 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Se diseña un sistema de drenaje transversal, con una vida útil de 100 años, con la finalidad de mantener el drenaje natural del agua y permitir el paso al caudal proveniente de las cuencas o de la plataforma y márgenes.

El caño utilizado para el drenaje de la cuenca 1 deberá proyectarse con un diámetro mínimo de 1,5 metros, cumpliendo con la recomendación de la norma 5.1-IC “Drenaje superficial” sobre el diámetro mínimo de una ODT según su longitud que es de 13 metros.

L (m)	D _L (m)
L (m) < 3	D _L (m) ≥ 0,6
3 ≤ L (m) < 4	D _L (m) ≥ 0,8
4 ≤ L (m) < 5	D _L (m) ≥ 1,0
5 ≤ L (m) < 10	D _L (m) ≥ 1,2
10 ≤ L (m) < 15	D _L (m) ≥ 1,5
L (m) ≥ 15	D _L (m) ≥ 1,8

Tabla 3.2. Dimensión mínima recomendada de una ODT. Norma 5.2 IC “Drenaje superficial”.

El cálculo del caudal y la velocidad admisible de cada caño se realiza a partir del método de Manning, con las siguientes ecuaciones:

$$Caudal \rightarrow Q_{CH} = \frac{R_H^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} * S_H}{n} \geq Q_p$$

$$Velocidad \rightarrow V_P = \frac{Q_P}{S_P} \leq V_{MAX}$$

Donde:

- Q_{CH} caudal admisible por la ODT.
- Q_P caudal de diseño.
- R_H radio hidráulico.
- J pendiente ODT.
- Q_{CH} caudal admisible por la ODT.
- S_H sección mojada ODT.
- n coeficiente de rugosidad de Manning.

- V_P velocidad de circulación por la ODT.
- V_{MAX} velocidad máxima admisible por la ODT.

Tanto el valor del coeficiente de rugosidad de Manning como el de la velocidad máxima se determinan en función del material del elemento de drenaje de acuerdo con las siguientes tablas:

MATERIAL	n (sm ^{-1/3})	
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros encachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
	Pavimento con mezclas bituminosas	0,013-0,018
	Hormigón en marcos y otras estructuras in situ	0,014-0,017
Gaviones	0,020-0,040	
Tubo de hormigón	0,012-0,017	
Tubo de fundición	0,010-0,015	
Tubo de acero	0,010-0,014	
Tubo de materiales poliméricos	0,008-0,013	

Tabla 3.3. Coeficiente de rugosidad.

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mamposería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Tabla 3.4. Velocidad máxima del agua.

Para los tubos de hormigón, el coeficiente de rugosidad utilizado será 0,015 y la velocidad máxima deberá ser menor de 6 metros por segundo. El caudal admisible deberá ser menor que el caudal de proyecto previamente calculado, procedente de las cuencas principales y de las cuencas secundarias producidas en la construcción del proyecto.

En la tabla siguiente se muestra la comprobación de la capacidad de cada caño según el método de Manning, teniendo en cuenta el caudal de los cauces principales y los producidos por los desmontes y la plataforma.



Como se observa a continuación en la ODT del PK 0+135, se construirá un caño de 1,5 metros de diámetro para drenar el caudal de diseño aportado por la cuenca 1 (C1), la cual cumple con el caudal admisible y la velocidad de circulación.

DATOS DE PARTIDA					DIMENSIONES ODT					RESULTADOS			
Caño	Cuencas de aportación	Punto kilométrico ODT	Caudal de diseño	Coefficiente de Manning	Longitud ODT	Diámetro ODT	Pendiente ODT	Sección mojada ODT	Radio hidráulico	Caudal admisible por la ODT	Velocidad de circulación por la ODT	Comprobación para el caudal de diseño	Comprobación para la velocidad
		P.K.	Q	n	L	D	J	Sh	Rh	Qch	Vp		
			m ³ /s	s/m ³ ·1	m	m	%	m ²	m	m ³ /s	m/s		
ODT PK 0+135	C1	0+135	0,889	0,015	13	1,5	0,11	1,77	0,38	2,039	1,154	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 3.5. Valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

4. DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal (plataforma y márgenes) se resuelve mediante el uso de cunetas de pie de desmonte, arquetas, colectores, tubos dren y bajantes.

4.1. CÁLCULO DEL CAUDAL

A continuación, se muestra el cálculo de los caudales aportados por la plataforma y sus márgenes.

DATOS DE PARTIDA				INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN														COEFICIENTE DE ESCORRENTIA					C. UNIF	CAUDAL								
Otra de drenaje transversal	Índice de cuenca	Área	Longitud cauce principal	MÁXIMAS LLUVIAS				si A < 1 km ²										RÉGIMEN DIFUSO para tc <= 0,25 h					Valor inicial del umbral de escorrentía	Valor del coeficiente corrector	Desviación respecto al valor medio	Factor función del periodo de retorno	Coeficiente corrector para drenaje transversal	Umbral de escorrentía	Coeficiente de escorrentía	Coeficiente de uniformidad	Caudal máximo anual para T en el punto de desagüe de la cuenca	Caudal total a desaguar por cada ODT
				Diferencia de cota del cauce principal	Pendiente media	Coefficiente de variación	Valor medio de la máxima precipitación anual	Factor de amplificación	Precipitación diaria para T	Factor reductor de la precipitación por área de cuenca	Intensidad media diaria de precipitación	Tiempo de concentración	Coefficiente flujo difuso	Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno	Tiempo de concentración en flujo difuso	Duración del aguacero	Índice de torrencialidad	Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad	Factor de intensidad	Intensidad de precipitación para T y tc	P0i	βm										
ODT	C	A	Lc	Jc	Cv	P	Kt	Pd	Ka	Id	tc	ndif	tdif	tc	t	I2/Id	Fa	Fint	I(T,tc)	P0i	βm	Δ50	Ft	βdt	P0	C	Kt	Q	Q			
	Ud	Km ²	Km	m/m	-	mm	-	mm	-	mm/h	horas	-	min	min	horas	horas	-	-	mm/h	mm	-	-	-	-	mm	-	-	m ³ /s	m ³ /s			
ODT1	Talud	0,003			0,37	78	1,778	138,684	1	5,78	0,083	0,05	5,000	5,000	0,083	0,083	9	30,560	30,560	176,592	8	0,6	0,15	1,15	0,5175	4,14	0,927	1	0,137			
	Carretera	0,0011			0,37	78	1,778	138,684	1	5,78	0,083	0,015	5,000	5,000	0,083	0,083	9	30,560	30,560	176,592	1	0,6	0,15	1,15	0,5175	0,5175	0,998	1	0,056	0,193		

Tabla 4.1. Valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.



4.2. CUNETAS DE PIE DE DESMONTE

Se construirán cunetas modelo VA-75 (asimétricos triangulares revestidas de hormigón), de 15 centímetros de calado, 75 centímetros de ancho y taludes 1:4 y 1:1, con la sección tipo que se muestra a continuación:

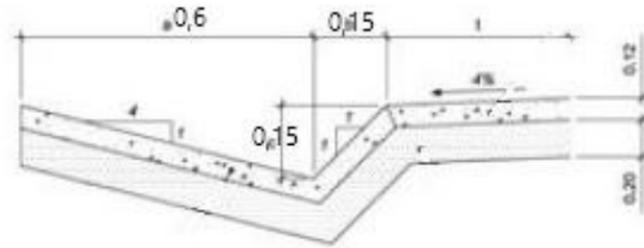


Figura 4.2. Sección de la cuneta VA-75. Cotas en metros.

En general, se construirán las cunetas en segmentos de 60 metros con la intención de asegurar que el volumen del caudal de diseño sea siempre inferior a la capacidad de las cunetas, manteniendo un margen de seguridad.

En aquellos casos en los que la cuneta no sea suficiente, se instalarán colectores.

En caso de que exista una bajante desde una cuenca a una arqueta, es posible reducir la longitud de los segmentos de las cunetas para garantizar que las arquetas estén alineadas con los cauces principales de las zonas de recogida de agua.

El caudal de diseño para una determinada distancia entre arquetas partiendo del tramo total considerado se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_d = Q_t * \frac{D}{L_t}$$

Donde:

- Q_d caudal de diseño.
- Q_t caudal total del tramo completo.
- D distancia entre arquetas.
- L_t longitud del tramo completo.

A continuación, se muestra una tabla con el cálculo para el dimensionamiento de las cunetas.

Cuneta	Cuencas de aportación	CAUDAL DE DISEÑO				CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA CUNETA					RESULTAD	
		Distancia entre arquetas	Longitud total del tramo	Caudal total del tramo	Caudal de diseño	Área	Radio hidráulico	Pendiente cuneta	Coefficiente de Manning	Capacidad		Velocidad
		D m	Lt m	Qt m3/s	Qd m3/s	A m2	Rh m	J %	n s/m3^-1	Q m3/s		Vp m/s
1.1	Talud+Carretera	50	250	0,193	0,039	0,056	0,067	2,750	0,015	0,103	1,832	CUMPLE

Figura 4.3. Sección de la cuneta VA-75. Cotas en metros.

Se observa que el caudal de diseño es inferior a la capacidad hidráulica de ambas cunetas, así como que la velocidad a sección llena es menor que 6 metros por segundo.

4.3. BAJANTES

Las bajantes son elementos de drenaje transversal que permiten evacuar el agua superficial desde la plataforma de la carretera hacia el sistema de drenaje longitudinal o hacia zonas receptoras adecuadas, evitando la acumulación de escorrentías que puedan dañar la infraestructura vial.

El diseño de las bajantes deberá considerar el caudal máximo esperado, calculado conforme a la metodología de la Norma 5.2-IC, teniendo en cuenta la cuenca de captación, coeficientes de escorrentía y condiciones hidrológicas del área.

En este trazado, no será necesaria la instalación de bajantes dado que el caudal es vertido por las ODT directamente al terreno natural.



4.4. ARQUETAS

Diseño estructural:

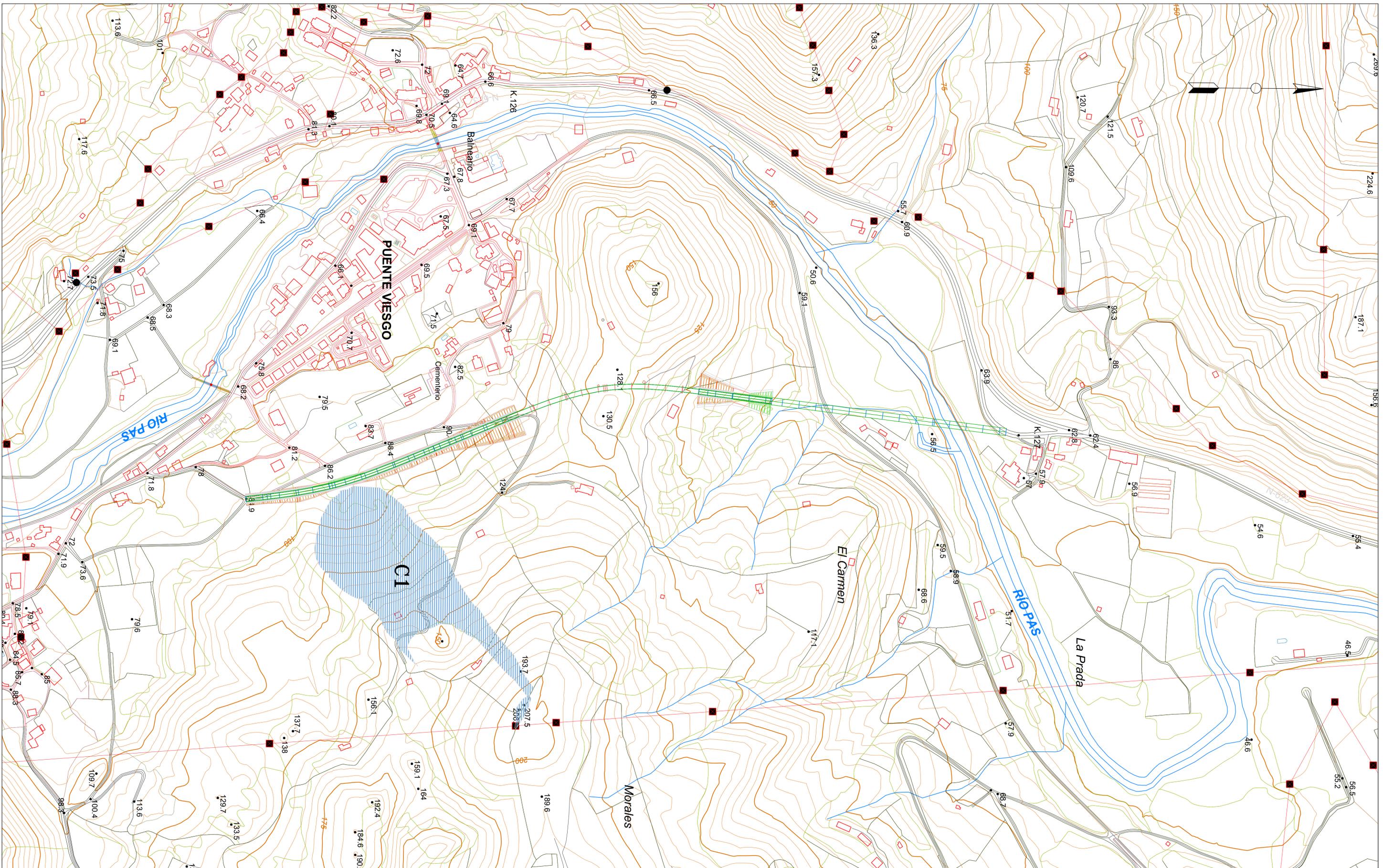
- Las arquetas deberán diseñarse para resistir las cargas de tráfico y las condiciones ambientales a las que estarán expuestas.
- Su tamaño y forma estarán dimensionados según el diámetro de las tuberías conectadas y el caudal a manejar, facilitando el acceso para inspección y limpieza.

Las arquetas quedarán dispuestas en los puntos de unión entre las cunetas, los colectores y también las bajantes cuando sea necesario. Además de servir de enlace entre distintos elementos de drenaje, las arquetas facilitan las operaciones de mantenimiento de los elementos subterráneos.

Por lo general, las arquetas se proyectarán cada 50 metros, aunque la distancia puede variar por diversas razones, en este trazado no se van a considerar arquetas.

5. PLANO DE CUENCAS

Se adjunta a continuación un plano a escala 1:5000 de la cuenca principal en la zona de estudio del Trazado.



 <p>ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TIPO PROYECTO FIN DE GRADO</p>	<p>TITULO Trazado de variante de Puente Viesgo</p>	<p>TERMINO MUNICIPAL Puente Viesgo</p>	<p>TITULO DEL PLANO CUENCAS</p>	<p>AUTOR Michael Estay. </p>	<p>ESCALA 1:2500</p>	<p>FECHA JULIO 2025</p>	<p>PLANO HOJA 1 DE 1</p>
			<p>PROVINCIA Cantabria</p>					



ANEJO – FIRMES Y PAVIMENTOS



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DATOS DE PARTIDA	2
2.1. Categoría de tráfico pesado.....	2
2.2. Tipo de suelo.....	2
3. CATEGORIA DE LA EXPLANADA	2
4. SECCIÓN DEL FIRME.....	3



1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se definirá la sección de firme estructural del trazado, en base a la categoría de tráfico en el año de puesta de servicio de la carretera. Esta categoría se establece mediante la intensidad media diaria (IMD) de vehículos pesados que circularan por el trazado proyectado. Y en base a la clasificación de la explanada según el análisis Geológico-Geotécnico realizado y los materiales presentes a lo largo del trazado.

La normativa vigente empleada para este estudio es la siguiente:

- "Secciones de firmes" de la Instrucción de Carreteras, publicadas en el B.O.E. nº 297 de 12 de diciembre de 2003, y la "Orden Circular 24/2008 sobre el pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes".

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

Como se ha dicho anteriormente, esta categoría se obtiene con el IMDp (Intensidad media diaria de vehículos pesados) en el carril de trazado en el año de puesta en servicio, la cual fue calculada en el Anejo 7- Trafico.

Dicho esto, el IMDp que tenemos por carril, para el año horizonte es de la carretera es de 283 vehículos pesados por día y carril.

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

Tabla 2.1." Categorías de tráfico pesado T00 a T200. Norma 6.1-IC "Secciones de firme".

Por lo que al tener un IMDp de 214 vehículos en el carril de la carretera proyectada, para el año horizonte 2045, la carretera se encuentra en una categoría T2.

2.2. TIPO DE SUELO

Se considera un suelo tolerable (0), ya que tanto el suelo de la explanación como el suelo subyacente a los terraplenes es tolerable.

Se han considerado las propiedades de los materiales extraídos durante la excavación, así como la disponibilidad de materiales de préstamo adecuados para las tareas de explanación y los materiales del fondo de la excavación.

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

Tabla 2.2. Tipos de suelo. Norma 6.1-IC "Secciones de firme".

3. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA

Al no considerar la implementación de suelos estabilizadores para la formación de la explanada y al ser una carretera convencional, se dispondrá una explanada de categoría E2, cuyo módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga en el ensayo de carga con placa (E_{v2}) es, como mínimo, 120 MPa.

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

Tabla 3.1. Categorías de explanada. Norma 6.1-IC "Secciones de firme".



Para conseguir una correcta explanada según la Norma 6.1-I.C "Secciones de firmes", se dispondrá de una capa con espesor de 75 cm tipo 2 como se muestra en la siguiente tabla:

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{v2} \geq 100\text{MPa}$					
	E2 $E_{v2} \geq 120\text{MPa}$					
	E3 $E_{v2} \geq 300\text{MPa}$					

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3) 0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3) 1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3) 2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3) 3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3) S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3) S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3) HM-20 Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material 30 espesor mínimo en cm 2 suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente

Tabla 3.2. Formación de la explanada. Norma 6.1-IC "Secciones de firme".

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme HM Hormigón magro vibrado GC Gravacemento SC Suelocemento ZA Zahorra artificial

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.
 (2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciadores de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
 (3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

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

Tabla 3.3. Catálogo de secciones de firme. Norma 6.1-IC "Secciones de firme".

4. SECCIÓN DEL FIRME

Dadas las categorías de la explanada y del tráfico pesado, se determinan las secciones de firme adecuadas en función de estas.

Se elige la solución 221, esta elección es netamente por la eficacia que se ha demostrado que tiene esta mezcla, consta de 25 cm de espesor de mezcla bituminosa y 25 cm de zahorra artificial.

El espesor de la capa de base granular variará según las inclinaciones transversales tanto de la plataforma como de la subrasante. En los tramos rectos, se establecerá un bombeo del 2% tanto en la plataforma como en la subrasante. En las curvas, el punto de quiebro de la subrasante se ubicará en la vertical del borde más elevado de la calzada.

La selección de las capas que conformarán los 25 cm de mezcla bituminosa serán de acuerdo con las tipologías y espesores de la Norma 6.1-IC y el PG-3. Al ser una carretera convencional de grupo 2 con un IMDp no elevado, no se considerará el uso de un firme drenante.

Por lo tanto, la capa de mezcla bituminosa estará conformada por mezclas AC, que serán las siguientes:



- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente de tipo AC-16-surf-50/70-S en capa de rodadura.
- 10 cm de mezcla bituminosa en caliente de tipo AC-22-bin-50/70-S en capa intermedia.
- 10 cm de mezcla bituminosa en caliente de tipo AC-32-base-50/70-G en capa base.

Donde:

AC	D	surf/bin/base	ligante	granulometría
----	---	---------------	---------	---------------

- AC indicación relativa a que la mezcla es de tipo hormigón bituminoso.
- D tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por ciento (90% y 100%) del total del árido.
- surf/bin/base abreviaturas relativas al tipo de capa de empleo de la mezcla, rodadura, intermedia o base, respectivamente.
- ligante tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.
- granulometría designación mediante las letras D, S o G del tipo de granulometría correspondiente a una mezcla densa (D), semidensa (S) o gruesa (G), respectivamente. En el caso de mezclas de alto módulo se añadirán además las letras MAM.

Las dimensiones del arcén serán conformadas por las mismas capas que la calzada, dado de su anchura es de un metro.

El riego de adherencia será C60B3 ADH y el riego de imprimación será C60BF4 IMP teniendo en cuenta el clima (visto en el anejo de climatología) de la zona, según las recomendaciones de la norma, la dotación mínima en capa de rodadura es de 5% y 4% en la base.

En el caso del túnel, llevara una sección de firme de 224, con una capa de 23 cm de hormigón de firme y 15 cm de hormigón magro vibrado, por temas de seguridad, dentro del túnel.

Para el puente se utilizará una mezcla bituminosa de 15 cm, con una capa de rodadura de 6 cm y una intermedia de 9 cm con las mismas características que la descrita anteriormente.

Todos estos espesores y riegos se obtienen de las instrucciones de la ORDEN CIRCULAR OC 1/2023 SOBRE ACTUALIZACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS Y TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN LA NORMA 6.1 IC "SECCIONES DE FIRME" y "PG-3 parte 2 y 5".

DENOMINACIÓN UNE-EN 13808	APLICACIÓN
C60B3 ADH C60B2 ADH	Riegos de adherencia
C60B3 TER C60B2 TER	Riegos de adherencia (termoadherente)
C60BF4 IMP C50BF4 IMP	Riegos de imprimación
C60B3 CUR C60B2 CUR	Riegos de curado
C60B4 MIC C60B5 MIC	Microaglomerados en frío
C60B5 REC	Reciclados en frío

Tabla 4.1." Emulsiones Catiónicas".



TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

Tabla 4.2." ESPEORES DE CAPA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE O SEMICALIENTE".

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65		35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65			50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60		

Tabla 4.3." TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE".



TABLA 6. ESPEORES DE CAPA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE O SEMICALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA ¹	TIPO SEGÚN TASA DE ASFALTO RECUPERADO ⁴	TAMAÑO NOMINAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
				T1 y superior	T2 y T31	T32 e inferior
Rodadura	AC tipos D y S	0 y 1	16		4-5	
			22		5-6	
	BBTM ² tipos A y B	0	8	2		
			11	3		
	PA ²	0	11	4		
	SMA	0	8	2-3		
			11	3-5		
	AUTL ²	Ninguno	5	1-1,5		
8			1,5-2			
11				2		
Intermedia	AC tipos D y S	Todos	22	5-10 ³		
	MAM	0 y 1	22	6-10		
	SMA	0	16	5-9		
Base	AC, tipo S	Todos	22	7-10		
			32	10-13		
	MAM	0 y 1	22	7-13	7-13	

Tabla 4.4." ESPEORES DE CAPA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE O SEMICALIENTE".



ANEJO – TRAZADO GEOMÉTRICO



Índice

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	TRAZADO	2
2.1.	TRAZADO EN PLANTA	2
2.2.	Alineación EN RECTA.....	2
2.3.	Alineación CURva.....	3
2.4.	Curvas de transición.....	4
2.5.	INFORME DE TRAZADO EN PLANTA.....	5
3.	TRAZADO EN ALZADO.....	6
3.1.	Inclinación en rasante.....	6
3.2.	Acuerdos Verticales	6
3.3.	INFORME DE TRAZADO EN ALZADO	7
4.	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	7



1. INTRODUCCIÓN

El siguiente anejo tiene como objetivo detallar las características del trazado geométrico, tanto en planta como en alzado y el replanteo de la variante de Puente Viesgo.

La normativa empleada para el diseño de la carretera es la normativa vigente de España que corresponde a la "Norma 3.1- I.C Trazado", publicada en 2016 por el Ministerio de Fomento (actual MITMA). El trazado se ha diseñado con una velocidad de proyecto de 60 km/h.

2. TRAZADO

2.1. TRAZADO EN PLANTA

Para el trazado en cuenta, se definieron los siguientes parámetros de diseño:

- Velocidad de proyecto: 60 km/h.
- Norma 3.1-IC Trazado.
- Carretera convencional de grupo 3 (C60).
- Evitar zonas protegidas (Rio Pas).
- Clotoides para las curvas de transición circulares.

2.2. ALINEACIÓN EN RECTA

En rectas, se deberá tener en cuenta las longitudes máximas y mínimas, para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción, para evitar accidentes con el cansancio, deslumbramiento o excesos de velocidad. Las alineaciones rectas deben cumplir con ciertos límites de longitud, tanto máximos como mínimos, determinados por la velocidad de diseño de la vía, según lo establecido en la normativa vigente. Para este trazado, los valores aplicables son los siguientes:

$$L_{min,s} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{min,o} = 2,78 \cdot V_p$$

$$L_{max} = 16,7 \cdot V_p$$

Donde:

- $L_{min,s}$ longitud mínima (m) para trazados en "S".
- $L_{min,o}$ longitud mínima (m) para el resto de los casos.
- L_{max} longitud máxima (m).
- V_p velocidad de proyecto (km/h)

Tal como se puede apreciar en la siguiente tabla de la "Norma 3.1- I.C Trazado", la velocidad de proyecto de este trazado es de 60, por lo que todas las rectas cumplen con lo establecido en tanto a la longitud mínima como máxima.



TABLA 4.1

LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA RECOMENDABLES EN ALINEACIONES RECTAS

V_p (km/h)	$L_{min,s}$ (m)	$L_{min,c}$ (m)	L_{max} (m)
140	195	389	2 338
130	181	361	2 171
120	167	333	2 004
110	153	306	1 837
100	139	278	1 670
90	125	250	1 503
80	111	222	1 336
70	97	194	1 169
60	83	167	1 002
50	69	139	835
40	56	111	668

Tabla 2.1." Tabla Longitudes mínima y máxima recomendables en alineaciones rectas".

2.3. ALINEACIÓN CURVA

La curva de transición entre líneas y arcos circulares en este trazado es la clotoide, ya que es la curva que mejor se adapta para conseguir que el paso del vehículo en una trayectoria recta a una trayectoria curva de radio constante o viceversa sea gradual.

Por ello se necesita de un radio mínimo para poder evitar posibles accidentes, deslizamiento de vehículos fuera de la curva, debido a la fuerza centrífuga. Para cumplir estos criterios, se utilizará la tabla 4.4 "RELACION VELOCIDAD DE PROYECTO-RADIO MINIMO-PERALTE MAXIMO" de la Norma 3.1-IC.

TABLA 4.4

RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 Y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 Y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 Y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

2.2." Tabla relación velocidad de proyecto-radio mínimo-peralte máximo".

Tabla



GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	850 ≤ R ≤ 1 050	8
		1 050 ≤ R ≤ 5 000	8 - 7,96(1 - 1 050/R) ^{1,2}
		5 000 ≤ R < 7 500	2
		7 500 ≤ 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 ≤ R ≤ 700	8
		700 ≤ R ≤ 5 000	8 - 7,3(1 - 700/R) ^{1,2}
		5 000 ≤ R < 7 500	2
		7 500 ≤ 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 ≤ R ≤ 350	7
		350 ≤ R ≤ 2 500	7 - 6,65(1 - 350/R) ^{1,3}
		2 500 ≤ R < 3 500	2
		3 500 ≤ R	Bombeo

Tabla 2.3 "Radio y Peraltes".

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

Tabla 2.4 "COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL MÁXIMO MOVILIZADO (ft MAX)".

En el caso de este trazado, para una velocidad de proyecto de 60 km/h, estos valores son los siguientes:

- El radio mínimo de la carretera será de 130 metros, valor que cumplen ambas curvas.
- En el caso de esta carretera, los radios de las curvas son de 480 y 300 metros. Por tanto, el peralte de la primera curva deberá calcularse utilizando la fórmula de la tabla y la segunda será tendrá un peralte de 7%.
- El valor del coeficiente de rozamiento será el de 0,151.

Una vez se hayan determinado estos valores, se podrá definir la velocidad máxima en dichas curvas utilizando la siguiente expresión.

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

Donde:

- V velocidad de la curva (km/h).
- R radio de la curva (m).
- f_t coeficiente de rozamiento transversal movilizado.
- p peralte de la curva (%).

Siguiendo la formula anterior se obtienen los siguientes datos:

Curva	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	RADIO(m)	PERALTE(%)	Ft	Va(Km/h)	Vlim(Km/h)
1	0+125,47	0+133,97	480	6,4	0,151	60	114,6
2	0+558,13	0+563,29	300	7	0,151	60	91,8

Tabla 2.5 "Velocidades máximas en las curvas de la carretera".

2.4. CURVAS DE TRANSICIÓN

Los criterios para definir el valor mínimo del parámetro A de una clotoide de diseño serán recogidos de la norma 3.1-IC, los cuales están pensados para asegurar:

- **Confort del usuario:** Se busca evitar aceleraciones laterales bruscas, para ello se utiliza una tasa máxima de incremento de aceleración lateral (J), limitando este parámetro para no causar molestias en los usuarios.

$$A \geq \sqrt{\frac{V^3}{J \cdot R}}$$

Donde:

- V es la velocidad del proyecto.
- J es la tasa máxima de variación de la aceleración lateral.
- R es el radio de la curva circular.

- **Seguridad vial:** Lograr transiciones suaves para una correcta percepción, el conductor debe apreciar visualmente la transición, para ello la norma establece una longitud mínima de clotoide, que depende de la velocidad del proyecto. Esta longitud mínima fija indirectamente también un mínimo de A.



$$L = \frac{A^2}{R}$$

Por último, entre estos criterios debe existir una compatibilidad geométrica, el parámetro A debe asegurar que la transición no sea excesivamente brusca ni que la curva circular sea prácticamente inapreciable.

Las curvas de acuerdo deben diseñarse respetando ciertos valores mínimos de su parámetro, los cuales pueden determinarse utilizando el gráfico que se presenta a continuación. Estos valores dependen de tres factores principales:

- La necesidad de controlar la variación de la aceleración centrífuga en planta.
- Las restricciones relacionadas con la transición del peralte.
- Las condiciones que afectan la percepción visual del conductor.

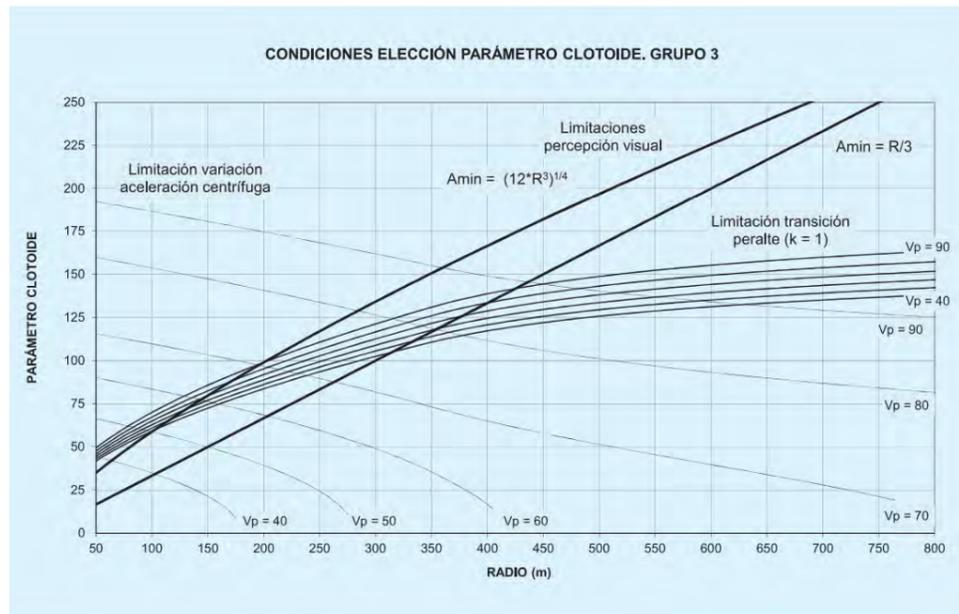


Gráfico 2.1. Condiciones de elección del parámetro de la clotoide para una carretera del grupo 3.

2.5. INFORME DE TRAZADO EN PLANTA

<u>Tangent Data</u>			
Length:	0.471	Course:	N 06° 38' 00.4744" W

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	125.000	L Tan:	83.407
Radius:	480.000	S Tan:	41.734
Theta:	07° 27' 37.3966"	P:	1.356
X:	124.788	K:	62.465
Y:	5.419	A:	244.949
Chord:	124.906	Course:	N 09° 07' 11.6544" W

<u>Circular Curve Data</u>			
Delta:	01° 00' 51.3462"	Type:	LEFT
Radius:	480.000		
Length:	8.497	Tangent:	4.249
Mid-Ord:	0.019	External:	0.019
Chord:	8.497	Course:	N 14° 36' 03.5441" W

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	125.000	L Tan:	83.407
Radius:	480.000	S Tan:	41.734
Theta:	07° 27' 37.3966"	P:	1.356
X:	124.788	K:	62.465
Y:	5.419	A:	244.949
Chord:	124.906	Course:	N 20° 04' 55.4338" W

<u>Tangent Data</u>			
Length:	149.160	Course:	N 22° 34' 06.6139" W

<u>Spiral Curve Data: clothoid</u>			
Length:	150.000	L Tan:	100.329
Radius:	300.000	S Tan:	50.300
Theta:	14° 19' 26.2016"	P:	3.118
X:	149.065	K:	74.844
Y:	12.444	A:	212.132
Chord:	149.584	Course:	N 17° 47' 46.9884" W

<u>Circular Curve Data</u>			
----------------------------	--	--	--



Delta:	00° 59' 10.7521"	Type:	RIGHT
Radius:	300.000		
Length:	5.164	Tangent:	2.582
Mid-Ord:	0.011	External:	0.011
Chord:	5.164	Course:	N 07° 45' 05.0362" W

Spiral Curve Data: clothoid

Length:	150.000	L Tan:	100.329
Radius:	300.000	S Tan:	50.300
Theta:	14° 19' 26.2016"	P:	3.118
X:	149.065	K:	74.844
Y:	12.444	A:	212.132
Chord:	149.584	Course:	N 02° 17' 36.9159" E

Tangent Data

Length:	446.292	Course:	N 07° 03' 56.5414" E
---------	---------	---------	----------------------

3. TRAZADO EN ALZADO

Los elementos que componen y determinan un trazado en alzado son las alineaciones verticales formadas por:

- Rasantes: son las inclinaciones constantes del terreno, que pueden ser:
 - Rampas: inclinación positiva (ascendente).
 - Pendientes: inclinación negativa (descendente).

- Acuerdos verticales: Inclinación variable
 - Acuerdos convexos: diferencia entre la inclinación de salida y entrada negativa.
 - Acuerdos cóncavos: diferencia entre la inclinación de salida y entrada positiva.

Los acuerdos verticales por tanto son aquellos elementos que permiten unir las diferentes rasantes presentes en el trazado, para ello se deben fijar parábolas utilizando el parámetro K_v , que representa la longitud de curva por unidad de variación de pendiente y también el radio de curvatura del vértice.

En el actual trazado se tiene solo acuerdos convexos, con unos valores mínimos obtenidos por la norma aplicada para una velocidad de 60 km/h.

3.1. INCLINACIÓN EN RASANTE

La inclinación máxima del trazado en su rasante será definida por la norma en función de la velocidad del trazado, la cual sigue la siguiente tabla:

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

Tabla 3.1. Pendiente máxima de la rasante para carreteras convencionales.

Por lo tanto, la inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma tendrá una inclinación máxima del 6 % y se procurará que no supere el 8 %. Siguiendo estas instrucciones se observa que el trazado cumple con la normativa al tener una inclinación máxima de 5,81%.

3.2. ACUERDOS VERTICALES

En los trazados en alzado de las carreteras, los acuerdos verticales se utilizan para unir dos tramos con diferentes pendientes, garantizando una transición suave entre ellos. Según la norma 3.1-IC, esta transición se representa mediante una parábola simétrica de eje vertical, cuya ecuación es:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot K_v}$$

En esta expresión, K_v , representa el parámetro de la parábola, también conocido como el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice. Este valor está directamente relacionado con la longitud del acuerdo LLL y con la diferencia absoluta entre las pendientes de los tramos que se conectan:

$$\theta = |i_2 - i_1|$$



Donde i_1 e i_2 son las pendientes (en valor decimal o porcentual) antes y después del punto de inflexión. A partir de ello, el parámetro K_v se determina mediante la fórmula:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Este tipo de parábola garantiza una transición progresiva en la pendiente, mejorando la comodidad de conducción y la seguridad. Además, dependiendo de la dirección de las pendientes, el acuerdo puede ser:

- Convexo (cuando las pendientes se enfrentan en forma de “colina”).
- Cóncavo (cuando las pendientes se unen en forma de “valle”).

A continuación, se enseñan los esquemas que ilustran ambos tipos de acuerdos, mostrando cómo se ajustan a los criterios geométricos establecidos por la normativa.

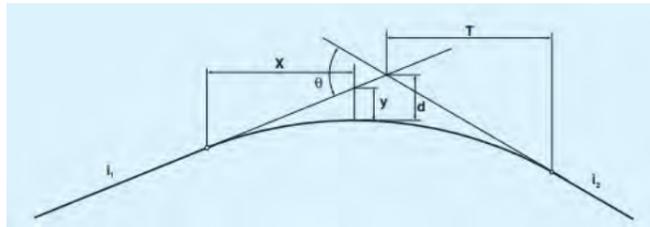


Figura 3.1. Acuerdo vertical convexo.

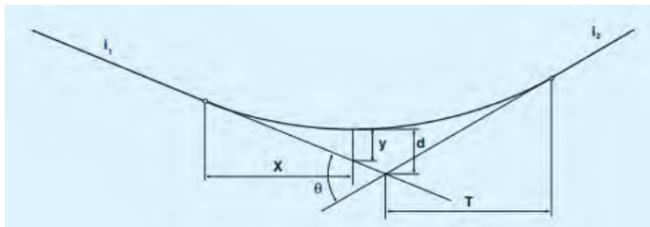


Figura 3.2. Acuerdo vertical cóncavo.

3.3. INFORME DE TRAZADO EN ALZADO

A continuación, se muestran los valores de cada alineación del trazado en alzado obtenidos en Civil 3D.

PVI	Station	Elevation (m)	Grade Out (%)	Curve Length (m)
1	0+00.000	84.993	5.251 %	0.000
2	1+85.601	94.739	-0.899 %	297.371
3	7+51.804	89.647	-5.808 %	601.197
4	11+62.962	65.768		

4. SECCIÓN TRANSVERSAL

Para el diseño de la sección transversal tipo se siguen las instrucciones de la normativa 3.1-IC, utilizando la tabla 7.1 “DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL”.

La sección tipo considera según el tipo de carretera y velocidad de este trazado es:

- Calzada única de doble sentido de circulación.
- Calzada: 2 carriles de 3,5 m c/u.
- Arcenes: 1 m.



TABLA 7.1
DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTAL
		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 multicarril	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 colectoras - 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

Tabla 4.1. "Tabla Dimensiones de la sección transversal".



ANEJO – REPLANTEO



Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. INFORME DE REPLANTEO.....	2



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se incluye el informe de replanteo obtenido del programa Civil 3D, elaborado a partir de dos puntos en el entorno de la obra en intervalos de 20 metros.

2. INFORME DE REPLANTEO

Replanteamiento de toda la longitud de la carretera, se replantea mediante puntos dando anchos a partir del eje. Se acompaña de coordenadas U.T.M cada 20 m del eje de la carretera.

P.K.	Girado.Derecha	Distancia	Coordenada.N	Coordenada.E
0+000.00	130.8636 (d)	59.438m	4,794,156.8570m	422,145.1530m
0+020.00	113.6783 (d)	47.214m	4,794,176.7207m	422,142.8221m
0+040.00	88.6803 (d)	41.409m	4,794,196.5687m	422,140.3620m
0+060.00	62.0581 (d)	44.481m	4,794,216.3825m	422,137.6405m
0+080.00	42.1274 (d)	54.858m	4,794,236.1381m	422,134.5265m
0+100.00	29.1912 (d)	69.250m	4,794,255.8040m	422,130.8900m
0+120.00	20.5911 (d)	85.580m	4,794,275.3380m	422,126.6033m
0+140.00	14.4404 (d)	102.860m	4,794,294.6878m	422,121.5507m
0+160.00	9.7533 (d)	120.663m	4,794,313.8248m	422,115.7426m

0+180.00	6.0362 (d)	138.815m	4,794,332.7601m	422,109.3064m
0+200.00	3.0085 (d)	157.229m	4,794,351.5197m	422,102.3739m
0+220.00	0.5002 (d)	175.857m	4,794,370.1396m	422,095.0739m
0+240.00	358.4029 (d)	194.675m	4,794,388.6633m	422,087.5327m
0+260.00	356.6448 (d)	213.671m	4,794,407.1389m	422,079.8744m
0+280.00	355.1705 (d)	232.830m	4,794,425.6074m	422,072.1987m
0+300.00	353.9210 (d)	252.119m	4,794,444.0758m	422,064.5229m
0+320.00	352.8495 (d)	271.512m	4,794,462.5442m	422,056.8472m
0+340.00	351.9212 (d)	290.986m	4,794,481.0126m	422,049.1714m
0+360.00	351.1095 (d)	310.528m	4,794,499.4811m	422,041.4956m
0+380.00	350.3941 (d)	330.124m	4,794,517.9495m	422,033.8199m
0+400.00	349.7589 (d)	349.766m	4,794,536.4179m	422,026.1441m
0+420.00	349.1923 (d)	369.447m	4,794,554.8887m	422,018.4741m
0+440.00	348.6986 (d)	389.179m	4,794,573.4004m	422,010.9035m
0+460.00	348.2919 (d)	408.977m	4,794,592.0173m	422,003.5960m



TRAZADO DE LA VARIANTE DE PUENTE VIESGO.

ANEJO - REPLANTEO

0+480.00	347.9840 (d)	428.849m	4,794,610.7974m	421,996.7197m
0+500.00	347.7845 (d)	448.790m	4,794,629.7870m	421,990.4468m
0+520.00	347.7017 (d)	468.777m	4,794,649.0164m	421,984.9545m
0+540.00	347.7423 (d)	488.772m	4,794,668.4942m	421,980.4249m
0+560.00	347.9114 (d)	508.714m	4,794,688.2030m	421,977.0441m
0+580.00	348.2074 (d)	528.531m	4,794,708.0891m	421,974.9447m
0+600.00	348.6042 (d)	548.178m	4,794,728.0655m	421,974.0262m
0+620.00	349.0731 (d)	567.648m	4,794,748.0635m	421,974.1142m
0+640.00	349.5895 (d)	586.958m	4,794,768.0414m	421,975.0312m
0+660.00	350.1323 (d)	606.142m	4,794,787.9792m	421,976.5983m
0+680.00	350.6835 (d)	625.245m	4,794,807.8747m	421,978.6372m
0+700.00	351.2272 (d)	644.317m	4,794,827.7380m	421,980.9703m
0+720.00	351.7494 (d)	663.408m	4,794,847.5872m	421,983.4219m
0+740.00	352.2431 (d)	682.549m	4,794,867.4353m	421,985.8820m
0+760.00	352.7098 (d)	701.739m	4,794,887.2835m	421,988.3422m

0+780.00	353.1516 (d)	720.972m	4,794,907.1316m	421,990.8023m
0+800.00	353.5705 (d)	740.245m	4,794,926.9797m	421,993.2625m
0+820.00	353.9680 (d)	759.557m	4,794,946.8278m	421,995.7226m
0+840.00	354.3459 (d)	778.903m	4,794,966.6759m	421,998.1828m
0+860.00	354.7054 (d)	798.281m	4,794,986.5240m	422,000.6429m
0+880.00	355.0478 (d)	817.690m	4,795,006.3721m	422,003.1031m
0+900.00	355.3744 (d)	837.126m	4,795,026.2203m	422,005.5632m
0+920.00	355.6861 (d)	856.588m	4,795,046.0684m	422,008.0234m
0+940.00	355.9840 (d)	876.074m	4,795,065.9165m	422,010.4835m
0+960.00	356.2689 (d)	895.583m	4,795,085.7646m	422,012.9437m
0+980.00	356.5416 (d)	915.113m	4,795,105.6127m	422,015.4038m
1+000.00	356.8030 (d)	934.663m	4,795,125.4608m	422,017.8640m
1+020.00	357.0536 (d)	954.232m	4,795,145.3090m	422,020.3241m
1+040.00	357.2942 (d)	973.818m	4,795,165.1571m	422,022.7843m
1+060.00	357.5252 (d)	993.421m	4,795,185.0052m	422,025.2444m



1+080.00	357.7474 (d)	1,013.039m	4,795,204.8533m	422,027.7046m
1+100.00	357.9610 (d)	1,032.672m	4,795,224.7014m	422,030.1647m
1+120.00	358.1667 (d)	1,052.319m	4,795,244.5495m	422,032.6249m
1+140.00	358.3649 (d)	1,071.979m	4,795,264.3976m	422,035.0850m
1+159.58	358.5520 (d)	1,091.242m	4,795,283.8330m	422,037.4940m



ANEJO – INTEGRACIÓN AMBIENTAL



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. RETIRADA DE TIERRA VEGETAL	2
3. PLANTACIONES.....	2
3.1. Tipo de plantaciones.....	2
3.2. Objetivos de las Plantaciones	2
3.3. Espacio Plantable	3
4. HIDROSIEMBRA	3
4.1. Tipos de Semilla	3
4.2. Época de Siembra	3
4.3. Etapas del Proceso	3
4.4. Mantenimiento de la Hidrosiembra	4
4.4.1. Siega	4
4.4.2. Riego	4
4.4.3. Abono	4



1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo expone las técnicas y actuaciones que tienen como objetivo la integración ambiental y la recuperación paisajística de la obra y su entorno. Las medidas correctoras se enfocan principalmente en proporcionar una cubierta vegetal a las superficies desnudas, con el objetivo de protegerlas de la erosión.

Para su realización, se tendrá en cuenta el Manual de plantaciones en el entorno de la carretera, publicado por la Dirección General de Carreteras en 1992 y para el cumplimiento de los objetivos señalados se va a definir la vegetación a implantar.

2. RETIRADA DE TIERRA VEGETAL

Antes de darle uso al terreno con la carretera y otras obras auxiliares se procederá a retirar la cubierta de tierra vegetal que por lo general es la capa más rica en materia orgánica y elementos nutritivos, esta tierra, valiosa por su fertilidad, se almacenará el menor tiempo posible, protegida de los elementos climáticos y apilada de tal forma que no se vea compactada por su propio peso. Se reutilizará disponiendo una capa de entre 15 y 30 cm en aquellos taludes que precisen una revegetación una vez finalizados.

Es necesario un manejo cuidadoso de estos suelos debido al elevado número de semillas pertenecientes a plantas herbáceas y arbustivas de la zona, estas poseen una gran cantidad de microorganismos por lo cual es perfecto para el asentamiento y germinación de especies vegetales.

Indicaciones por seguir:

- Retirada selectiva y almacenamiento.
- Protección del suelo vegetal.
- Aplicación del material sobre el terreno.

Se intentará realizar una restauración a la brevedad de forma progresiva que permita transferir la tierra vegetal de forma continua desde su posición original a su nuevo emplazamiento, en caso de ser necesario el almacenamiento, se realizará de tal forma que los materiales queden protegidos de la erosión hídrica, eólica y de no sufrir un tipo de compactación.

Se estudiará las posibles zonas de acopio y se tomará la mejor elección teniendo en cuenta distintos parámetros como:

- Pendiente
- Riesgo por inundación
- Deslizamientos

Se intentará realizar en una llanura plana que impida la disolución y lavado de los nutrientes por escorrentías.

3. PLANTACIONES

3.1. TIPO DE PLANTACIONES

Existen dos tipos: plantas más o menos desarrolladas y semillas. Al plantar árboles o arbustos, generalmente se utilizan plantas ya formadas, mientras que la vegetación herbácea se suele plantar en forma de semillas.

3.2. OBJETIVOS DE LAS PLANTACIONES

La revegetación es un tipo de corrección a las alteraciones paisajístico-ambientales, además de permitir la reducción de los impactos paisajísticos, se destaca por la gran defensa del terreno contra procesos erosivos y el lograr restablecer las condiciones ecológicas que favorezcan el proceso de colonización vegetal.

Existen dos grupos de las plantaciones en los márgenes de la carretera de trazado según sus funciones.

- Funcionales, cuyo objetivo es complementar técnicamente la calidad de las obras a realizar o ya ejecutadas. Pueden ser:
 - Protección contra la erosión.
 - Protección contra agentes atmosféricos (lluvia, nieve, viento...).
 - Protección acústica.
 - Protección contra el polvo y gases de escape
 - Seguridad del tráfico.
 - Protección contra el deslumbramiento.
 - Ayuda al balizamiento.



- Estéticos, cuyo objetivo es la mejora del paisaje para la integración de las obras en el paisaje. Los aspectos estéticos que pueden cumplir son:
 - Reposición del paisaje del entorno.
 - Creación de nuevo paisajes.
 - Ocultamiento de elementos antrópicos.

3.3. ESPACIO PLANTABLE

Las plantaciones se llevarán a cabo en:

- Taludes de desmonte.
- Taludes de terraplén.

4. HIDROSIEMBRA

La técnica de restauración paisajística utilizada será la hidrosiembra. La hidrosiembra consiste en la proyección por vía hídrica sobre las superficies de los terraplenes, mediante una mezcla homogénea y cuidadosamente dosificada de agua, semillas, fertilizantes, estabilizantes y compuestos de microorganismos latentes, desde una cuba móvil con bomba de presión y boquillas de distribución.

Tiene un efecto estabilizador inmediato, el principal funcionamiento de esta aplicación es detener los procesos de erosión lo más rápido posible en zonas sin vegetación o que no cuenten con las condiciones adecuadas para la implantación inmediata de vegetación natural. Por tanto, la hidrosiembra tiene una misión colonizadora en el espacio tiempo.

La mezcla estará compuesta de los siguientes elementos:

- Semillas de pratenses: 20 g.
- Semillas de arbustivas: 5 g.
- Mulch: 300 g.
- Abonos: 40 g.
- Estabilizador: 20 g.
- Manta orgánica biodegradable de coco: 400 g/m².

Las superficies donde se implementará la hidrosiembra serán generalmente todos los taludes generados en la construcción de la variante, a excepción de los taludes menores de 2 metros, teniendo en cuenta la menor cantidad de procesos erosivos y mayor facilidad de colonización por la vegetación espontánea.

Este proceso se realizará en dos o más pasadas con una mezcla de especies herbáceas o arbustivas para tener una defensa inicial contra la erosión y una primera etapa de integración paisajística.

4.1. TIPOS DE SEMILLA

Se empleará más de un tipo de semilla en la hidrosiembra para garantizar el éxito de esta, diversificando los riesgos y promediando ventajas e inconvenientes de unas y otras especies.

Las semillas más adecuadas para la hidrosiembra deberán tener las siguientes características:

- Bajo coste de adquisición.
- Red de raíces densa y profunda.
- Amplia disponibilidad en el mercado.
- Baja exigencia en cuanto a clima, edafología y mantenimiento.
- Rápido crecimiento inicial.
- Larga duración.

4.2. ÉPOCA DE SIEMBRA

La hidrosiembra se llevará a cabo preferentemente durante el periodo de reposo vegetativo. En general, se puede acotar entre los meses de noviembre y marzo.

4.3. ETAPAS DEL PROCESO

El proceso de la hidrosiembra seguirá las siguientes etapas:

1. Preparación del terreno: eliminación de surcos y regueros para evitar arrastres por el agua que circule por dichos accidentes del terreno. Instalación de malla para retener las semillas y amortiguar la escorrentía sobre el talud.
2. Siembra: proyección de la mezcla de hidrosiembra, en dosis adecuadas de «mulch» y estabilizador, mediante hidrosiembra. En esta fase también se añaden los abonos.



3. Tapado con la capa de mulch: se realiza con la misma máquina inmediatamente después de la hidrosiembra, a baja presión para evitar daños a las semillas o su lavado.

4.4. MANTENIMIENTO DE LA HIDROSIEMBRA

El contratista no será responsable del mantenimiento de la hidrosiembra necesaria para conservar la vegetación en buen estado una vez finalizada la obra, sino que el propietario de la carretera se hará cargo de ello.

Las labores de mantenimiento consistirán en los procesos de siega, riego y el abonado de la vegetación.

4.4.1. SIEGA

Se realizarán siegas tanto manuales como mecánicas con tractor con brazo articulado a lo largo del trazado, cuando aproximadamente el cincuenta por ciento (50%) de las plantas alcance una altura de entre 20 y 25 cm.

4.4.2. RIEGO

Se ejecutarán riegos para favorecer la instalación y desarrollo de la cubierta vegetal instalada. Se realizará un riego inmediatamente después de la hidrosiembra, con las debidas precauciones para que no se produzca el lavado de las semillas talud abajo.

4.4.3. ABONO

Independientemente de los abonos en el momento inicial de la implantación, se procederá al aporte de abonos minerales aprovechando la ejecución de los riegos de mantenimiento en aquellas zonas en los que exista un suelo con escasas capacidades nutritivas.



ANEJO – COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ORGANISMOS PÚBLICOS	2
3. EMPRESAS DE SERVICIOS.....	2



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se enumeran todas aquellas entidades, tanto públicas como privadas, que podrían verse afectados en la realización del trazado.

2. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se nombran las empresas y servicios presentes en la zona que puedan verse afectados por la ejecución del presente trazado.

2.1. ORGANISMOS PÚBLICOS

Los organismos públicos que podrían verse afectados son:

- Ayuntamiento de Puente Viesgo.
- Gobierno de Cantabria.
- Confederación Hidrográfica del Norte.
- Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria.
- Instituto de Hidráulica Ambiental.
- Instituto de Seguridad y Salud.

2.2. EMPRESAS DE SERVICIOS

Se establecerá contacto con aquellas empresas que brinden servicios a la zona del trazado, como podrían ser:

- Red de suministro eléctrico: Viesgo Distribución.
- Red de telefonía.
- Red de suministro de gas.
- Red de infraestructuras de transporte.
- Red de abastecimiento de agua: Aqualia Gestión Integral del Agua S.A.



ANEJO – EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. EXPROPIACIONES.....	2
3. PLANOS DE EXPROPIACIONES	2



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se establecen los terrenos que se incluirán en el expediente de expropiaciones que el Gobierno de Cantabria deberá abrir para poder apropiarse de los terrenos necesarios para la construcción de la variante.

La valoración de las expropiaciones se desarrollará de acuerdo con las prescripciones recogidas en la Nota de Servicio 4/2010, de 7 de julio, sobre el estudio de las expropiaciones en los Proyectos de Trazado de la Dirección General de Carreteras, además de la Ley 5/1996, de 17 de diciembre, de Carreteras de Cantabria.

2. EXPROPIACIONES

Según el artículo 18 de la Ley 5/1996, de 17 de diciembre, de Carreteras de Cantabria, se define como límite de expropiación los terrenos ocupados por la propia carretera, sus elementos funcionales y una franja de 3 metros a cada lado de la arista exterior de la explanación, medidos horizontal y perpendicularmente a la misma.

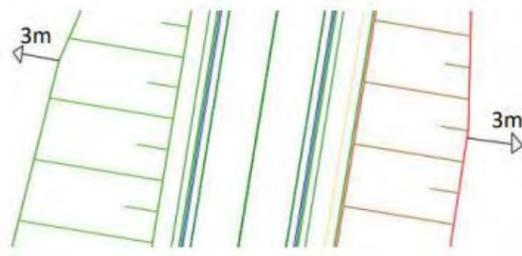


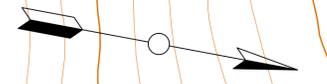
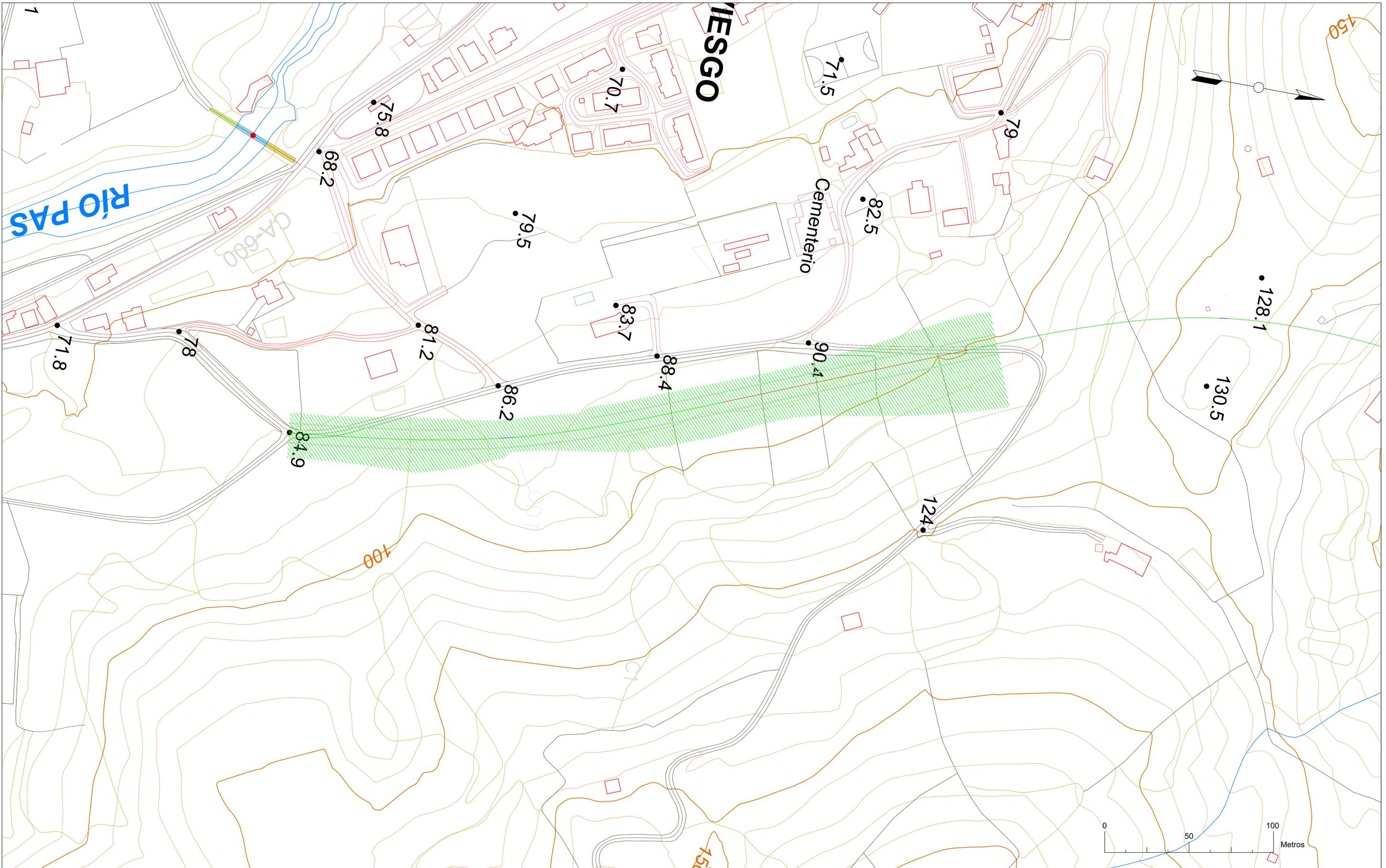
Figura 2.1. Esquema expropiaciones.

La totalidad de la traza de la nueva variante se desarrollará en suelo rústico, por lo que el coste de la indemnización para la expropiación de dichos terrenos se estima en 10€/m².

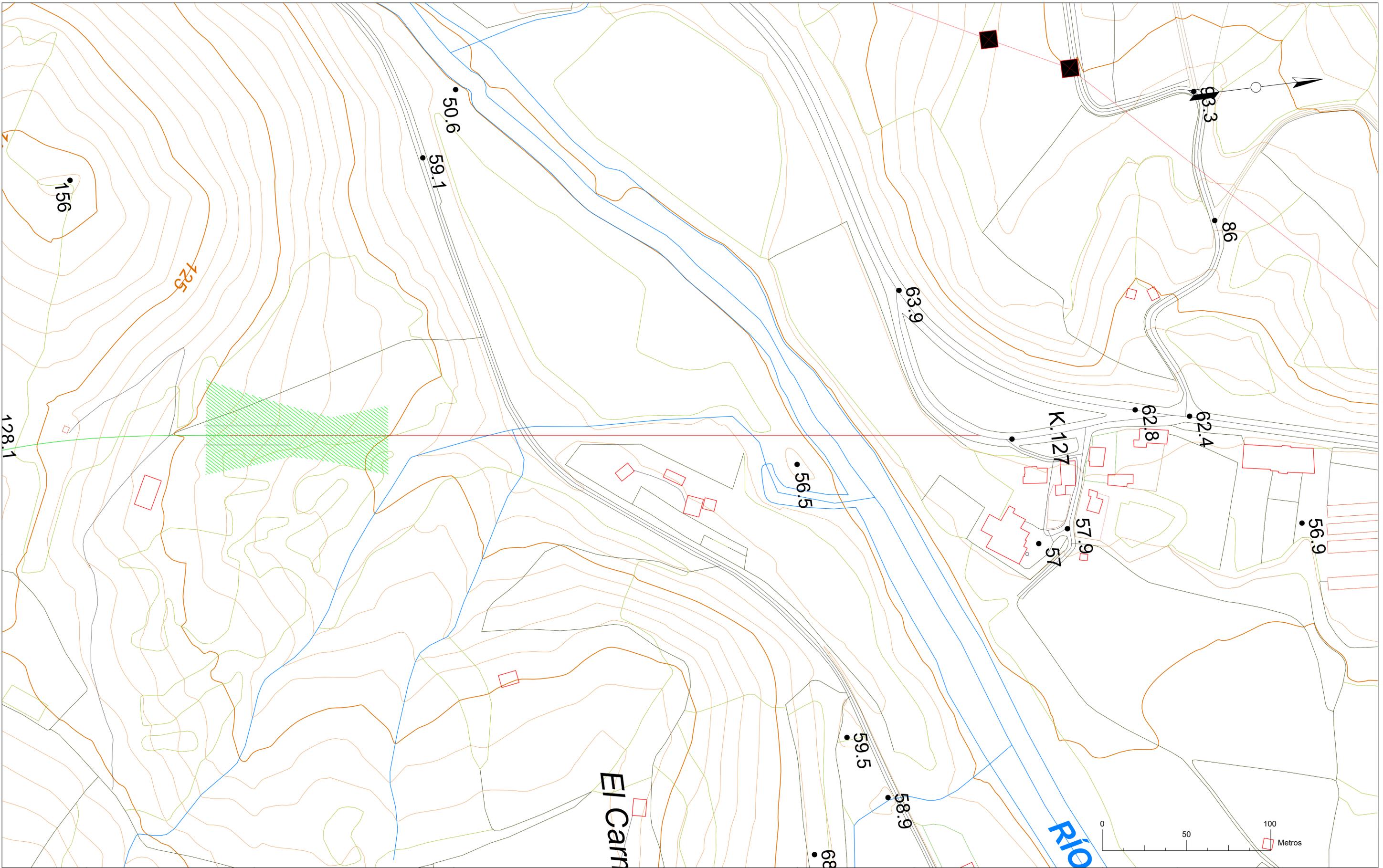
La superficie total de suelo rústico a expropiar es de 17.912,602m², por lo que se estima un coste total de las indemnizaciones por expropiación de las distintas parcelas de **179.126,02€**. Este valor servirá para la conjunción del Presupuesto para Conocimiento de la Administración.

3. PLANOS DE EXPROPIACIONES

Se adjunta a continuación dos planos a escala 1:1000 de la superficie expropiada en la zona de estudio del trazado.



 ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO FIN DE GRADO	TITULO Trazado de variante de Puente Viesgo	TERMINO MUNICIPAL Puente Viesgo	TITULO DEL PLANO EXPROPIACIONES	AUTOR Michael Estay. 	ESCALA 1:1000	FECHA JULIO 2025	PLANO HOJA 1 DE 2
			PROVINCIA Cantabria					



 <p>ESCUOLA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TIPO PROYECTO FIN DE GRADO</p>	<p>TITULO Trazado de variante de Puente Viego</p>	<p>TERMINO MUNICIPAL Puente Viego</p>	<p>TITULO DEL PLANO EXPROIACIONES</p>	<p>AUTOR Michael Estay. </p>	<p>ESCALA 1:1000</p>	<p>FECHA JULIO 2025</p>	<p>PLANO HOJA 2 DE 2</p>
			<p>PROVINCIA Cantabria</p>					



ANEJO – SERVICIOS AFECTADOS



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. SERVICIOS AFECTADOS.....	2
3. REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	2



1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se encuentra recogida la información correspondiente a las diferentes redes de servicio existentes que puedan verse afectados por la ejecución de las distintas obras del proyecto "Variante de Puente Viesgo" y cualquier posible impacto que estos servicios pudieran experimentar para su reposición.

2. SERVICIOS AFECTADOS

Dado el trazado de la variante los servicios que se pueden ver afectados son los de abastecimiento, saneamiento, servicios eléctricos, telefonía y comunicaciones, para los cuales se necesitan los procedimientos oportunos con las compañías que se ven afectadas en la realización de este proyecto.

3. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Con la información entregada por la Universidad de Cantabria e investigación propia, las redes de servicio afectadas por la ejecución de las obras son:

- **Redes de abastecimiento y saneamiento:** Superponiendo el trazado de la variante con la zona donde se encuentran las estructuras de estos servicios, se logra observar que no existe una afectación de estos servicios. A continuación, se enseña el trazado de estas redes proveniente del PGOU de Puente Viesgo:

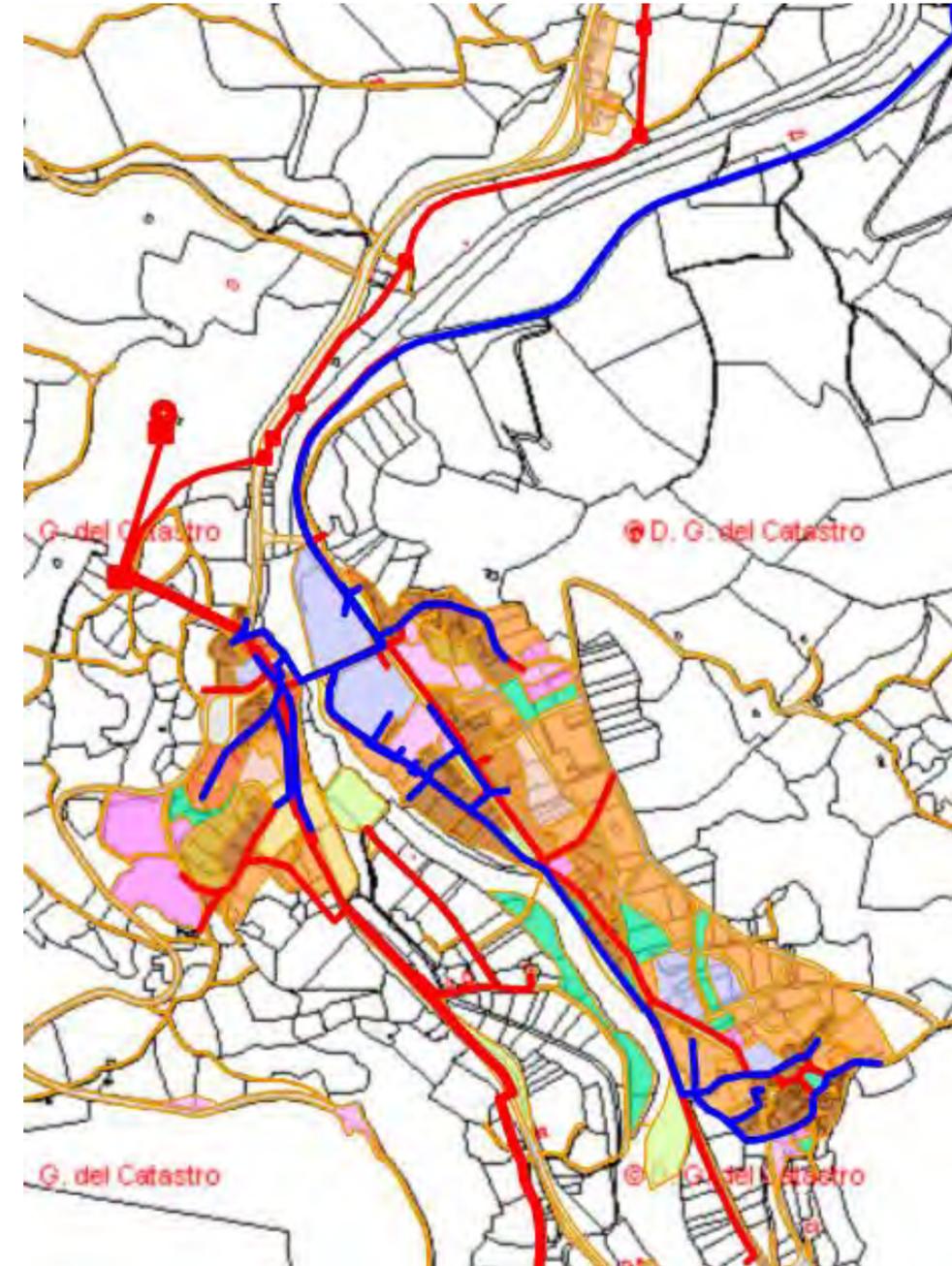


Figura 3.1. Redes de abastecimiento y saneamiento Puente Viesgo.

Como se puede observar, la parte del trazado donde pareciera que pasa por las redes, es paso de nivel, por lo que no afectaría estas redes subterráneas.



- **Telefonía y comunicaciones:** Al igual que el servicio anterior, este no se ve afectado por la traza del proyecto.
- **Red eléctrica:** Al igual que las redes de abastecimiento y saneamiento, superponiendo el trazado de la variante, se logra apreciar que no genera ninguna alteración a las redes eléctricas. A continuación, se enseña el mapa de redes eléctricas que se encuentra en el PGOU de Puente Viesgo:

Dado que la afección de la nueva infraestructura a los servicios de telefonía, gas, agua, líneas eléctricas, fibra... no se conoce con tal precisión, al encontrarse en una zona rural, se estima un precio de **10.000 €** para la reposición de dichos servicios.

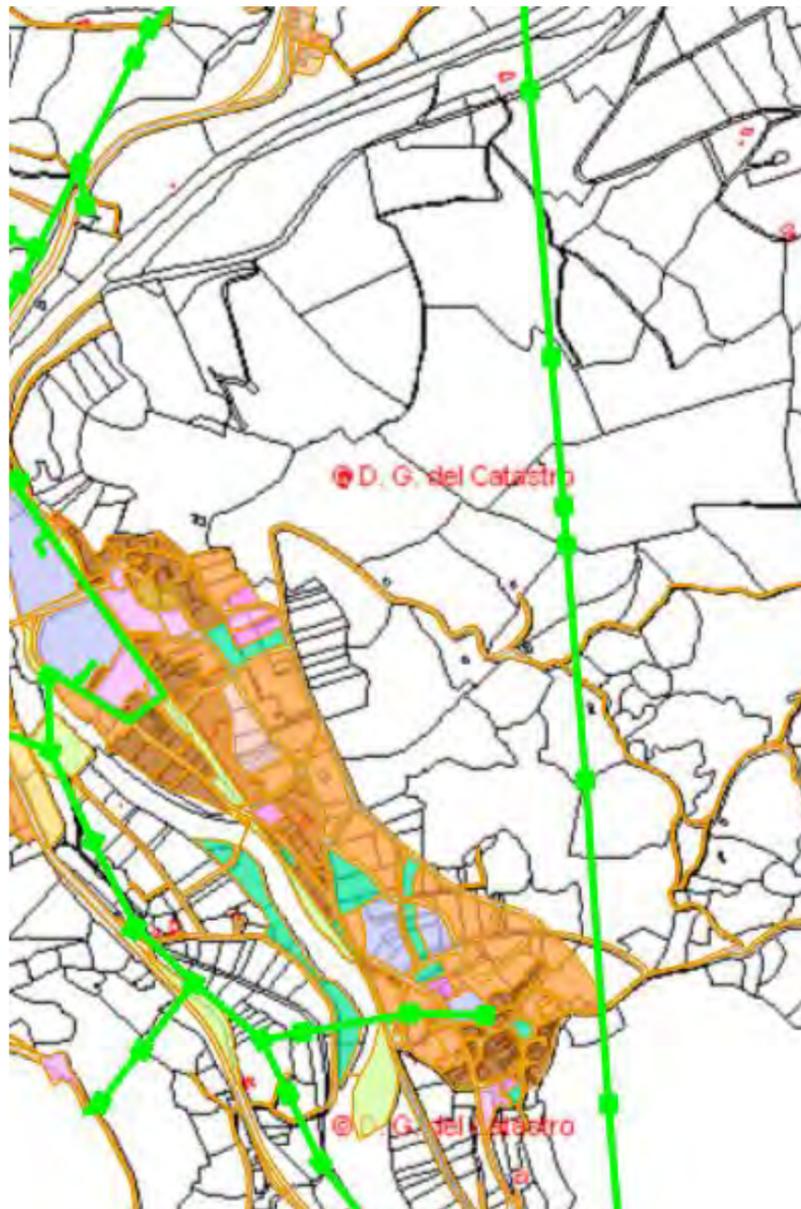


Figura 3.1. Rede eléctrica Puente Viesgo.



ANEJO – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**Índice**

1. INTRODUCCIÓN	2	3.6.4. Minimización del impacto contra la fauna	13
2. LEGISLACIÓN	2	3.6.5. Integración ecológica y paisajística.....	13
3. EVALUACIÓN AMBIENTAL	2	3.6.6. Socioeconómico.....	14
3.1. Localización del Proyecto.....	2	3.6.7. Gestión y minimización de los residuos.....	14
3.2. Descripción del Proyecto	2	3.7. Programa de Vigilancia Ambiental.....	14
3.2.1. Listado de Acciones Generadoras de Impacto	3		
3.3. Descripción del Medio	3		
3.3.1. Medio Físico.....	3		
3.3.2. Medio Biológico.....	5		
3.3.3. Medio Social	7		
3.3.4. Medio Perceptual	8		
3.3.5. Zonas de Especial Protección	8		
3.4. Identificación de Impactos.....	9		
3.5. Caracterización y Valoración de Impactos.....	9		
3.6. Medidas Preventivas y Correctivas.....	11		
3.6.1. Protección de la calidad del aire.....	11		
3.6.2. Protección del medio hidrologico	12		
3.6.3. Protección de los suelos y vegetación.....	12		



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se redacta el estudio de evaluación ambiental de la obra, con el objeto de definir las medidas preventivas, protectoras o correctoras que se aplican en el proceso de planeamiento y ejecución de la infraestructura, para ello se llevara a cabo una evaluación ambiental, análisis del medio para identificar los impactos ambientales, incluyendo las acciones que se asocian con la Dirección de las obras y seguimiento de los trabajos, considerando la legislación vigente para lograr valorarlos y así concluir con las medidas correspondientes para eliminar o disminuirlo además de una propuesta de programa de vigilancia ambiental que servirá como sistema de seguimiento y control.

2. LEGISLACIÓN

Para la redacción del presente estudio, se tendrá en cuenta la legislación nacional vigente en la materia:

- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE, 11 de diciembre de 2013).

En cuanto a la Comunidad Autónoma de Cantabria, se debe considerar:

- Ley 17/2006, de 11 de diciembre, de control ambiental integrado.
- Decreto 19/2010, de 18 de marzo, por el que se aprueba el reglamento de la Ley 17/2006, de Control Ambiental Integrado.

Según el Anexo I de la Ley 21/2013, deberán someterse a Evaluación Ambiental Ordinaria los siguientes proyectos de carreteras:

- Construcción de autopistas y autovías.
- Construcción de una nueva carretera de cuatro carriles o más, o realineamiento y/o ensanche de una carretera existente de dos carriles o menos con objeto de conseguir cuatro carriles o más, cuando tal nueva carretera o el tramo de carretera realineado y/o ensanchado alcance o supere los 10 km en una longitud continua.

Según el Anexo II de la Ley 21/2013, deberán someterse a Evaluación Ambiental Simplificada los siguientes proyectos de carreteras:

- Construcción de variantes de población y carreteras convencionales no incluidas en el Anexo I.

Por lo tanto, la obra del presente Proyecto se somete a **Evaluación Ambiental Simplificada**.

3. EVALUACIÓN AMBIENTAL

3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de la variante se encuentra en el municipio de Puente Viesgo, con 36,1 kilómetros cuadrados de territorio enclavados en el tramo medio del río Pas y participes de las aguas medias del Pisueña en su límite septentrional, se encuentran limitados administrativamente por los municipios de Torrelavega y San Felices al oeste, Corvera de Toranzo al sur, Castañeda y Santiurde de Toranzo al este, y Piélagos al norte.



Figura 3.1. Término municipal de Puente Viesgo.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del Proyecto es la construcción de la variante de la carretera N-623 entre las poblaciones del curso medio del Pas y las del Pisueña. La variante comienza como una salida alternativa por la N-623, para poder evitar la entrada al pueblo de Puente Viesgo.



La finalidad de realizar este proyecto consiste en disminuir el tráfico en la localidad de Puente Viesgo, produciendo una mejora de la seguridad vial y la habitabilidad de las poblaciones, y reducir la contaminación acústica y ambiental producida por el tráfico en la zona.

Las principales características técnicas son las siguientes:

- **Tipo de proyecto:** Proyecto de Construcción.
- **Sección tipo:** Carretera de calzada única con doble sentido de circulación.
- **Velocidad de proyecto:** 60 km/h.
- **Longitud:** 1159.58 km.
- **Calzada:** 7 metros. Dos carriles de 3,5 metros de ancho.
- **Arcenes:** 1 metros.

3.2.1. LISTADO DE ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTO

Basándose en la Guía para elaboración de estudios ambientales de Proyectos con incidencia en el medio natural, “Guía 1: Infraestructuras terrestres de comunicación y transportes”, y, concretamente, en la descripción de las acciones del proyecto susceptibles de causar impacto, se elabora una lista con las acciones existentes en el proyecto en cada fase de su ciclo de vida que puedan provocar algún impacto, positivo o negativo, en el medio ambiente.

En fase de construcción:

- Desbroces y movimientos de tierras.
- Necesidades del suelo.
- Creación de desvíos y canalizaciones de cauces de agua.
- Desarrollo de plantas de tratamiento de materiales.
- Creación de pistas y accesos adicionales.
- Transporte de materiales.
- Movimientos de maquinaria pesada.
- Asfaltado de superficies.
- Deposición de materiales.
- Vallado y circulación de vehículos.

- Creación de estructuras asociadas a la obra.

En fase de explotación:

- Incremento del tráfico rodado.
- Uso de la maquinaria de mantenimiento.
- Uso de sales, herbicidas y aditivos para la conservación de la infraestructura.
- Mantenimiento del vial (limpieza, pintado de líneas de la calzada, asfaltado de algunos tramos...).
- Deslumbramientos por parte de vehículos.
- Creación de escombreras en las inmediaciones del vial, como consecuencia de la mayor accesibilidad de la zona.
- Aumento de las emisiones atmosféricas (CO₂, CO, COV, NO_x, SO_x, metales pesados, radicales libres) capaces de afectar a factores del medio natural presentes en la zona receptora del proyecto.

Fase de abandono:

No se contempla esta fase para el tipo de infraestructura objeto del presente Estudio.

3.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

3.3.1. MEDIO FÍSICO

Se describen los principales aspectos del medio físico en las proximidades de la obra: clima, hidrología, contaminación del aire, contaminación acústica y contaminación lumínica.

3.3.1.1. CLIMA

Las temperaturas son moderadas durante todo el año, con una amplitud térmica bastante reducida (10,6°C). Los meses de verano son templados, con medias que no superan los 20°C y máximas absolutas por debajo de 32°C. Los meses de invierno tampoco son excesivamente fríos, con medias entre 9 y 10°C. Por otro lado, las precipitaciones son elevadas a lo largo de todo el año, con mínimas en verano (56,1 mm. en julio) y máximas a finales de otoño y principios de invierno (151 mm. en noviembre), y el mes de abril (134,6 mm.). El total anual asciende a 1157,1 mm.

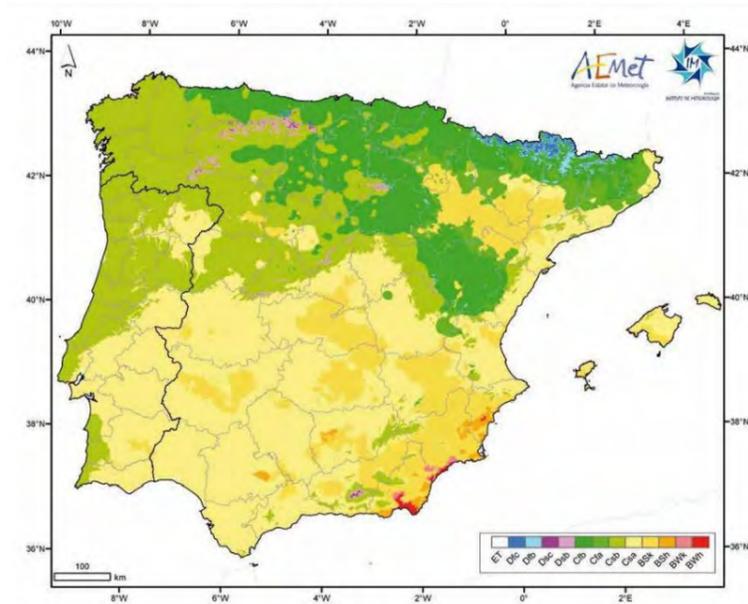


Figura 3.2. Mapa Climático de España.

Puente Viesgo se sitúa dentro de la llamada España Húmeda, una zona caracterizada por recibir más de 1000 mm de lluvia al año. La influencia del clima oceánico es muy marcada, con frecuentes precipitaciones y presencia habitual de niebla, lo que hace que prácticamente no se den periodos de sequía en verano.

En estas áreas, que se encuentran a baja altitud respecto al nivel del mar, las lluvias asociadas a las borrascas del Atlántico llegan con facilidad, impulsadas por los vientos del oeste. A medida que aumenta la altitud del terreno, también lo hace la cantidad de precipitaciones, ya que los frentes se intensifican al topar con las formaciones montañosas.



Figura 3.3. Climas en la región de Cantabria.

3.3.1.2. HIDROLOGÍA

El municipio de Puente Viesgo pertenece en su totalidad a la cuenca del Pas, su cauce principal atraviesa el municipio de norte a sur, este marca en varias zonas los límites con los municipios cercanos. La cuenca del Pas es la segunda más importante de Cantabria, nace en la cordillera Cantábrica y discurre en perpendicular al Mar Cantábrico hasta su desembocadura. Su principal fuente es el Pisueña, que vierte en el Pas en las proximidades de Vargas, es conocido como pozo Dos Ríos.

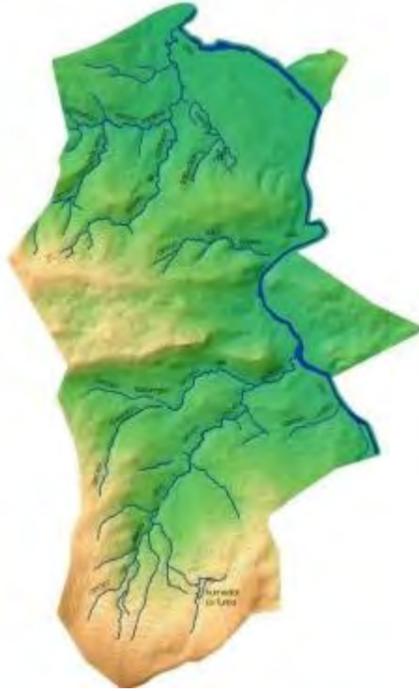


Figura 3.4. Hidrología en la zona del proyecto.

3.3.1.3. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El área del proyecto se trata de una zona rural dedicada, en mayor medida, al sector primario, por lo que la calidad del aire se considera buena, aunque esta pueda verse afectada por la intensidad de tráfico.

3.3.1.4. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

La contaminación acústica en la zona de proyecto es baja debido a la ausencia de grandes zonas industriales o importantes tránsitos de vehículos que generen un ruido elevado.

3.3.1.5. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

La zona de proyecto no está iluminada, con lo que la contaminación lumínica de la zona es prácticamente nula.

3.3.2. MEDIO BIOLÓGICO

Se describen las principales características de la flora y la fauna presentes en la zona de afección del proyecto.

3.3.2.1. FLORA

El paisaje vegetal de Puente Viesgo se distingue por una notable humanización, ya que la mayor parte de su superficie está ocupada por praderías de aprovechamiento ganadero, matorrales de sustitución como las landas, y plantaciones de eucaliptos y pinos. No obstante, persisten pequeñas manchas de robledales y hayedos que, al situarse en las zonas topográficamente más inaccesibles o en los bordes de las parcelas, adquieren relevancia como refugios de biodiversidad. Además, existen algunos enclaves que conservan un alto grado de naturalidad, como el monte de Hijas, un hayedo con presencia de robles que se extiende por el fondo del valle del arroyo Moro, constituyendo la masa más importante de bosque atlántico. También deben mencionarse los bosques de ribera, tanto del río Pas como de sus afluentes, que conservan una densa aliseda en buen estado y sirven de hábitat para algunas de las especies más sensibles del entorno.

En las siguientes figuras se representan las principales formaciones arboladas, herbáceas y de matorral en la comunidad autónoma de Cantabria.



Figura 3.5. Principales formaciones arboladas en Cantabria.

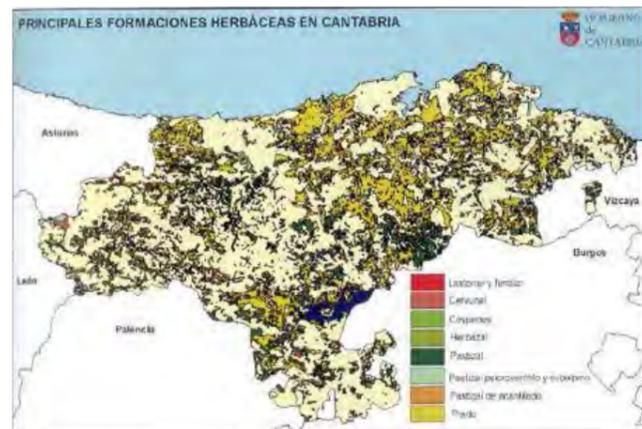


Figura 3.6. Principales formaciones herbáceas en Cantabria.

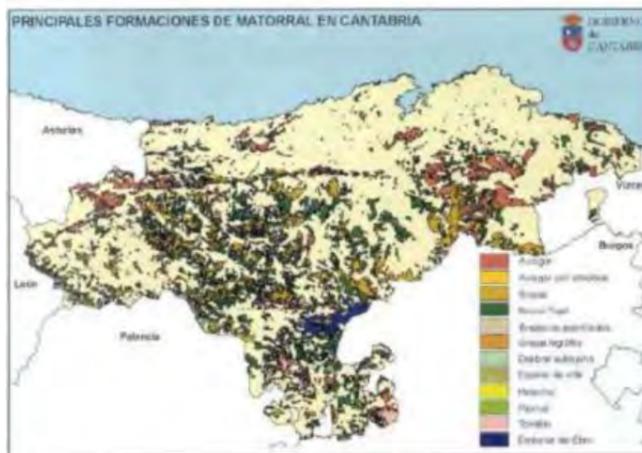


Figura 3.7. Principales formaciones de matorral en Cantabria.

3.3.2.2. FAUNA

A continuación, se describirán los principales biotopos presentes en la zona de emplazamiento de la variante, así como sus principales elementos faunísticos:

Hábitat Fluvial:

El Río Pas alberga una de las cuatro poblaciones de salmón atlántico de Cantabria, esta especie es un buen indicador de calidad ecológica global del medio fluvial, ya que tiene una gran exigencia en cuanto a la calidad del medio, tanto la calidad del agua como la calidad del hábitat fluvial. Esta población se encuentra en Peligro Crítico, debido a la reducción de caudal causadas por las captaciones, encauzamientos y escolleras.

Otra especie que se encuentra presente y al igual que el salmón es un buen indicador de la calidad del río es la trucha, esta especie es considerada vulnerable a nivel nacional debido a la degradación del río.

Otras especies que se encuentran en la zona fluvial son anguila, la madrilla y el piscardo.

Bosques de Ribera:

El bosque de ribera del Río Pas constituye uno de los principales ecosistemas del municipio, se pueden encontrar anfibios como la salamandra, la rana común, la ranita de San Antón y el sapo común. La culebra de collar, el lución y la víbora europea.

En cuanto a las aves, se pueden encontrar el martín pescador, la oropéndola, el mirlo acuático, el verderón y las lavanderas, además de algunas especies forestales.

Si hablamos de los mamíferos que habitan en esta zona, se destaca la nutria la cual tiene una alta exigencia del ecosistema, tanto del bosque de ribera como a la calidad de las aguas, debido a la alimentación de la nutria.

Bosques de Hija:

Existen dos poblaciones de dos grandes mamíferos: El corzo y el jabalí. Estas especies suelen criar y buscar refugio en las grandes masas forestales con denso sotobosque como lo son los bosques de Hija.

Además, se pueden encontrar otros mamíferos como zorros, armiños, tejones, ardillas y erizos, aves de presa como ratoneros, gavilanes, águilas culebreras, águilas calzadas, cárabos y lechuzas, herrerillos, carboneros, trepadores azules, reyezuelos, petirrojos, mitos, arrendajos, zorzales y cucos. Y otras especies que se encuentran en la herpetofauna como la ranita de San Antón, la salamandra y el lagarto verde.

Bosques-Islas:

Estos bosques son importantes como refugio de las especies rurales, pero están muy influenciados por las comunidades existentes en los biotopos colindantes, las especies que albergan estos bosques son parecidas a las del bosque anterior, pero sin contar el jabalí y el corzo. Pero las especies que más se pueden encontrar en estos bosques son aquellas ligadas a los linderos, rapaces chotacabras, cornejas, urracas, jilgueros, erizos y ratones.

**Plantaciones forestales:**

Las plantaciones forestales tienen escaso valor como biotopo faunístico, pues el sotobosque es más pobre que los autóctonos. Las especies existentes en esta zona son parecidas a las de los autóctonos. Se pueden encontrar aves rapaces y abundancia de especies como el carbonero garrapinos, el herrerillo capuchino, el reyezuelo listado, el pico picapinos, el pito negro y ardillas.

Landas:

Las landas existentes constituyen junto con las masas forestales, el principal biotopo del corzo y el jabalí. Por otra parte, en las matas espinosas y herbáceas prateras, se observa un buen hábitat para anfibios como el sapo común, el sapo partero y la rana común, reptiles como el lución, la culebra de collar, la víbora europea y el lagarto verde, y mamíferos como el erizo, la rata común y el topillo agreste, además de aves como la perdiz roja, la alondra, el alcaudón dorsirrojo, las currucas zarceras, el chochín y la tarabilla. Así mismo, la abundancia de estas especies nombradas anteriormente atrae la atención de depredadores, que emplean este biotopo como área de campeo. Entre estos se encuentran los zorros, el armiño y no tan casualmente, el tejón, garduña y gineta. Entre aves rapaces se pueden encontrar ratoneros, águila culebrera, milano negro, halcón peregrino, cernícalo vulgar, mochuelo y lechuza.

Roquedo con matorral:

La vegetación que se encuentra en las calizas de montaña del Dobra es similar a las Landas que existen en el municipio, siendo un poco más árido dificultando la presencia de especies más exigentes en cuanto a parámetros de humedad y temperatura. Y por el mismo motivo, aparecen especies ligadas a medios más rocosos o áridos, como la salamanquesa, las lagartijas roquera e ibérica, el colirrojo tizón, la grajilla, la chova piquirroja, el avión roquero y el escribano.

3.3.3. MEDIO SOCIAL**Evaluación de la población:**

En 2024 según los datos provisionales del Instituto Nacional de Estadística (INE), Puente Viesgo registraba una población de 2.923 habitantes. Esta cifra ha experimentado una ligera estabilidad en los últimos años, con pequeñas fluctuaciones. Por ejemplo, en 2023 la población era de 2.934 habitantes, y en 2020 de 2.898 habitantes. Esto nos indica que el municipio ha logrado mantener un volumen poblacional constante, resistiendo en cierta medida la despoblación que afecta a otras áreas rurales.

Los cinco núcleos poblacionales con los que cuenta Puente Viesgo son: Las presillas, Vargas, Puente Viesgo, Hijas y Aés, han mantenido siempre un peso demográfico considerable, los más poblados son Puente Viesgo y Vargas, destacando este último por contener la mitad de las viviendas y de población registrada en el municipio.

Las actividades económicas de Puente Viesgo se han diversificado con el paso del tiempo, normalmente la actividad agropecuaria ha constituido la base de la economía local, aunque el interés turístico de las cuevas de Monte Castillo y el Balneario de Puente Viesgo han originado la creación de empresas vinculadas a la hostelería, hospedaje y comercio.

Sector Primario (Agrario y Ganadero): Representa la base tradicional del territorio, con una presencia constante, aunque con un peso económico relativo menor en términos de empleo directo.

- **Suelo Agrícola y Pastizal:** Amplias extensiones de terreno aptas para la ganadería y agricultura.
- **Recursos Hídricos:** La red fluvial, en particular el río Pas, que abastece las explotaciones.
- **Actividades Primarias:** Predominantemente la ganadería de vacuno (orientada a la producción de leche y carne), complementada por la agricultura a pequeña escala.

Sector Secundario (Industria y Construcción): Posee un peso significativo, concentrado principalmente en la localidad de Vargas.

- **Ubicación Estratégica:** Proximidad a infraestructuras viarias de alta capacidad (Autovía A-8 y A-67), facilitando la logística y la distribución.
- **Zonas Industriales:** Disponibilidad de suelo clasificado para usos industriales, permitiendo la implantación y desarrollo de empresas.



- **Actividades Primarias:** Incluye la transformación del metal y la madera como actividades históricamente relevantes, además de otras industrias ligeras. El sector de la construcción mantiene una actividad constante, respondiendo a las necesidades de edificación y rehabilitación en el municipio.

Sector Terciario (Turismo y Servicios): Constituye el motor económico primordial del municipio, aprovechando un patrimonio natural y cultural excepcional.

- **Patrimonio Arqueológico:** La presencia de cuevas con arte rupestre paleolítico, específicamente la Cueva de El Castillo (declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO), es el principal recurso de atracción turística de relevancia internacional.
- **Recursos Hidrotermales:** La existencia de un balneario de referencia contribuye al desarrollo de un segmento turístico enfocado en la salud y el bienestar.
- **Paisaje y Entorno Natural:** El valle del río Pas y las formaciones orográficas adyacentes proveen un marco idóneo para el turismo rural y de naturaleza.
- **Actividades Primarias:** El sector se articula en torno a la hostelería (restauración y alojamiento, incluyendo hoteles y una red de alojamientos rurales), servicios asociados al patrimonio cultural (visitas guiadas, interpretación del patrimonio) y actividades de ocio y recreo ligadas al entorno natural.

Las principales vías de comunicación por carretera en Puente Viesgo están encabezadas por la N-623 (Santander-Burgos), que actúa como eje vertebrador del municipio al seguir el curso del río Pas y conectar con la meseta a través del Puerto del Escudo. Esta carretera es fundamental tanto para el tránsito local como regional. Complementando esta vía, el Cruce de Vargas representa un nudo estratégico dentro del municipio, facilitando la conexión con carreteras locales hacia los distintos núcleos poblacionales. Aunque la Autovía A-8 (Oviedo-Bilbao) no atraviesa directamente el término municipal, su cercanía refuerza la accesibilidad general de Puente Viesgo. Además, existen carreteras secundarias que enlazan las localidades internas como Aés, Hijas, Las Presillas, Vargas y Puente Viesgo, aprovechando el relieve más llano junto al río.

3.3.4. MEDIO PERCEPTUAL

El medio perceptual de Puente Viesgo se caracteriza por un paisaje de gran riqueza visual, resultado de la interacción entre una orografía compleja, elementos históricos y una alta humanización del entorno. El municipio combina áreas de relieves suaves al norte, con terrazas fluviales bien conservadas, y zonas de fuerte pendiente al

sur, marcadas por la Sierra del Escudo de Cabuérniga y el Macizo del Dobra, que configuran barreras visuales naturales y aportan un alto valor escénico.

El río Pas actúa como eje estructurante del paisaje, tanto desde el punto de vista natural como perceptual, destacando los bosques de ribera bien conservados y la integración de usos recreativos y tradicionales en sus márgenes. La presencia de aguas termales, la reutilización de infraestructuras antiguas como la vía férrea (hoy vía verde), y elementos patrimoniales como iglesias, arquitectura rural y cuevas prehistóricas, enriquecen la identidad visual y cultural del municipio.

Desde el punto de vista perceptual, destaca la contraposición entre lo natural y lo construido, con núcleos urbanos que han crecido de forma relativamente integrada en el paisaje.

3.3.5. ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN

El único espacio natural protegido en el municipio de Puente Viesgo es el LIC "Río Pas", incluido en el anexo V de la Ley de Cantabria 4/2006, de 19 de mayo, de Conservación de la Naturaleza de Cantabria. Este espacio comprende el cauce del río y su bosque de ribera. Sus principales valores de conservación son los siguientes:

- Bosques de ribera bien conservados, principalmente, alisedas y saucedas.
- Presencia de especies piscícolas protegidas: salmón atlántico y madrilla.
- Presencia de especies ribereñas protegidas: nutria y desmán.

El mantenimiento y gestión de este espacio protegido corresponden a la Dirección General competente del Gobierno de Cantabria, y cualquier modificación del uso del suelo en su entorno debe contar con su autorización. Este entorno constituye el único Espacio Natural Protegido del término municipal y representa un elemento clave de la infraestructura ecológica de Puente Viesgo.



3.4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Se presentan los distintos factores de impacto con sus correspondientes impactos potenciales derivados de las actuaciones del proyecto, tanto en fase de construcción como de explotación.

Factores	Impactos ambientales potenciales
ATMÓSFERA	Contaminación acústica.
	Contaminación lumínica.
	Emisiones de polvo, partículas y contaminantes gaseosos
HIDROLOGÍA	Arrastres de materiales de acopios o de la explanación.
	Vertidos accidentales de lubricantes, combustibles, pinturas, hormigones, betunes y otras sustancias o productos peligrosos o contaminantes.
FLORA	Retirada de la vegetación autóctona para la ejecución de la obra.
	Riesgo de propagación de especies vegetales invasoras por el corredor que supone la nueva carretera.
	Ausencia de restitución de la cubierta vegetal herbácea y/o arbórea.
	Riesgo de incendios accidentales.
FAUNA	Aumento de las molestias por emisiones acústicas y vibraciones provenientes de los vehículos.
	Alteración y destrucción de la cobertura vegetal existente y de otras áreas de campeo, nidos o refugios.
	Afecciones a la permeabilidad o movilidad de la fauna.
	Aumento de la mortalidad por accidentes con vehículos.
SUELO	Pérdida de propiedades nutritivas de la tierra vegetal.
	Pérdidas de suelo por erosión.
	Lavado de tierras en taludes.
	Ocupación temporal y permanente.
	Compactación de los suelos de las áreas ocupadas.
PAISAJE	Alteración de las formas del paisaje y de la morfología local.
	Ausencia de restitución del paisaje natural en taludes y otras zonas intervenidas.
PATRIMONIO	Riesgo de afección a posibles yacimientos o elementos de interés arqueológico o patrimonial.
SOCIO ECONÓMICO	Molestias a los ciudadanos derivados de las obras.
	Ausencia de reposición de los servicios y usos afectados.
	Generación de puestos de trabajo.
RESIDUOS	Inadecuada gestión de RCDs y, en especial, de aquellos que constituyen un riesgo para la salud ambiental y de las personas.

Tabla 3.1. Potenciales impactos ambientales.

3.5. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

La caracterización y valoración de impactos se desarrollan mediante el método numérico semicuantitativo que se propone en los *Criterios para la caracterización del impacto RD 1131/88*. Se exponen a continuación los conceptos que caracterizan cada impacto y su valoración respectiva. Estos efectos pueden tener signo negativo, si son perjudiciales, o positivo, si son beneficiosos.

- **(I) Intensidad:** Se refiere al grado de alteración que el impacto introduce.
- **(E) Extensión:** Referido al área de influencia del impacto, puesto que puede afectar a espacios puntuales del ámbito de estudio o, incluso, sobrepasar la zona delimitada como zona afectada por la actuación.
- **(M) Momento:** Tiempo que tarda un determinado impacto en incidir sobre cualquiera de los factores ambientales.
- **(P) Persistencia:** Se refiere a los factores alterados que permanecen una vez finalizada la acción.
- **(R) Reversibilidad:** Este criterio se refiere a la posibilidad de recuperar la calidad ambiental del factor una vez producido el impacto.

Se emplea la siguiente tabla para obtener los valores de cada componente del modelo.

Signo	I, Intensidad (grado de destrucción):
- Impacto beneficioso +	- Baja.....2 ⁰
- Impacto perjudicial -	- Media.....2 ¹
	- Alta.....2 ²
	- Muy alta.....2 ³
	- Total.....2 ⁴
E, Extensión (Área de influencia):	M, Momento:
- Puntual.....2 ⁰	- Largo plazo.....2 ⁰
- Parcial.....2 ¹	- Medio plazo.....2 ¹
- Extenso.....2 ²	- Inmediato.....2 ²
- Total.....2 ³	- Crítico.....+4
- Crítico.....+4	
P, Persistencia:	R, Reversibilidad:
- Fugaz.....2 ⁰	- Corto plazo.....2 ⁰
- Temporal.....2 ¹	- Medio plazo.....2 ¹
- Pertinaz.....2 ²	- Largo plazo.....2 ²
- Permanente.....2 ³	- Irreversible.....2 ³
	- Irrecuperable.....2 ⁴

Figura 3.8. Valoración de impactos.



Una vez se caracterizan y valoran todos los impactos, se calcula su importancia con la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia (I)} = 3I + 2E + M + P + R$$

Una vez obtenida la importancia, se normalizarán los resultados calculando la importancia relativa (I_r) con la siguiente expresión:

$$I_r = \left(\frac{I - 8}{104 - 8} \right) \cdot 10$$

Según el valor normalizado (I_r) de cada impacto, se le asignará una de las valoraciones indicadas a continuación.

Impacto	Descripción	Ir
COMPATIBLE	Recuperación inmediata tras el cese de la actividad que provoca el impacto.	0,0-2,5
	No precisa de medidas correctoras	
MODERADO	Su recuperación no precisa de medidas correctoras muy intensas.	2,5-5,0
	Cambio perceptible en el entorno.	
SEVERO	Su recuperación exige de medidas correctivas y de un periodo de tiempo.	5,0-7,5
	Pérdida ambiental notable.	
CRÍTICO	Magnitud superior al umbral aceptable.	7,5-10,0
	Pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales.	
	Sin posible recuperación, incluso con medidas correctoras	

Tabla 3.2. Caracterización de impactos.

Definidos los aspectos de caracterización y valoración de impactos, se procede a realizar la valoración de los impactos considerando las fases de construcción y explotación.



Tabla 3.3. Valoración de impactos en fase de explotación.

DESCRIPCIÓN		VALORACIONES AMBIENTALES					IMPORTANCIA		IMPACTO	
Factores	Impactos ambientales potenciales	Signo	I	E	M	P	R	I		Ir
ATMÓSFERA	Contaminación acústica.	-	2	1	4	2	4	18	1,042	COMPATIBLE
	Contaminación lumínica.	-	1	2	4	4	4	19	1,146	COMPATIBLE
	Emisiones de polvo, partículas gaseosas.	-	2	2	2	4	4	20	1,25	COMPATIBLE
HIDROLOGÍA	Arrastres de materiales	-	2	2	4	4	4	22	1,458	COMPATIBLE
	Vertidos accidentales	-	8	4	4	4	4	44	3,75	MODERADO
FLORA	Retirada de la vegetación autóctona	-	2	4	4	4	2	24	1,667	COMPATIBLE
	Riesgo de propagación de especies.	-	2	4	2	4	4	24	1,667	COMPATIBLE
	Restitución de la cubierta vegetal.	-	1	2	4	4	2	17	0,938	COMPATIBLE
	Riesgo de incendios accidentales.	-	2	2	2	8	4	24	1,667	COMPATIBLE
FAUNA	Emisiones acústicas y vibraciones.	-	1	2	4	4	2	17	0,938	COMPATIBLE
	Alteración de la cobertura vegetal.	-	2	2	2	8	4	24	1,667	COMPATIBLE
	Afecciones a la movilidad de la fauna.	-	2	2	4	8	4	26	1,875	COMPATIBLE
	Aumento de la mortalidad por accidentes.	-	4	1	4	2	8	28	2,083	COMPATIBLE
SUELO	Pérdida de propiedades de la tierra.	-	4	2	2	4	4	26	1,875	COMPATIBLE
	Pérdidas de suelo por erosión.	-	4	2	2	4	8	30	2,292	COMPATIBLE

	Lavado de tierras en taludes.	-	4	2	2	4	4	26	1,875	COMPATIBLE
	Ocupación temporal y permanente.	-	8	2	2	8	4	42	3,542	MODERADO
	Compactación de los suelos.	-	4	1	4	8	4	30	2,292	COMPATIBLE
PAISAJE	Alteración de las formas del paisaje.	-	4	4	2	4	8	34	2,708	MODERADO
	Ausencia de restitución del paisaje natural.	-	4	2	4	2	4	26	1,875	COMPATIBLE
PATRIMONIO	Afección a posibles yacimientos.	-	4	2	8	8	16	48	4,167	MODERADO
SOCIO ECONÓMICO	Molestias a los ciudadanos por las obras.	-	4	1	4	4	4	26	1,875	COMPATIBLE
	Reposición de los servicios afectados.	-	4	2	4	2	2	24	1,667	COMPATIBLE

3.6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS

Aquellos impactos que valorados como compatibles no aplican medidas preventivas. Sin embargo, aquellos impactos potenciales que han sido valorados como moderados requieren medidas preventivas.

A continuación, se exponen una serie de medidas preventivas para garantizar la conservación del medio ambiente, tratando de reducir al mínimo los impactos.

3.6.1. PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Las emisiones a la atmósfera se mantendrán dentro de los límites establecidos en la legislación de protección del medio ambiente atmosférico.

Durante la ejecución de las obras, las principales fuentes de contaminación atmosférica son las emisiones de polvo y partículas y los gases de escape procedentes de la maquinaria empleada. Con el fin de reducir las emisiones de polvo y partículas, se deben tomar las siguientes medidas:

- Regar periódicamente las pistas y caminos auxiliares.



- Humedecer y cubrir los materiales almacenados que puedan producir polvo (acopios de áridos, tierra vegetal...).
- Humedecer dichos materiales antes de su puesta en obra.
- Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el transporte de estos materiales.
- Limitar la velocidad de la maquinaria.
- Las instalaciones auxiliares tales como plantas de machaqueo o plantas de hormigón deben contar con dispositivos para la retención de polvo.

Para reducir las emisiones de gases contaminantes, se deben tomar las siguientes medidas:

- Vigilar los reglajes de los motores de la maquinaria para asegurar una combustión correcta en sus motores.
- Planificar las actuaciones para reducir al mínimo los movimientos de maquinaria.

Todos los proyectos deberán cumplir la normativa vigente en materia de contaminación atmosférica.

3.6.2. PROTECCIÓN DEL MEDIO HIDROLOGICO

Con el fin de prevenir la contaminación del suelo, los cauces fluviales y las aguas subterráneas se tomarán las siguientes medidas:

- Se prohibirá cualquier tipo de vertido al Dominio Público Hidráulico que supere los límites establecidos por la normativa de aguas y el Plan Hidrológico del Norte II.
- Se tomarán las medidas necesarias para evitar cualquier tipo de vertido incontrolado. Si fuera necesario almacenar sustancias peligrosas (aceites, lubricantes, desencofradores, aditivos...), se empleará para ello depósitos estancos que cumplan con la normativa de almacenamiento de productos químicos.
- Todos los materiales sobrantes serán depositados en vertederos autorizados, y los residuos serán gestionados de acuerdo con la normativa vigente. El acopio de estos materiales se realizará en una zona perfectamente definida, evitando la mezcla de residuos de distintos tipos.

- El lavado de los camiones hormigonera sólo se realizará en la planta de hormigón, en una zona habilitada a tal efecto. o El lavado de las canaletas se podrá realizar en la misma obra, preferentemente en zonas destinadas a la edificación (cimentaciones, viales, aparcamientos...). Si esto no es posible, se abrirá un hoyo para esta función. Una vez abandonado, el hormigón se retirará y se gestionará como residuo inerte, y se restaurará el estado inicial del suelo.
- El repostaje y los trabajos de mantenimiento de la maquinaria se efectuarán preferentemente en talleres. En caso de ser necesaria su realización en la misma obra, se habilitará a tal efecto una solera impermeable vertiente a un cubeto estanco con capacidad suficiente para retener cualquier derrame accidental. Estas zonas estarán alejadas de los cauces superficiales.
- En caso de vertido al terreno de sustancias peligrosas, el suelo contaminado será retirado y gestionado como residuo peligroso.
- Como medida preventiva contra la contaminación química y mecánica, los parques de maquinaria, las instalaciones auxiliares y los acopios que deban situarse en las proximidades de los cauces superficiales, contarán durante las obras con sistemas de retención de contaminantes, tales como balsas de decantación, zanjas drenantes o barreras de sedimentos, siempre y cuando su instalación no suponga un impacto adicional sobre la vegetación de ribera.

3.6.3. PROTECCION DE LOS SUELOS Y VEGETACIÓN

Las siguientes medidas están encaminadas a proteger el suelo, la vegetación y los cultivos en el entorno inmediato de las actuaciones:

- Se utilizarán preferentemente las carreteras y caminos ya existentes.
- Se identificará el área afectada por el proyecto, tanto de forma permanente (construcciones, jardines, cerramientos...) como temporal (acopios, pistas de acceso, parques de maquinaria...). Las instalaciones auxiliares se situarán lejos de las zonas más sensibles: entorno de los cursos fluviales, terrenos



arbolados, zonas de cautela arqueológica y entorno de viviendas y lugares públicos. o La superficie así acotada deberá reducirse al mínimo imprescindible, especialmente en el entorno de zonas especialmente vulnerables.

- Con objeto de minimizar la ocupación de suelo y la afección a la vegetación, se vallará o balizará con malla toda el área afectada. Una vez acotada esta zona, se evitará cualquier afección a su exterior.
- Los árboles existentes dentro del perímetro acotado y que deban conservarse, se protegerán atando tablones en torno a su tronco. Para evitar daños a las raíces, se balizará el contorno de estos árboles en un diámetro similar al de su copa.
- No se emplearán los troncos de los árboles para apoyar materiales ni como postes para el vallado.

Cuando sea imprescindible eliminar pies arbóreos pertenecientes a especies autóctonas, se tomará una de las siguientes medidas:

- Trasplantar los ejemplares singulares.
- Repoblar con especies de vivero. Se plantarán tantos ejemplares de la misma especie como la mitad de los años que tenga el árbol eliminado.

La ubicación de los ejemplares trasplantados o repoblados se realizará en las zonas más adecuadas dependiendo del tipo de actuación. La financiación de esta medida correrá a cargo de los promotores de las actuaciones, no computando a efectos de cálculo de las cesiones públicas.

3.6.4. MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO CONTRA LA FAUNA

La principal medida preventiva en lo que se refiere a la alteración de hábitats consiste en minimizar la superficie afectada por las obras en el entorno de las zonas sensibles, tal como se describe en el apartado de “Protección de los suelos y de la vegetación”. Como ya se ha comentado, los biotopos más vulnerables son:

- El río Pas y sus riberas.

- La franja caliza del Dobra y en particular las cuevas.
- El monte de Hijas, especialmente el bosque de robles y hayas y la turbera.
- Las riberas de los arroyos.
- Los bosques isla de frondosas.

Como medida compensatoria, la revegetación de las zonas afectadas y la restauración ecológica y paisajística de determinadas actuaciones favorecerán la implantación de nuevos hábitats que podrán ser colonizados a medio plazo.

Por otra parte, se deberá evitar la ejecución de movimientos de tierras y trabajos especialmente ruidosos que puedan afectar a los ciclos reproductores de los vertebrados. Con carácter general, se limitará la realización de este tipo de trabajos durante los meses de primavera y principios de verano, que constituyen el periodo anual de reproducción de la mayoría de los vertebrados.

3.6.5. INTEGRACIÓN ECOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA

En este apartado se describen las medidas tendentes a la restauración de las áreas alteradas durante las obras. La finalidad que se persigue es múltiple:

- Conseguir una mejor integración visual de las actuaciones con su entorno.
- Evitar la erosión en superficies desnudas, lo que supondría un grave riesgo de contaminación física de las aguas.
- Restauración de la vegetación actual, y por consiguiente del hábitat faunístico.

Las medidas de revegetación se aplicarán cuando la protección de la vegetación no sea del todo posible, en cuyo caso se hace necesaria la recuperación de la cubierta vegetal autóctona, creando las condiciones óptimas en cuanto a topografía y suelo que posibiliten a corto plazo la implantación de especies herbáceas anuales y vivaces, y, a medio plazo, la instalación de la vegetación autóctona inicial.

En particular, serán objeto de medidas de revegetación las siguientes superficies:

- Espacios libres públicos.
- Áreas dotacionales en Suelo Rústico.
- Franjas de retranqueo obligatorio lindantes con espacios libres o vías públicas.
- Límites de parcela.



- Taludes neoformados cuya pendiente sea apta para la revegetación (3H:2V).
- Elementos auxiliares de tipo temporal (caminos, parques de maquinaria, zonas de acopio...)

Antes de que los terrenos sean ocupados por las distintas actuaciones previstas, se deberá proceder a la retirada de los horizontes orgánicos (tierra vegetal). Este material se almacenará provisionalmente en montones o caballones, cuya altura no superará los dos metros, con el fin de preservar sus propiedades para su posterior reutilización en tareas de restauración ambiental.

El reparto de esta tierra vegetal deberá realizarse exclusivamente sobre superficies que presenten una estabilidad geométrica adecuada, ya que no tendría sentido iniciar procesos de regeneración si el soporte físico no se encuentra consolidado. El extendido debe ejecutarse utilizando maquinaria ligera o medios que minimicen la compactación del suelo, evitando siempre el tránsito de equipos pesados sobre el terreno ya acondicionado.

La espesura de la capa de cobertura dependerá de las condiciones específicas del sustrato receptor; no obstante, se recomienda una profundidad óptima de entre 30 y 40 centímetros, siendo 15 centímetros el espesor mínimo aceptable para garantizar la viabilidad de la regeneración vegetal.

3.6.6. SOCIOECONÓMICO

- Asegurar la funcionalidad y la continuidad de los servicios afectados durante la construcción.
- Compatibilizar los horarios de obra con los de las actividades que se desarrollen.

3.6.7. GESTIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

Las áreas diseñadas para la recogida de residuos deberán ajustarse a las determinaciones establecidas en la Ley 10/1998, de 21 de abril, sobre normas reguladoras de residuos y la Ley 16/2002, de 1 de julio de prevención y control integrados de la contaminación, y con aquellos planes de gestión que se encuentren en vigor.

Los nuevos desarrollos deberán estar preparados para la recogida sistemática separativa dejando los espacios necesarios para la colocación de los distintos tipos de contenedores. Los contenedores deberán estar debidamente señalizados e integrados en el entorno, sin entorpecer el tráfico rodado y siendo los suficientemente accesibles para los usuarios y servicios de recogida.

Se prohibirá el abandono, depósito o eliminación de cualquier tipo de residuo en todo el territorio municipal. En las explotaciones agroganaderas se deberán incluir soluciones para la eliminación de residuos orgánicos generados no siendo admisible el vertido directo a cauces o viales públicos.

3.7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Con el objetivo de realizar un seguimiento y garantizar que se cumplan las medidas preventivas y correctivas adoptadas, se implementará un Programa de Vigilancia Ambiental que deberá estar vigente durante la ejecución de las obras.

El Programa debe incluir los siguientes puntos:

- Control de la emisión de polvo al paso de vehículos y maquinaria de obra.
- Control durante la ejecución de las obras los niveles de ruidos.
- Control para la detección de impactos.
- Control de la gestión de los residuos que se generen durante las obras.
- Control de la adecuación de las obras de drenaje a lo aprobado por los organismos implicados.
- Control y vigilancia de los cauces frente a acciones que pudieran afectar a la libre circulación del agua.
- Redacción de un método simple y sistemático para realizar el seguimiento ambiental.

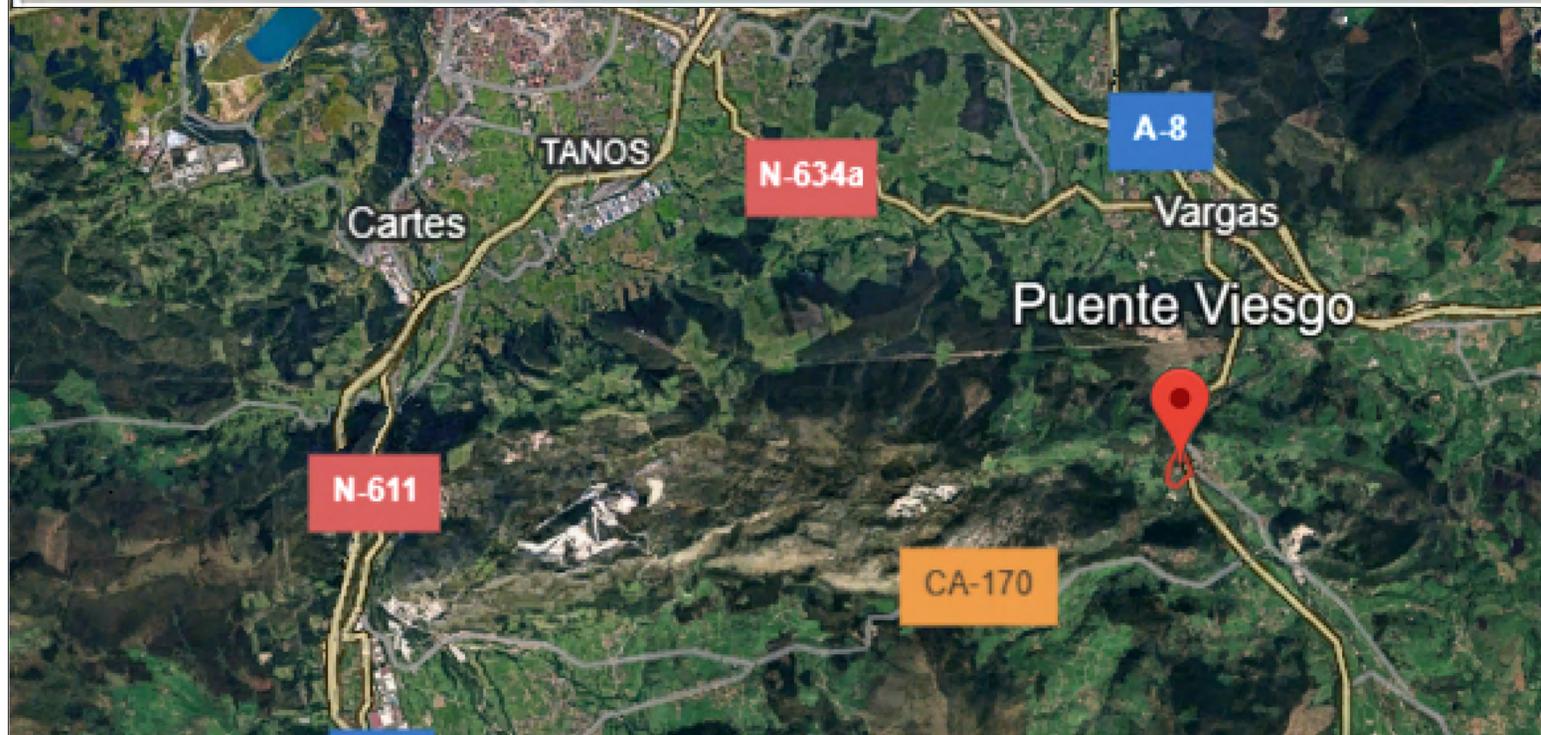


PLANOS



ÍNDICE DE PLANOS

- 1.1. PLANO SITUACIÓN.
- 1.2. PLANO UBICACIÓN.
- 1.3. PLANO CONJUNTO.
- 2.1. PLANO REPLANTEO.
- 2.2. PLANO PERFIL LONGITUDINAL.
- 2.3. PLANO DE PLANTA.
- 3.1.1. PLANO SECCIÓN TIPO
- 3.2. PLANO PERFILES TRANSVERSALES.
- 4.1. PLANO DRENAJE.
- 4.2. PLANO PERFILES TRANSVERSALES.
- 5.1. PLANO DRENAJE
- 6.1. PLANO INTEGRACIÓN AMBIENTAL



 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO FIN DE GRADO	TÍTULO Trazado de variante de Ponte Viesgo	TÉRMINO MUNICIPAL Ponte Viesgo	TÍTULO DEL PLANO SITUACIÓN	AUTOR Michael Estay.	ESCALA S/E	FECHA JULIO 2025	PLANO 1.1
			PROVINCIA Cantabria					HOJA 1 DE 1



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

TÍTULO DEL PLANO
UBICACIÓN

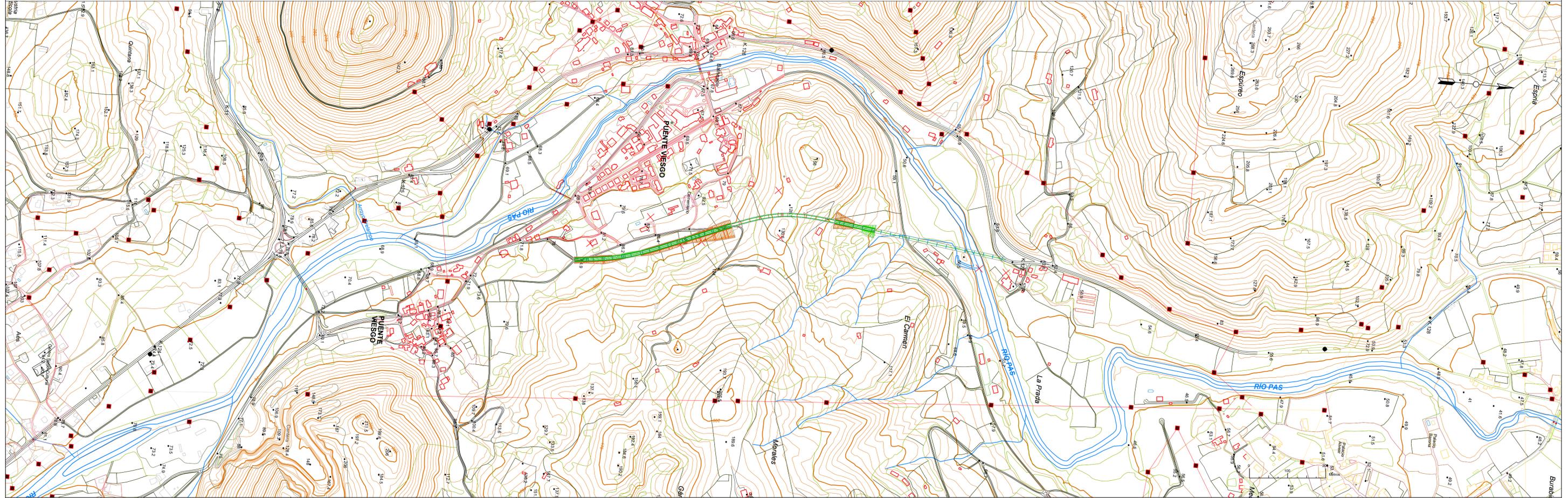
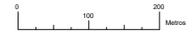
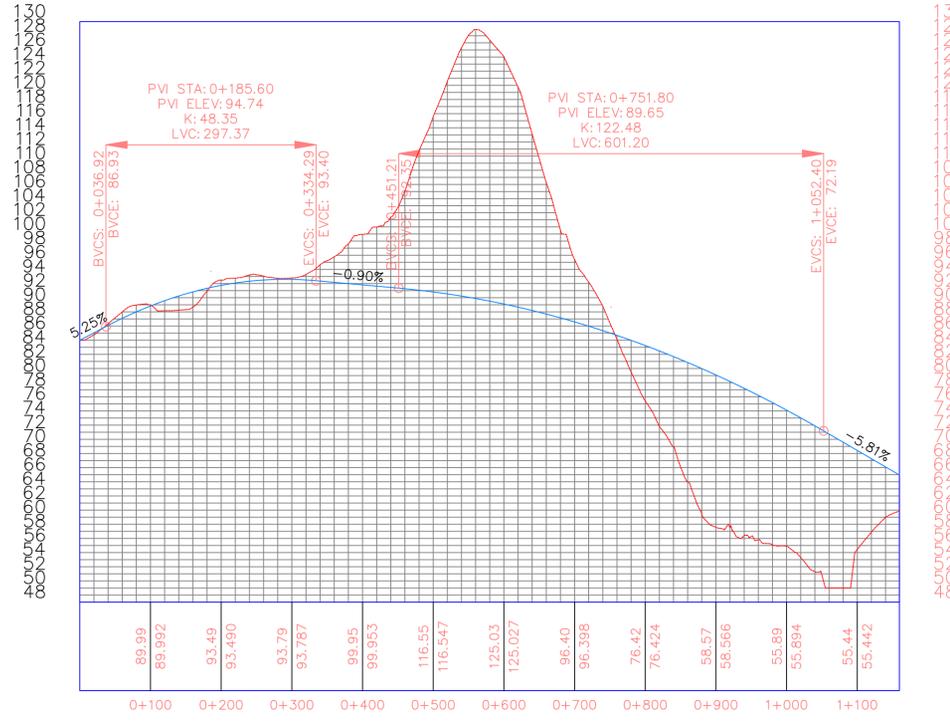
AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:5000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 1.2
HOJA 1 DE 1

PERFIL LONGITUDINAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puente Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

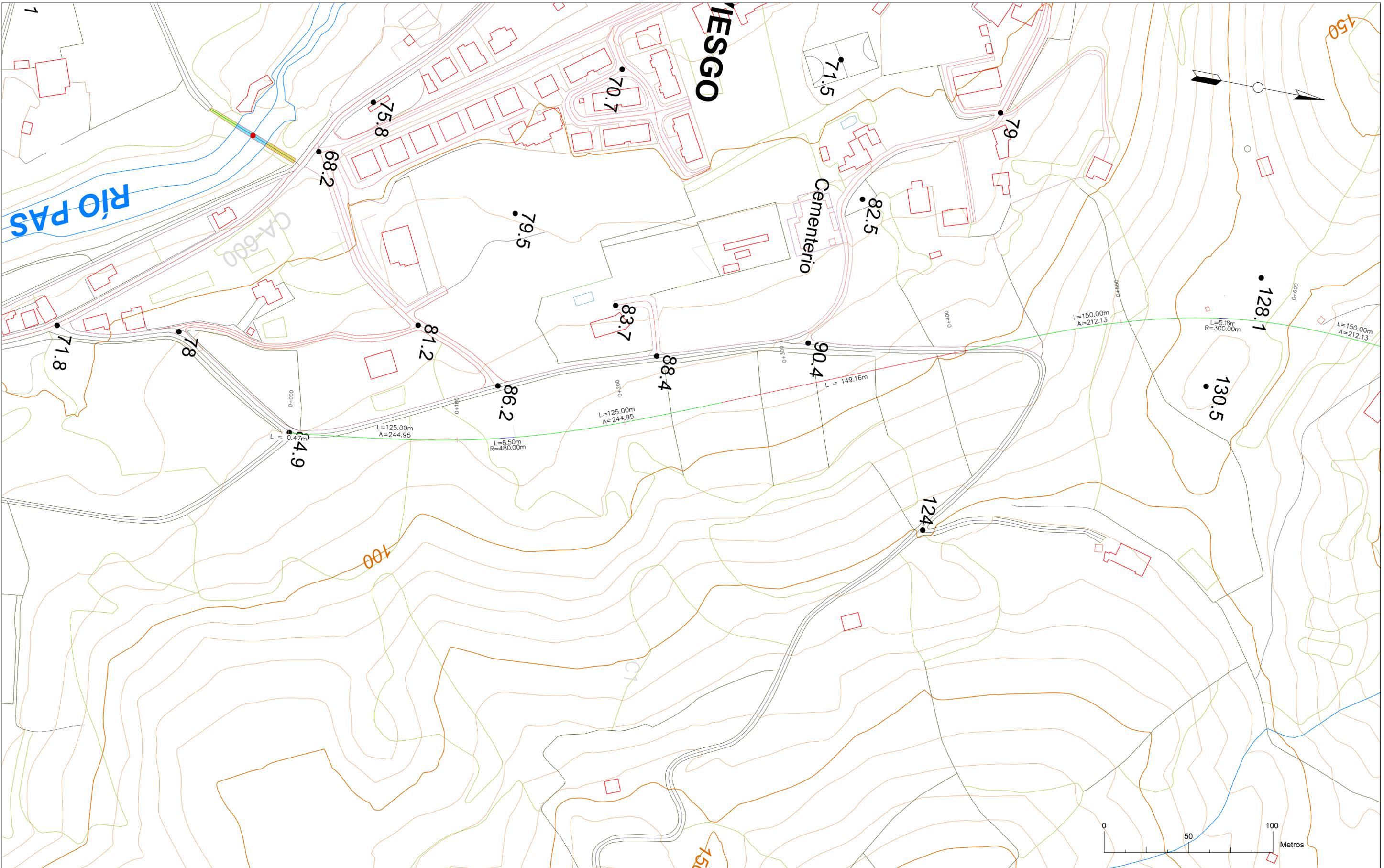
TÍTULO DEL PLANO
CONJUNTO

AUTOR
Michael Estay. *Michael*

ESCALA
1:5000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 1.3
HOJA 1 DE 1



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puente Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

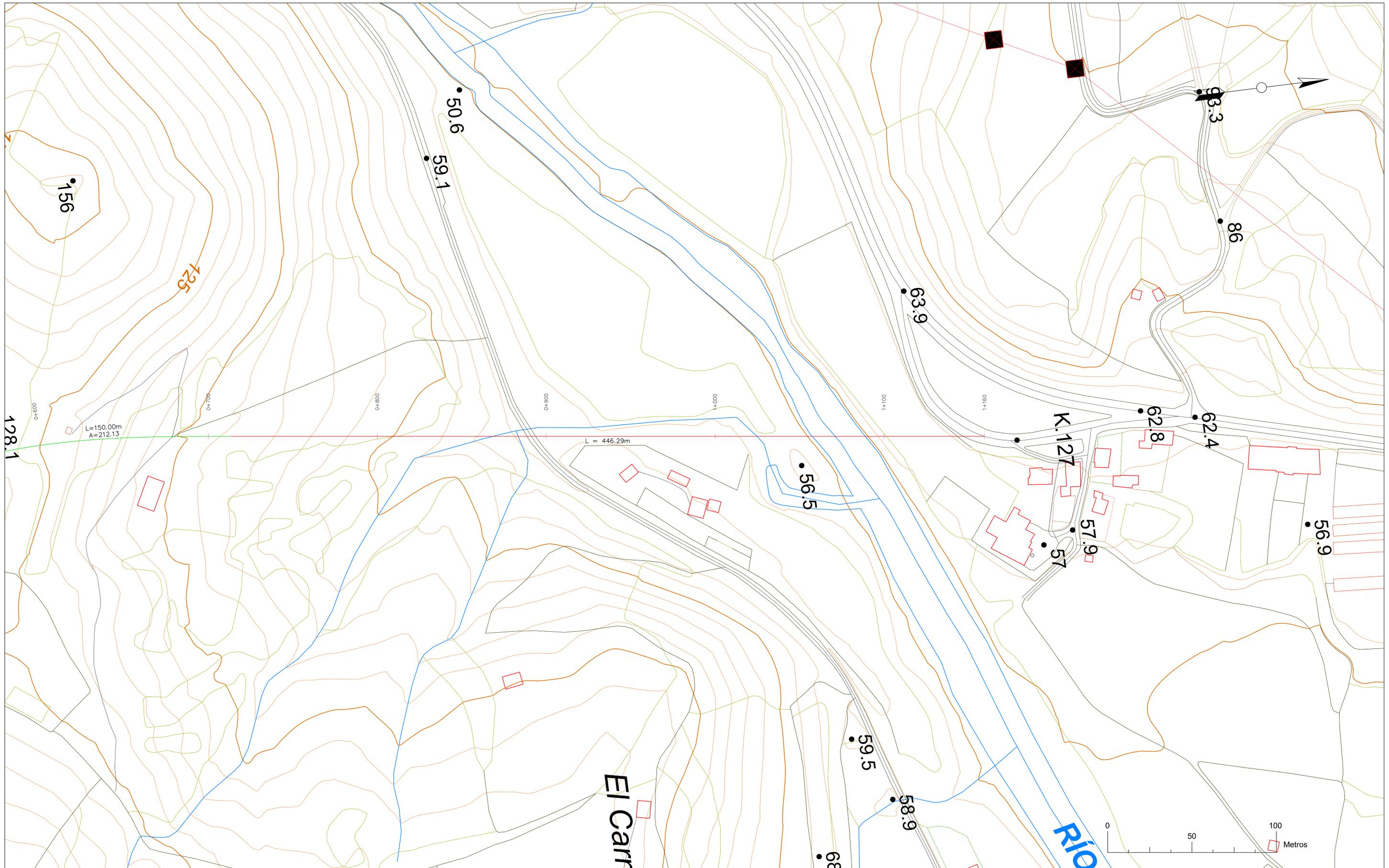
TÍTULO DEL PLANO
REPLANTEO

AUTOR
Michael Estay.

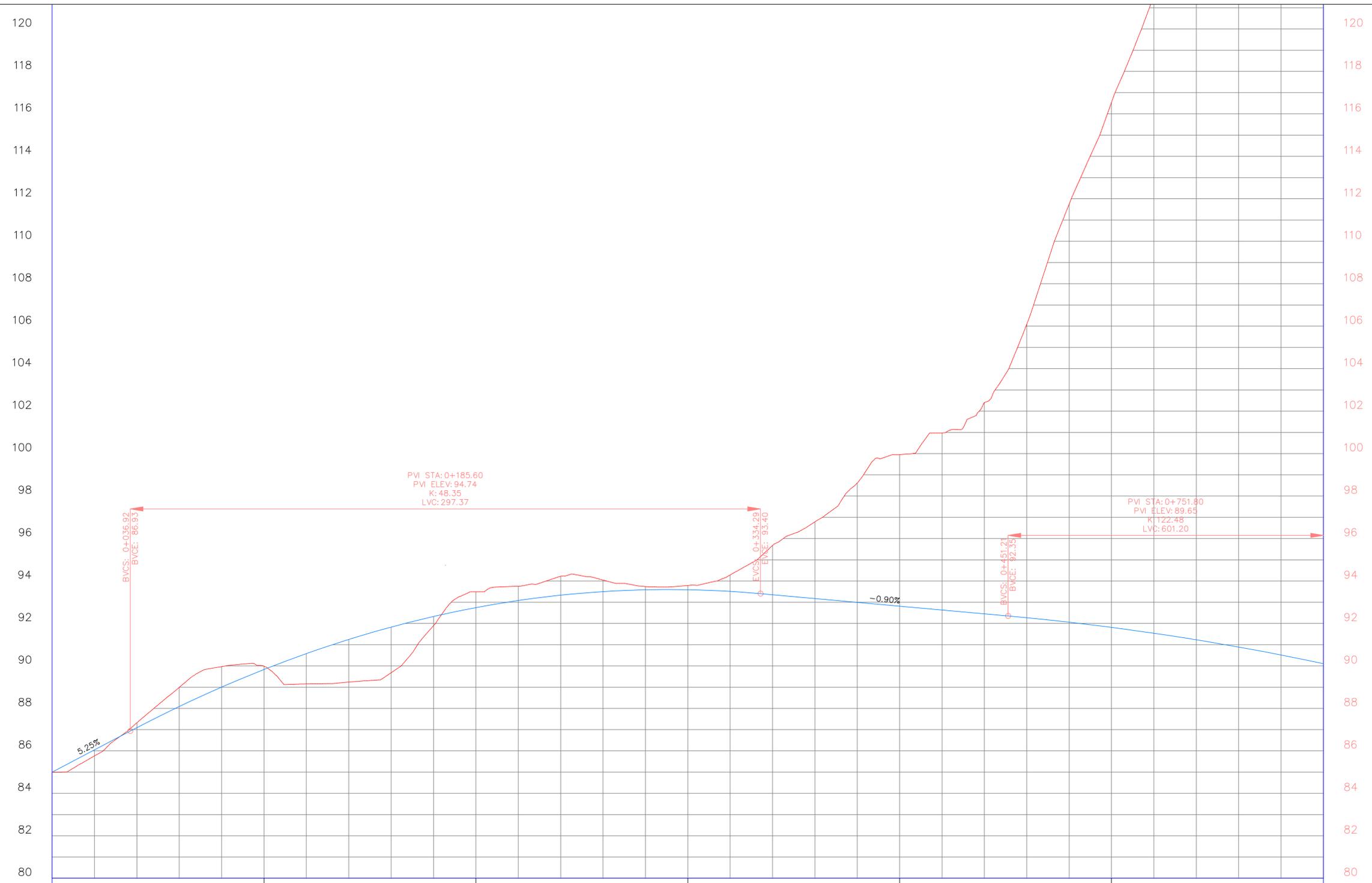
ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 2.1
HOJA 1 DE 2



 ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO FIN DE GRADO	TITULO Trazado de variante de Puente Viego	TERMINO MUNICIPAL Puente Viego	TITULO DEL PLANO REPLANTEO	AUTOR Michael Estay. 	ESCALA 1:1000	FECHA JULIO 2025	PLANO 2.1
			PROVINCIA Cantabria					HOJA 2 DE 2



CURVATURA	L=0.47m	Ls=125.00m	0+100	L=8.50m R=480.00m	0+200	Ls=125.00m	0+300	L=149.16m	0+400	Ls=150.00m	0+500	L=5.16m R=300.00m	s=150.00m																		
	0.87	34.25	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	36.71																		
PERALTE	0.87	34.25	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	46.88	36.71																		
Datos de Perfil	84.99 84.993	86.04 86.043	87.09 87.092	88.09 88.088	89.00 89.002	89.83 89.832	90.58 90.580	91.25 91.245	91.83 91.828	92.33 92.327	92.74 92.744	93.08 93.079	93.33 93.330	93.50 93.499	93.58 93.585	93.59 93.588	93.51 93.509	93.35 93.350	93.17 93.170	92.99 92.990	92.81 92.811	92.63 92.631	92.45 92.451	92.27 92.268	92.06 92.057	91.81 91.814	91.54 91.538	91.23 91.230	90.89 90.889	90.51 90.515	90.11 90.108
	0+000		0+100		0+200		0+300		0+400		0+500		0+600																		



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

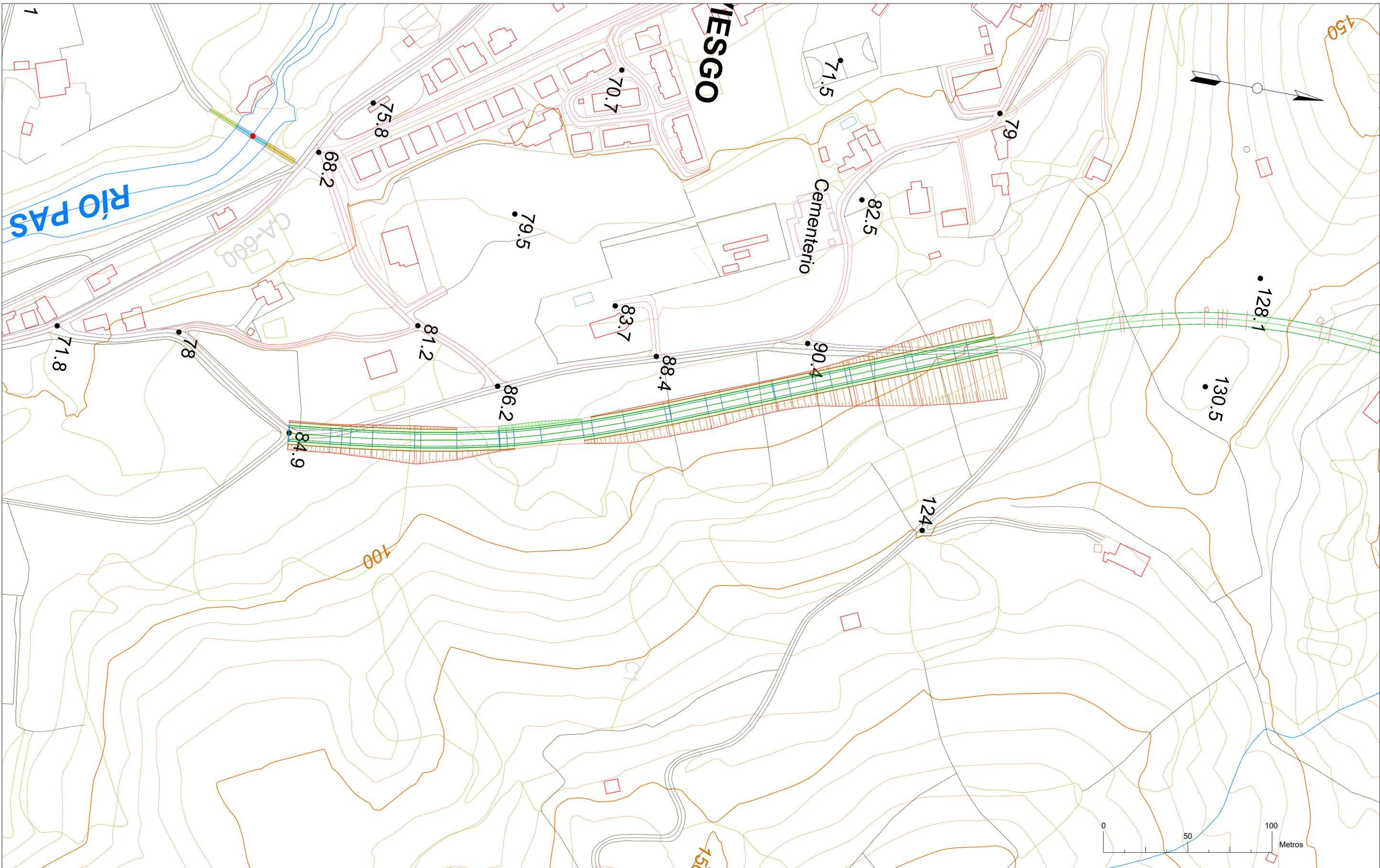
TITULO DEL PLANO
PERFIL LONGITUDINAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 2.2
HOJA 1 DE 2



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puente Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

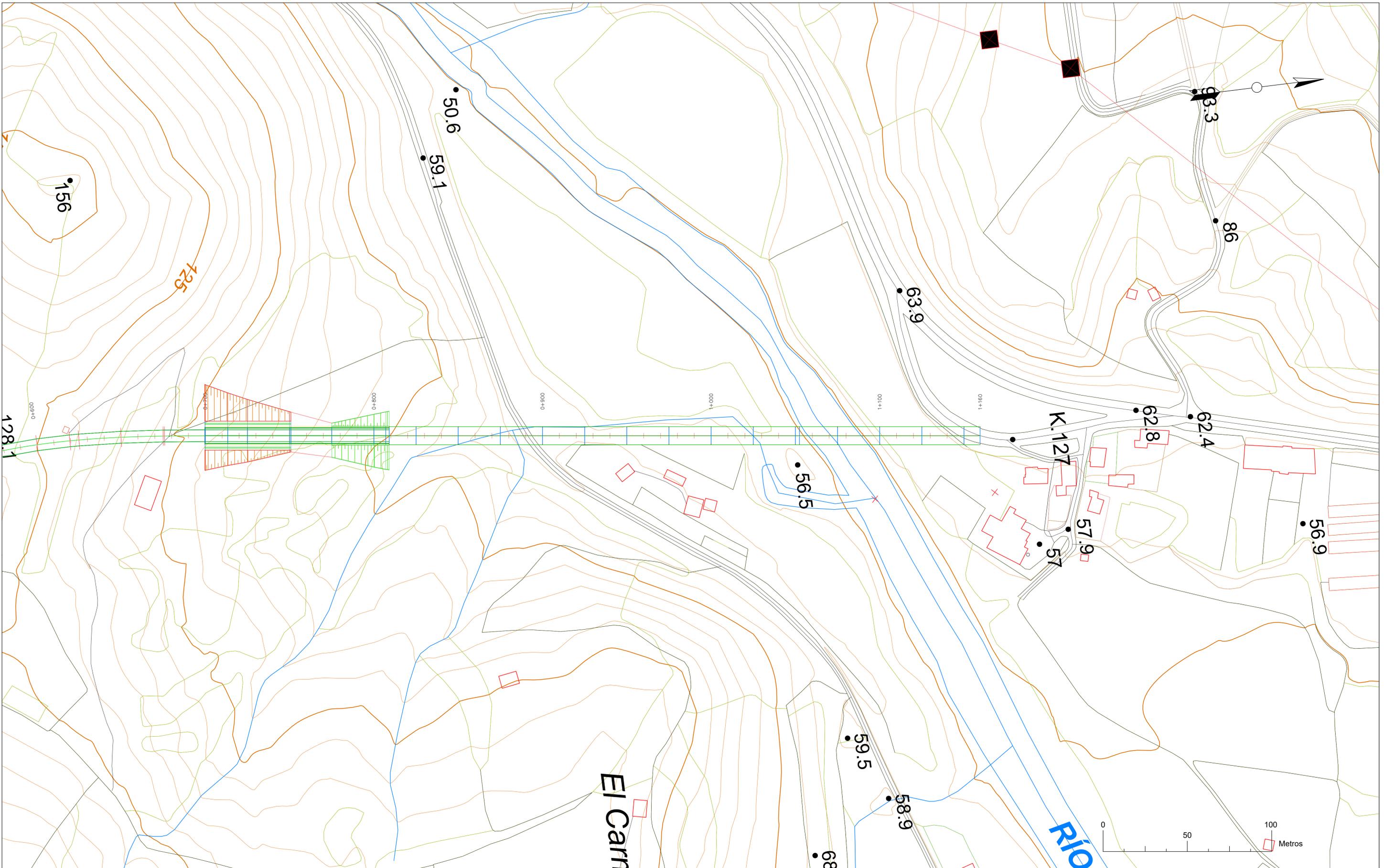
TÍTULO DEL PLANO
PLANTA

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 2.3
HOJA 1 DE 2



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

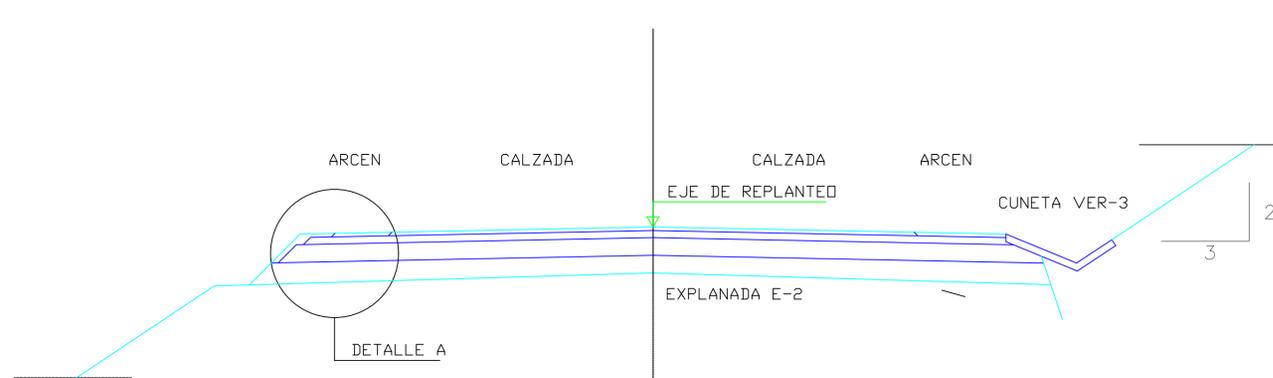
TITULO DEL PLANO
PLANTA

AUTOR
Michael Estay.

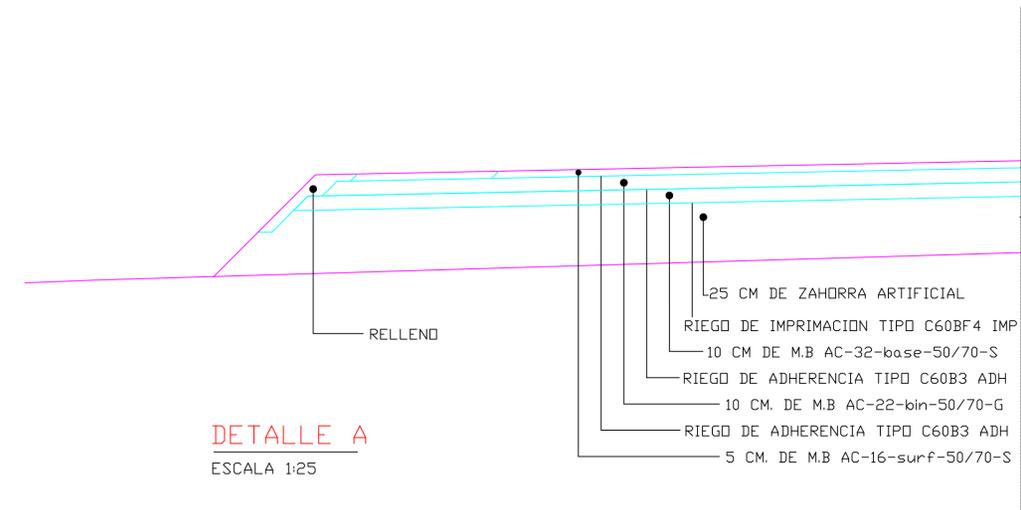
ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

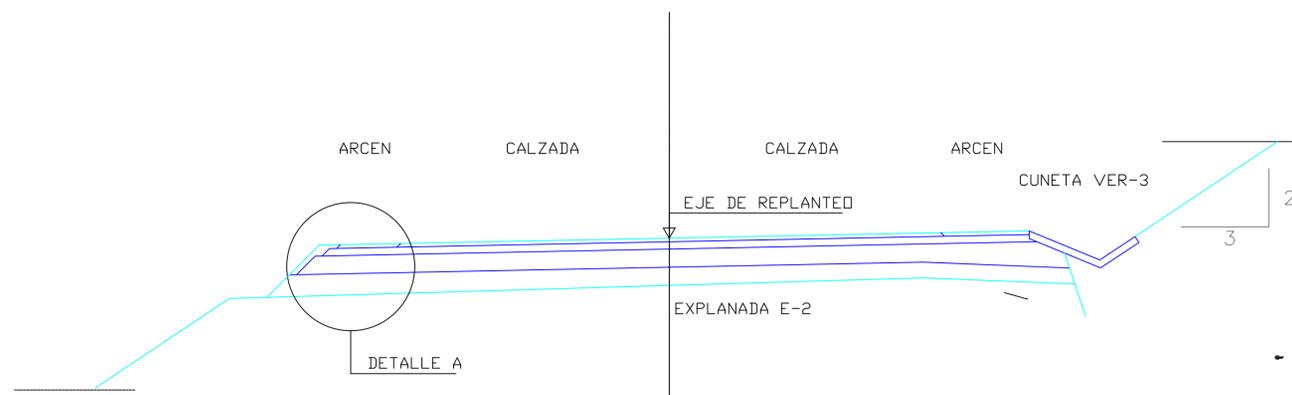
PLANO 2.3
HOJA 2 DE 2



SECCION TIPO EN RECTA TRONCO
ESCALA 1:50

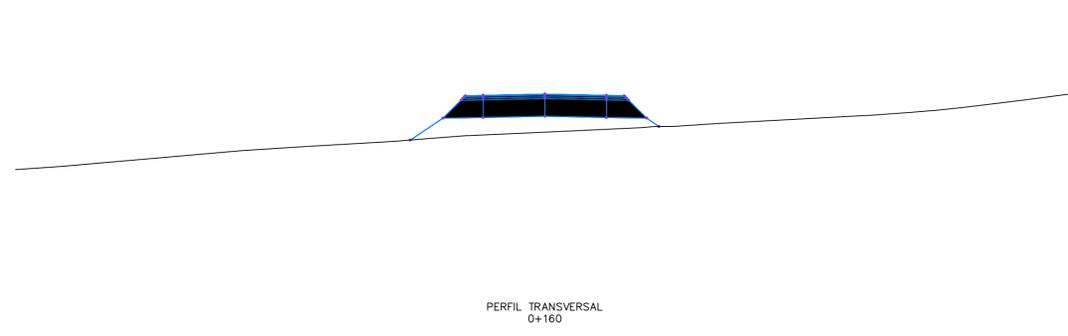
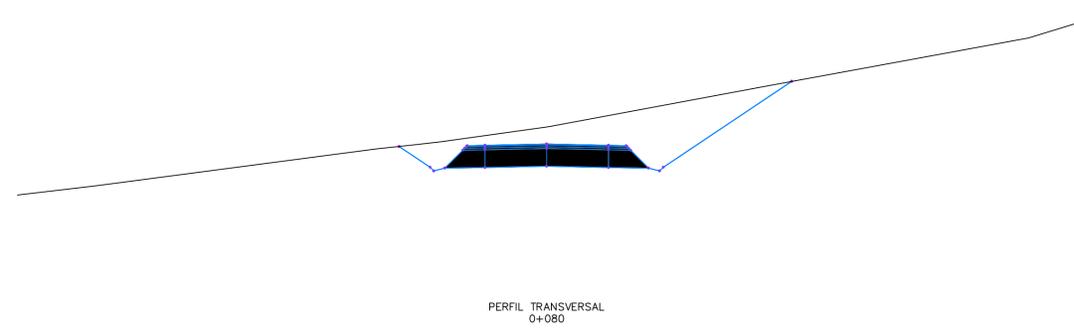
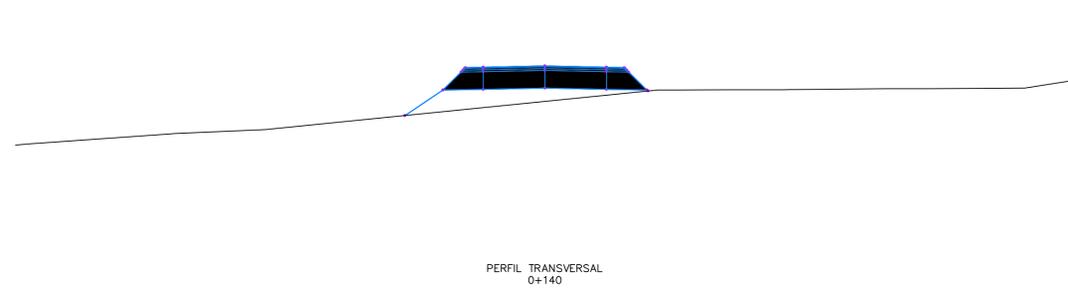
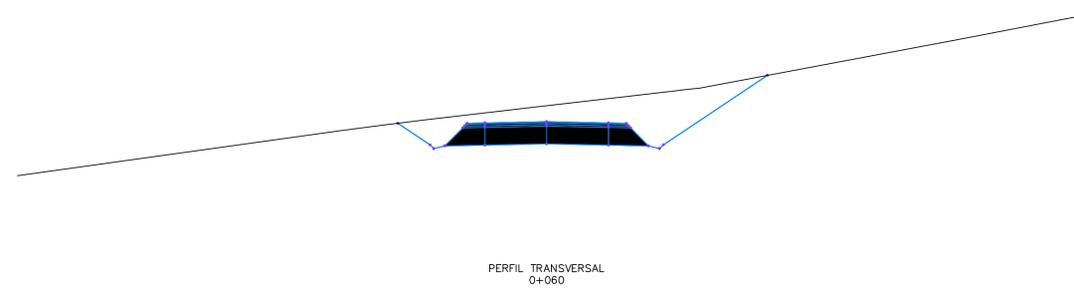
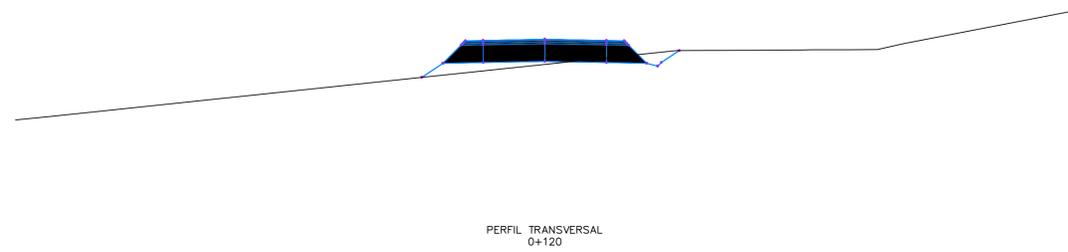
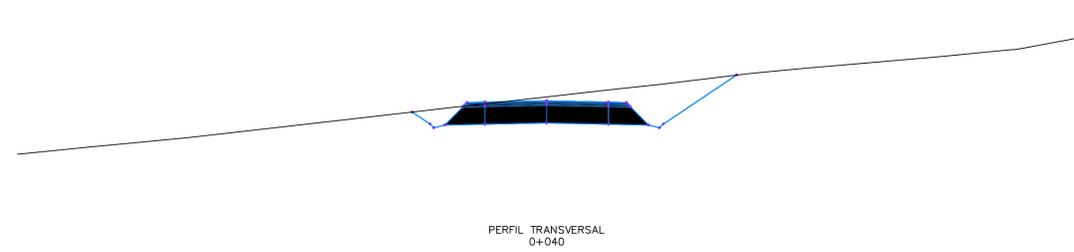
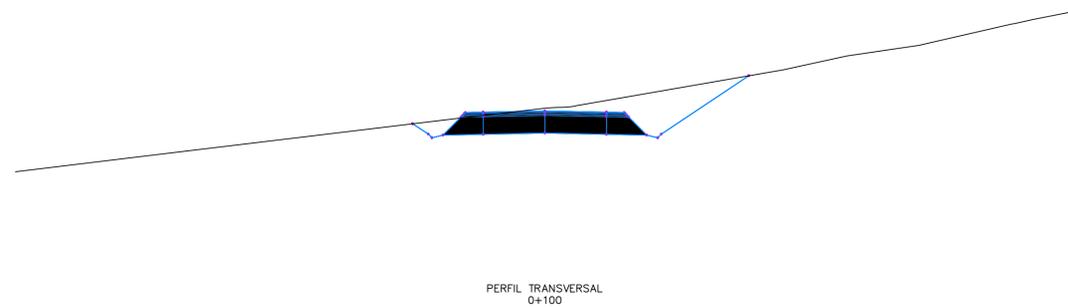
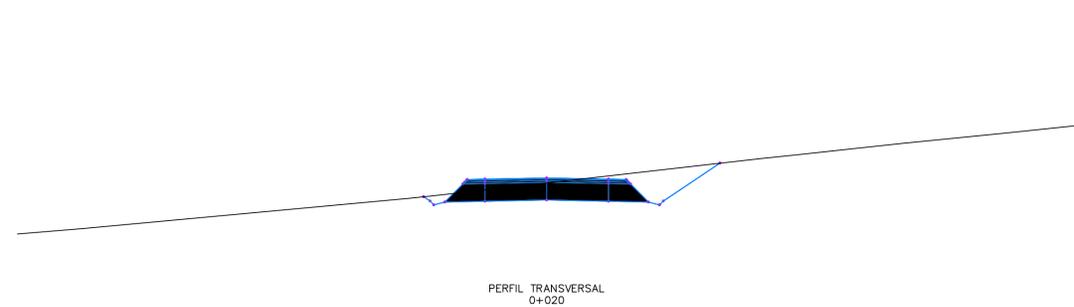


DETALLE A
ESCALA 1:25



SECCION TIPO EN CURVA TRONCO
ESCALA 1:50

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO PROYECTO FIN DE GRADO	TITULO Trazado de variante de Puente Viesgo	TERMINO MUNICIPAL Puente Viesgo	TITULO DEL PLANO SECCIÓN TIPO	AUTOR Michael Estay.	ESCALA 1:100	FECHA JULIO 2025	PLANO 3.1.1
				PROVINCIA Cantabria					HOJA 1 DE 1



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

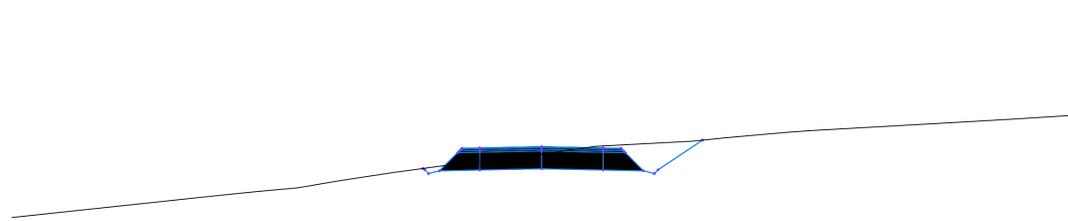
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

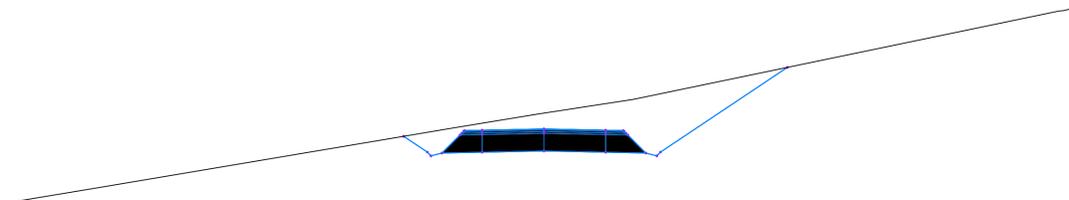
ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

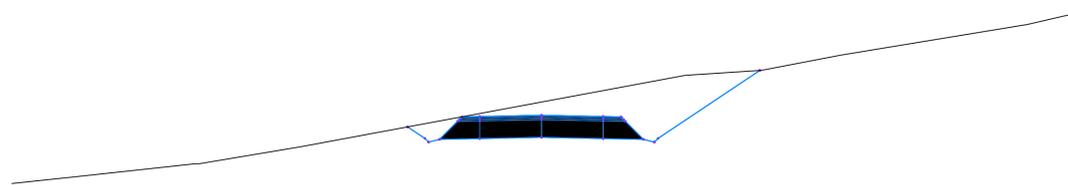
PLANO 3.2
HOJA 1 DE 13



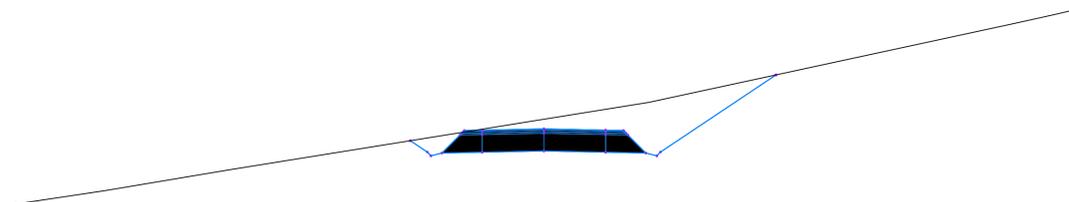
PERFIL TRANSVERSAL
0+180



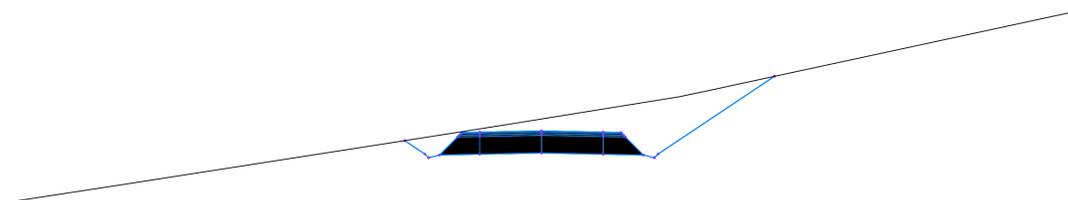
PERFIL TRANSVERSAL
0+240



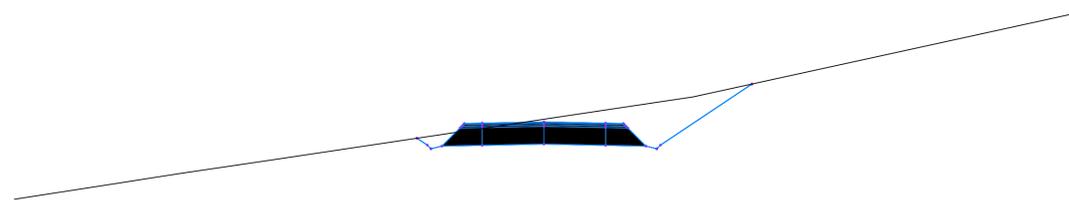
PERFIL TRANSVERSAL
0+200



PERFIL TRANSVERSAL
0+260



PERFIL TRANSVERSAL
0+220



PERFIL TRANSVERSAL
0+280



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

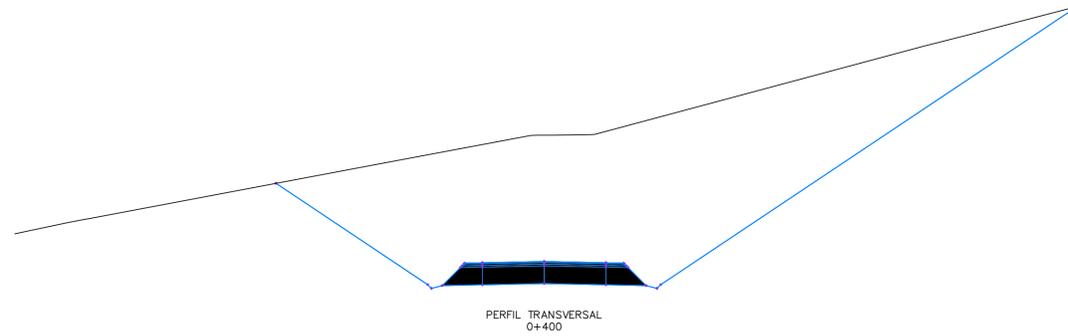
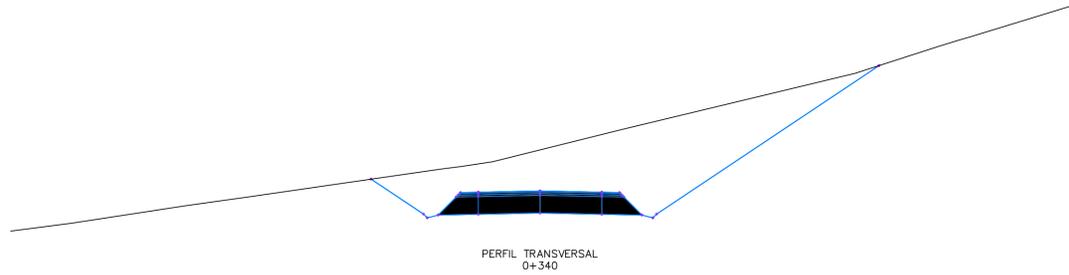
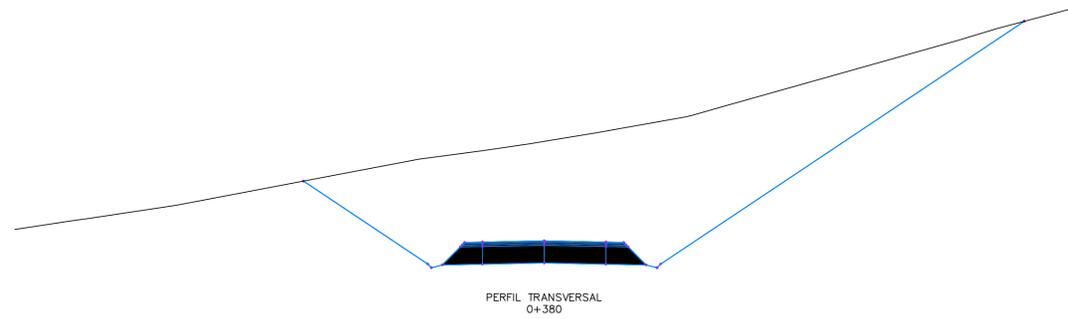
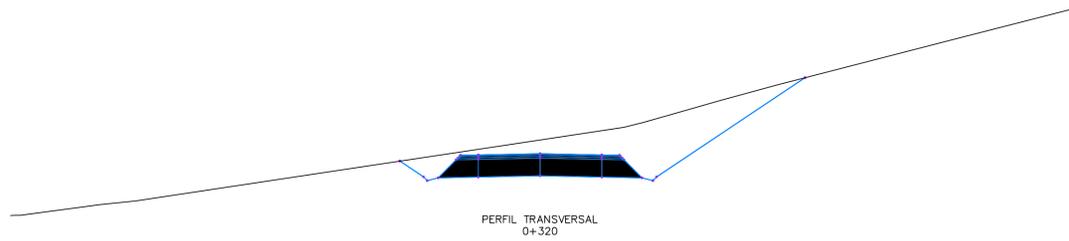
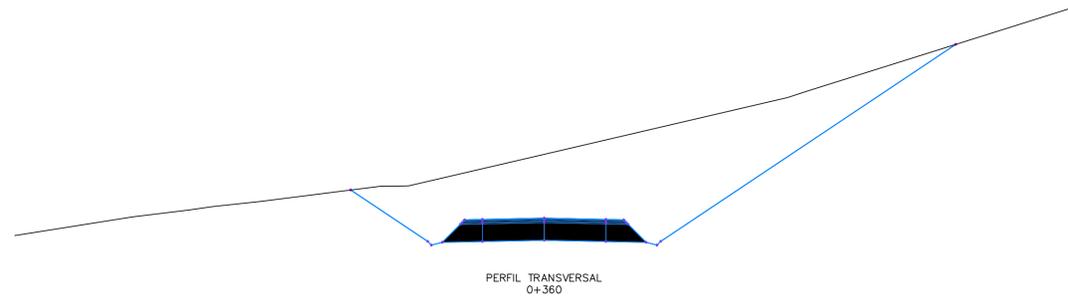
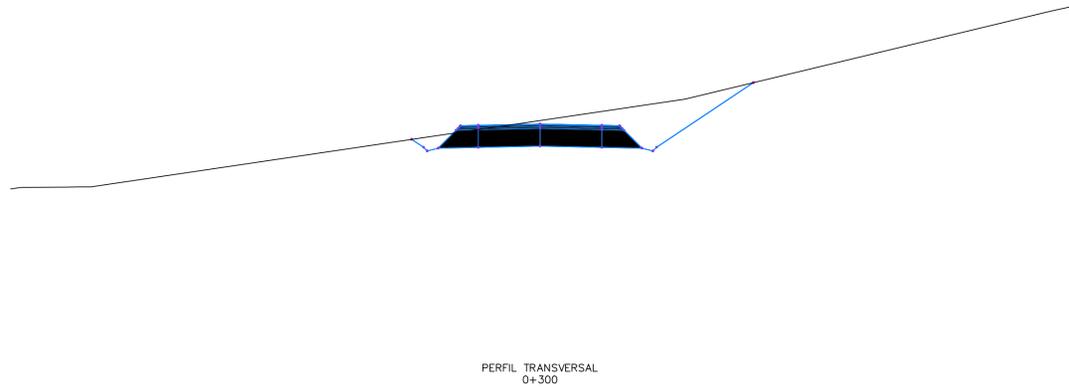
AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2

HOJA 2 DE 13



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

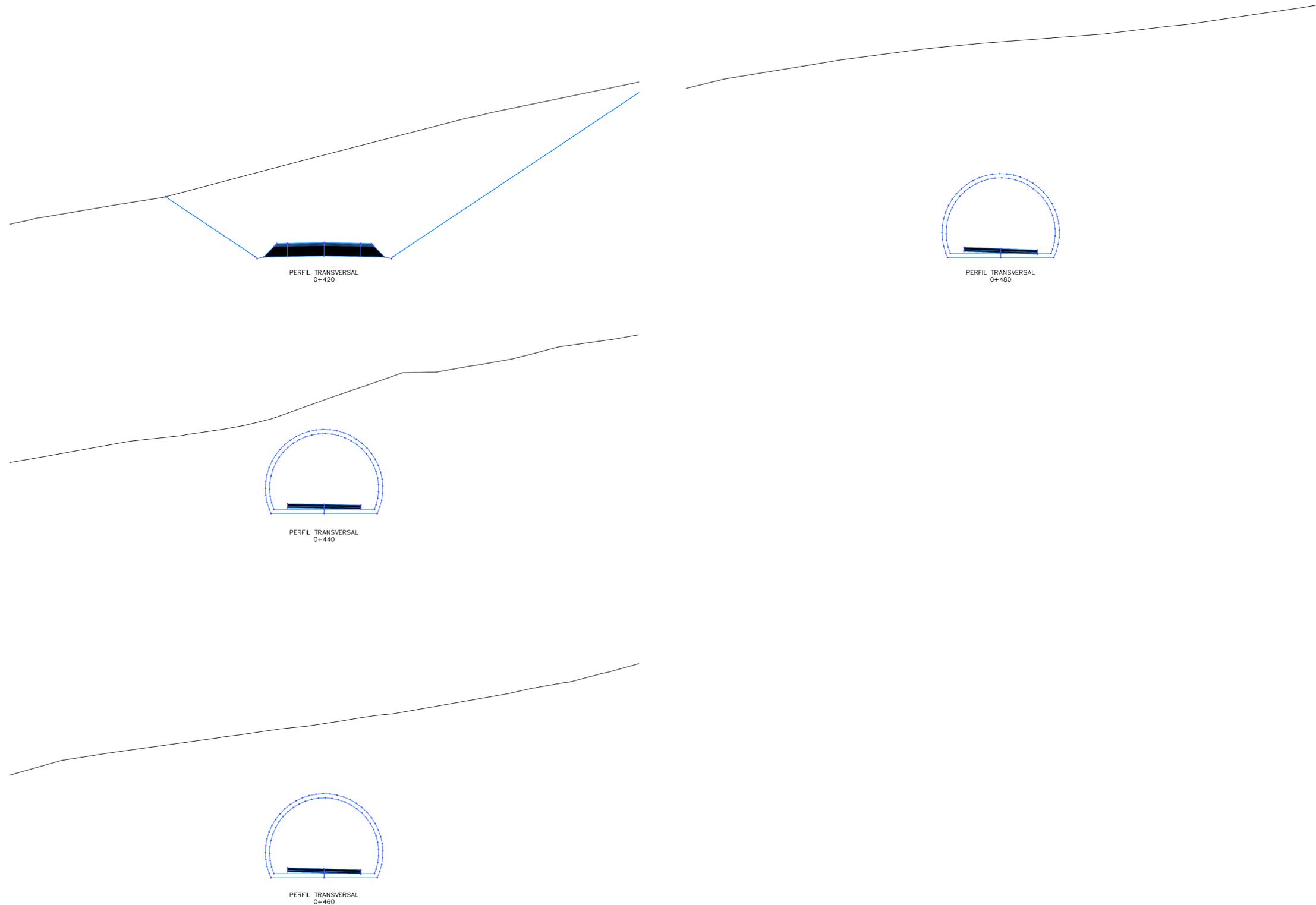
TITULO DEL PLANO
PERFILES TRANSVERSALES

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200
1/200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 3 DE 13



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

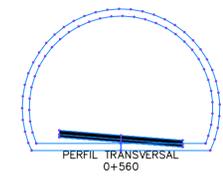
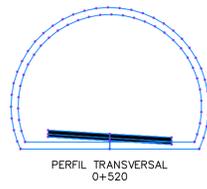
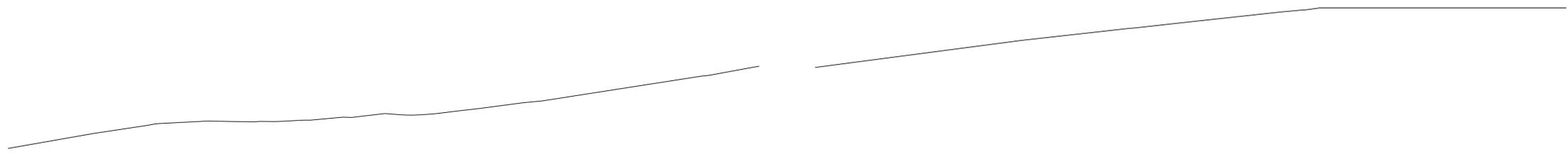
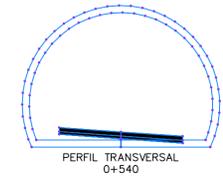
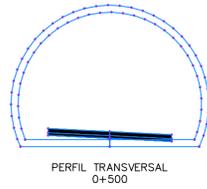
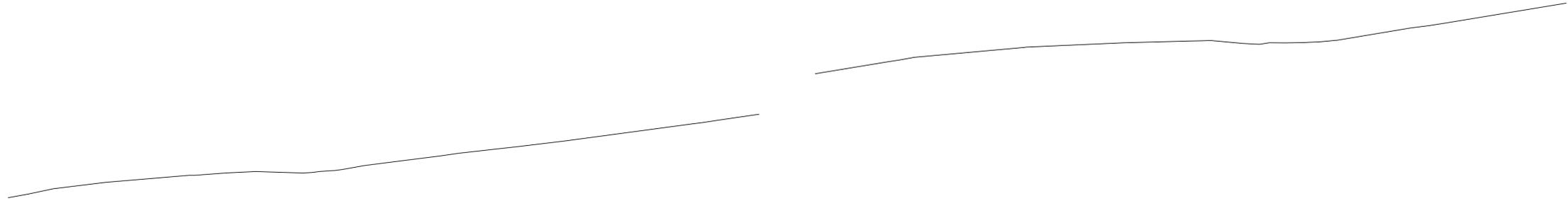
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 4 DE 13



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

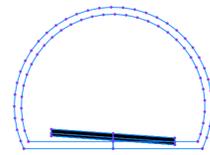
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

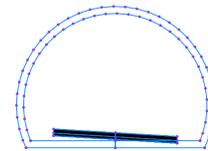
ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 5 DE 13



PERFIL TRANSVERSAL
0+580



PERFIL TRANSVERSAL
0+600



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

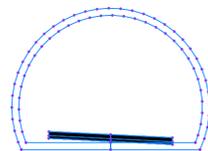
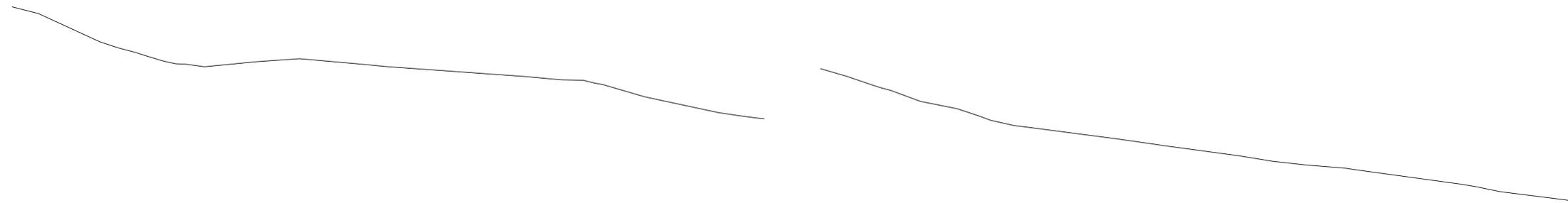
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

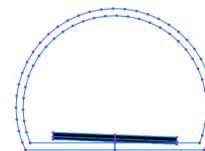
ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 6 DE 13



PERFIL TRANSVERSAL
0+620



PERFIL TRANSVERSAL
0+640



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

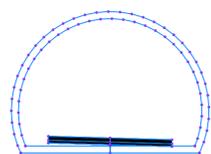
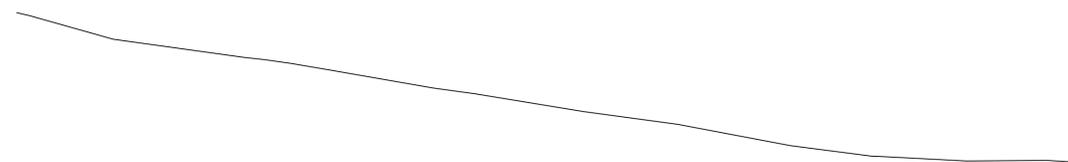
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

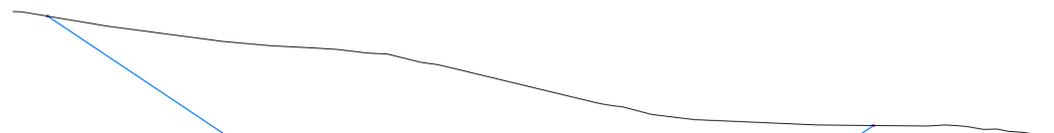
ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

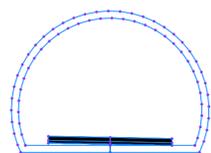
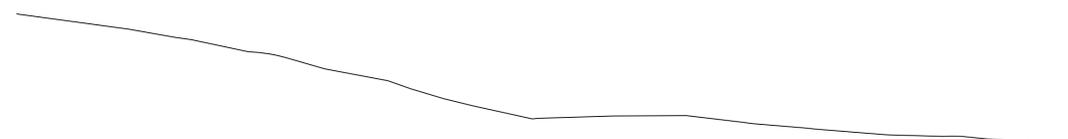
PLANO 3.2
HOJA 7 DE 13



PERFIL TRANSVERSAL
0+660



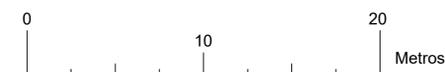
PERFIL TRANSVERSAL
0+700



PERFIL TRANSVERSAL
0+680



PERFIL TRANSVERSAL
0+720



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo

PROVINCIA
Cantabria

TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

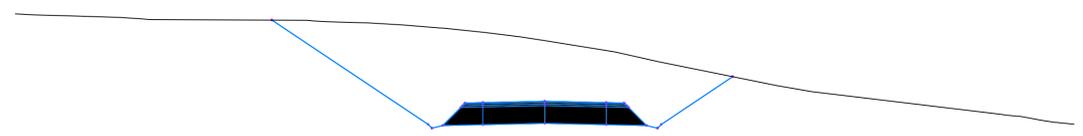
AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

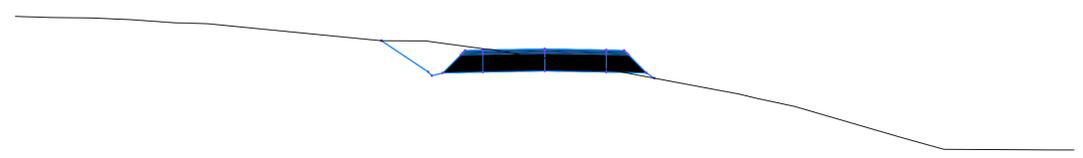
FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2

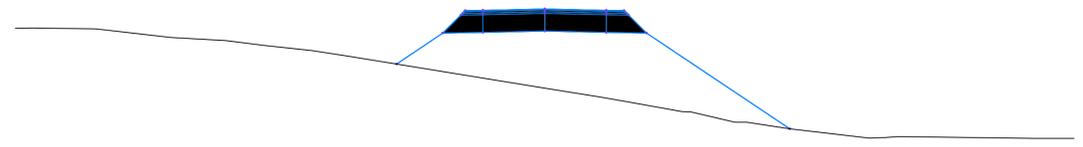
HOJA 8 DE 13



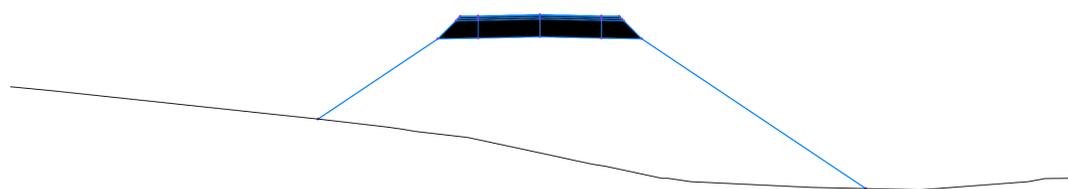
PERFIL TRANSVERSAL
0+740



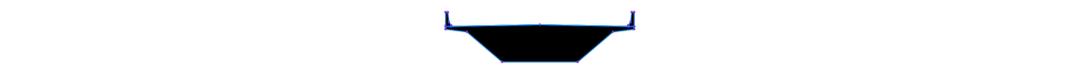
PERFIL TRANSVERSAL
0+760



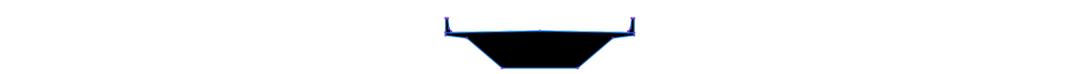
PERFIL TRANSVERSAL
0+780



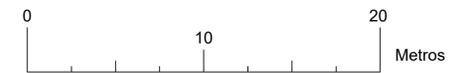
PERFIL TRANSVERSAL
0+800



PERFIL TRANSVERSAL
0+820



PERFIL TRANSVERSAL
0+840



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo

PROVINCIA
Cantabria

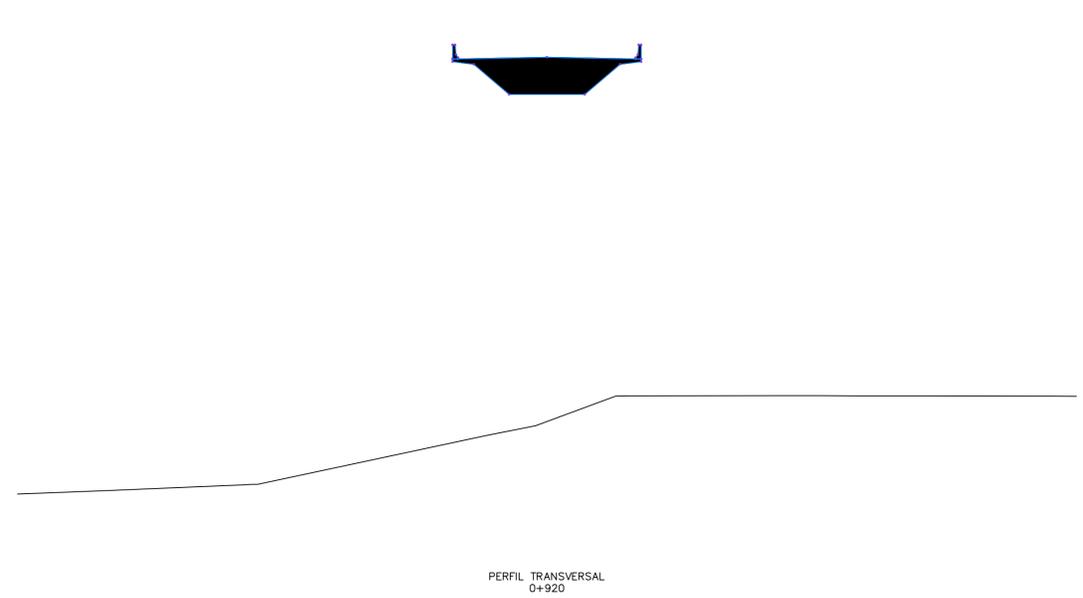
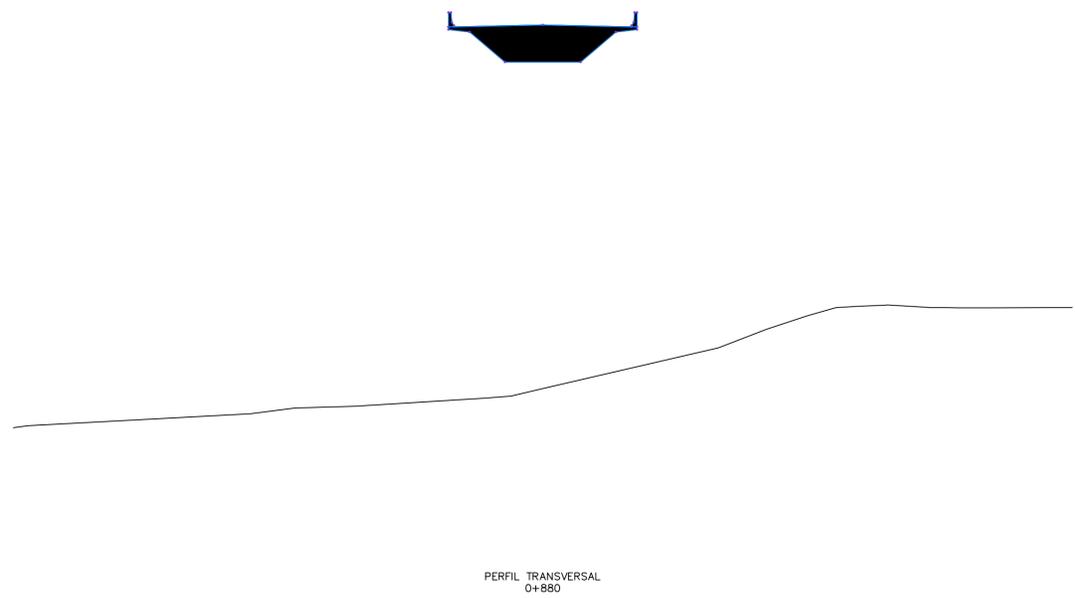
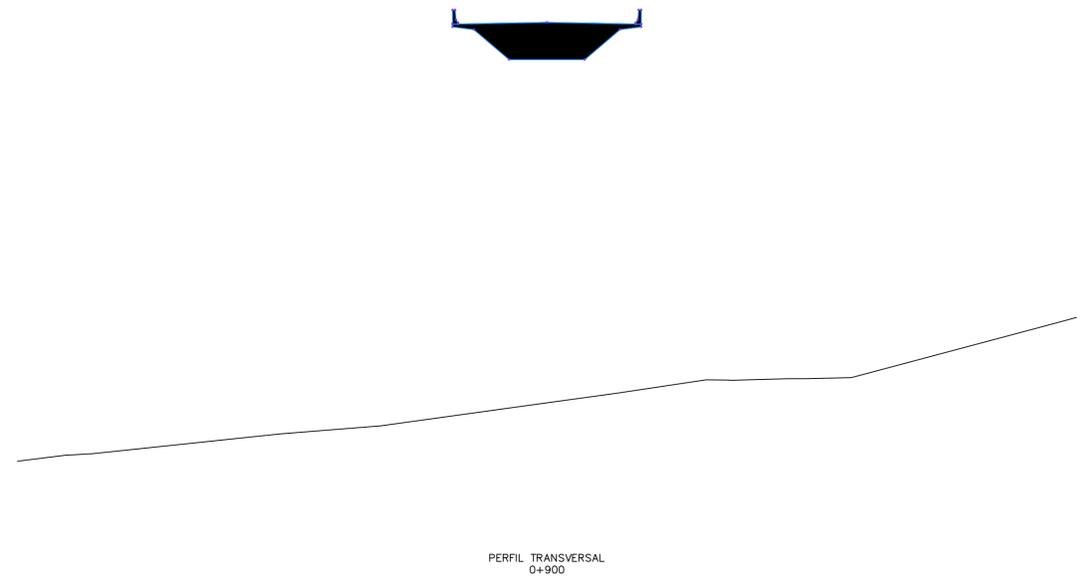
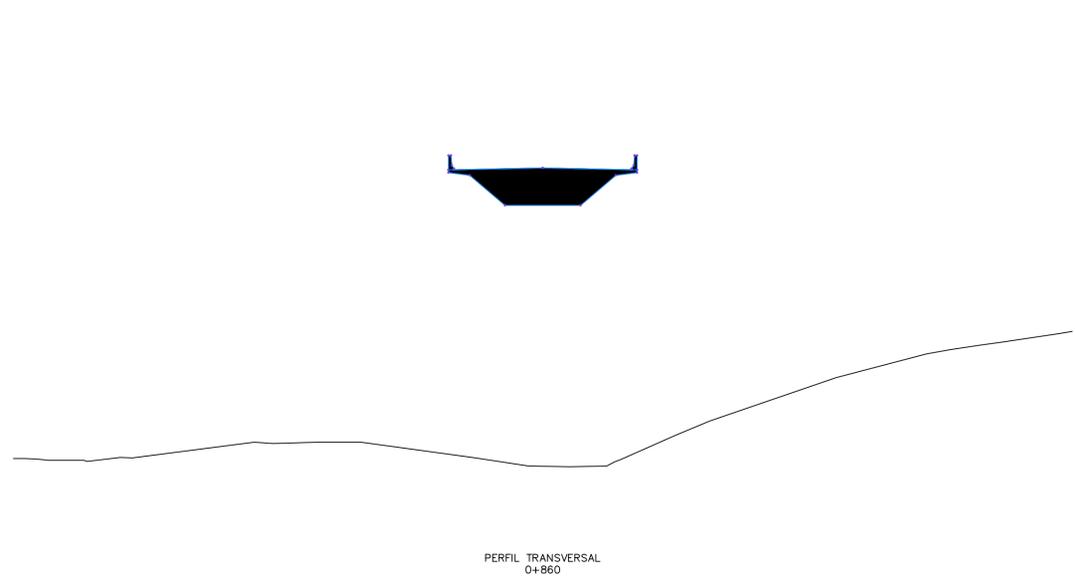
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 9 DE 13



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

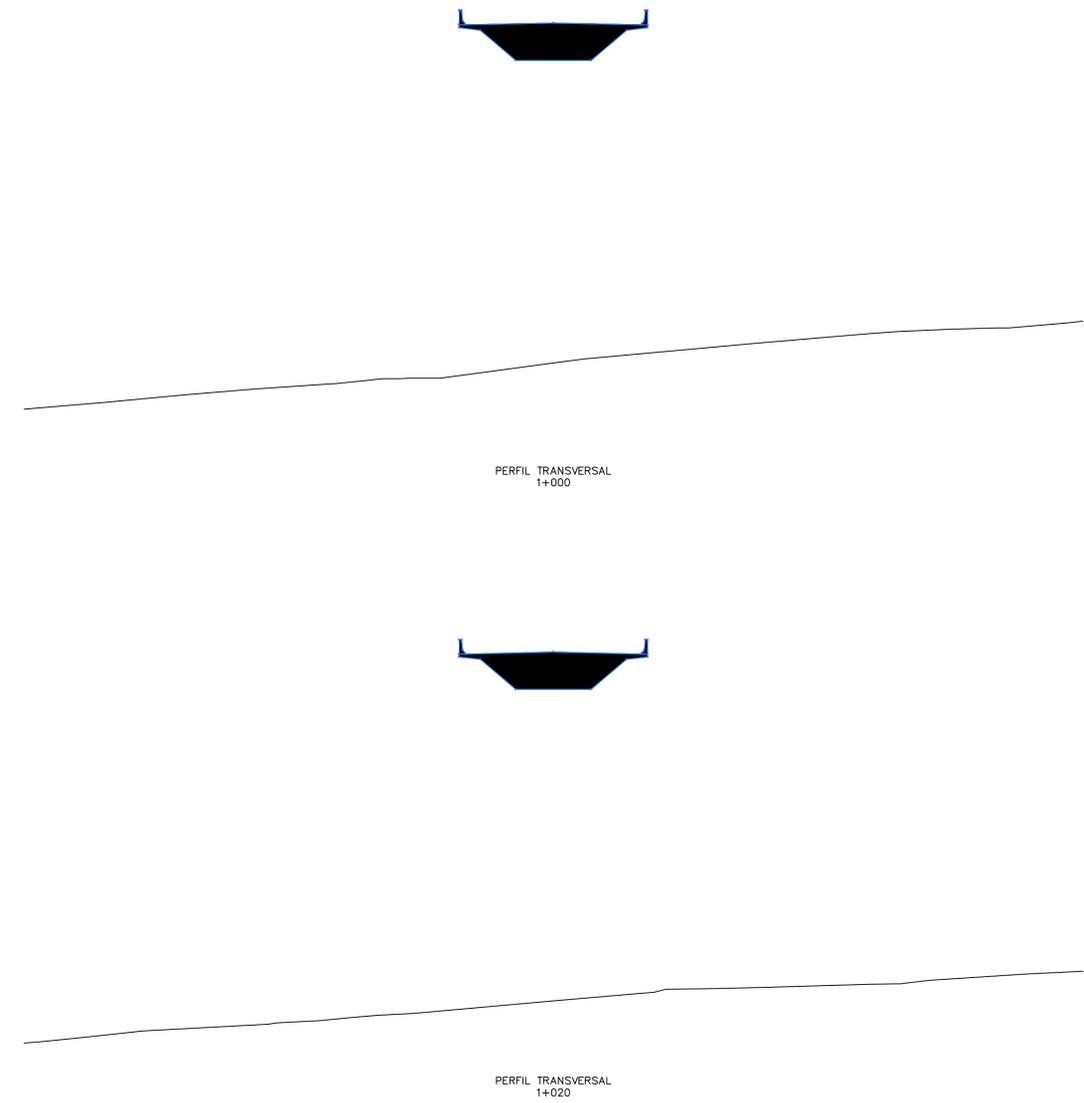
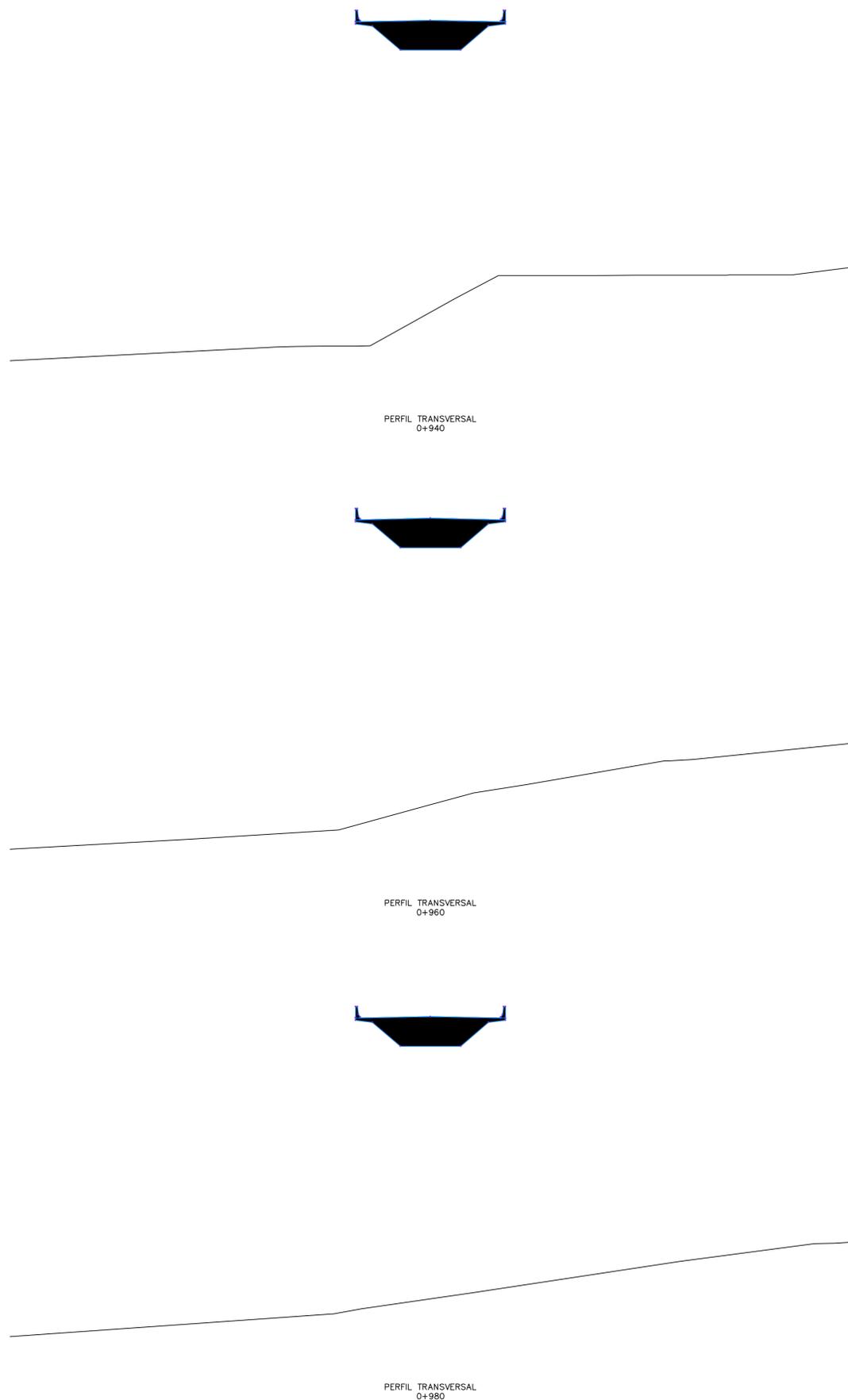
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 10 DE 13



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

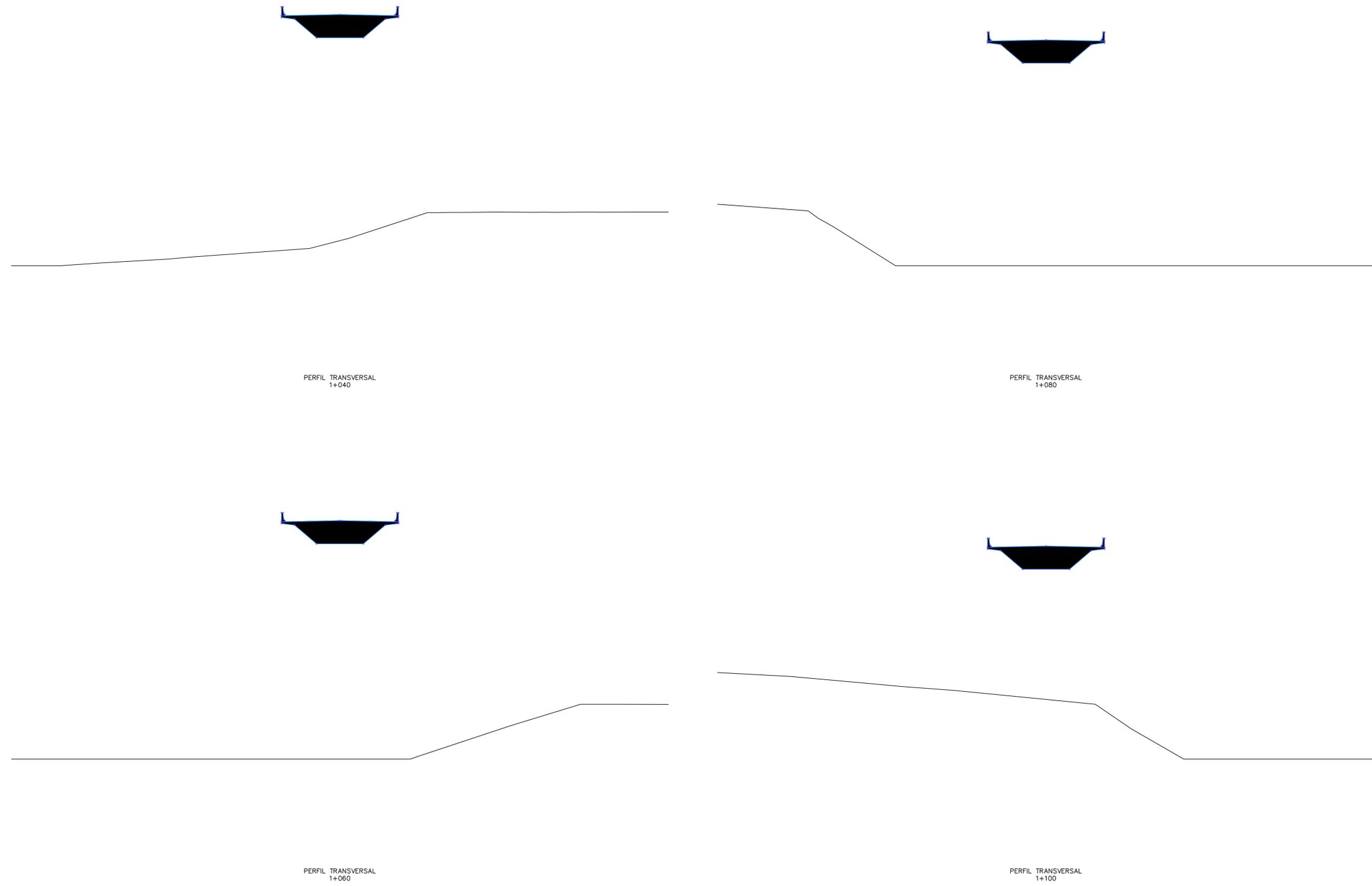
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay. 

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 11 DE 13



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 12 DE 13



PERFIL TRANSVERSAL
1+120



PERFIL TRANSVERSAL
1+140



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo

PROVINCIA
Cantabria

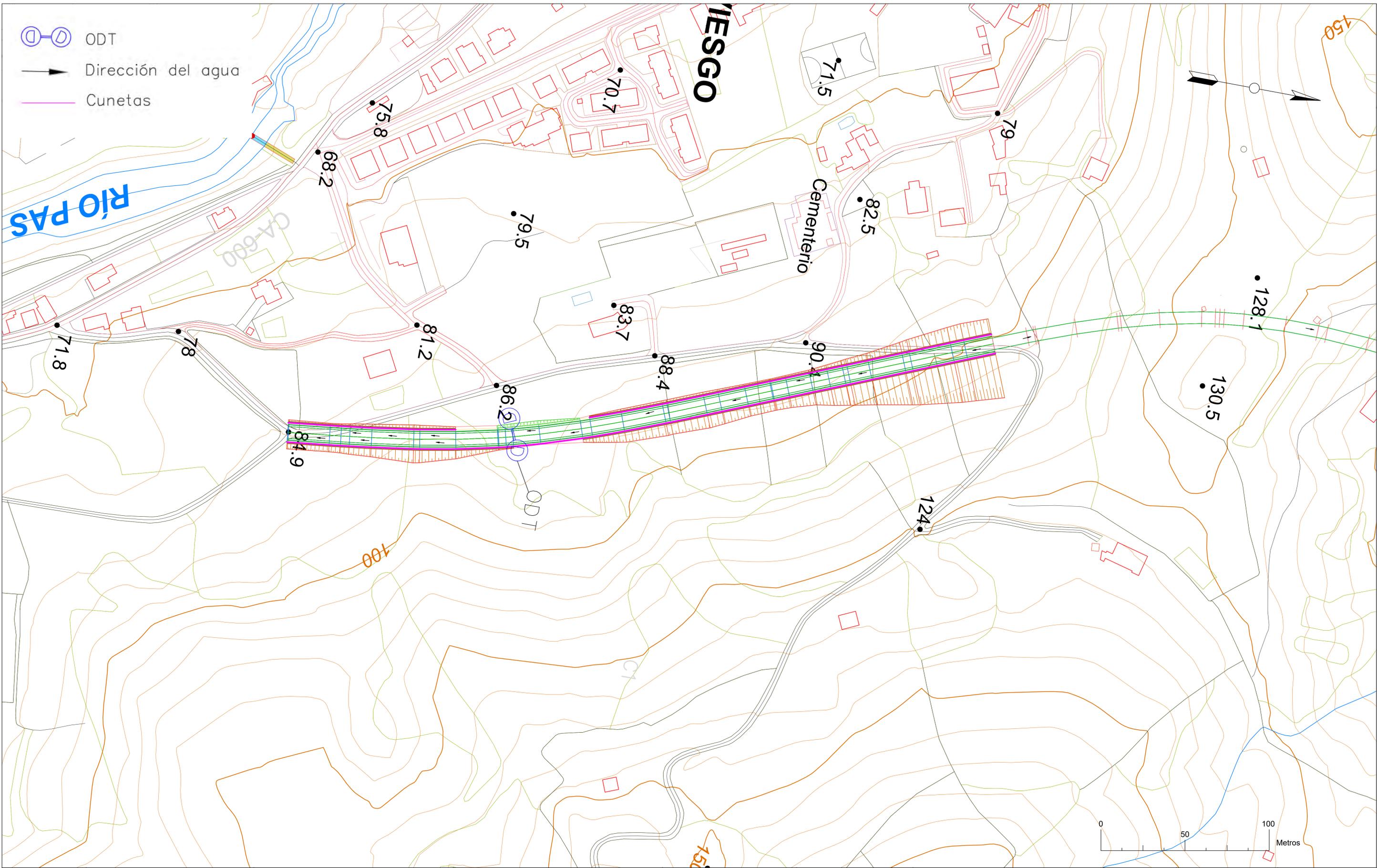
TITULO DEL PLANO
PERFIL TRANSVERSAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:200

FECHA
JULIO 2025

PLANO 3.2
HOJA 13 DE 13



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puento
Viego

TERMINO MUNICIPAL
Puento Viego
PROVINCIA
Cantabria

TÍTULO DEL PLANO
DRENAJE

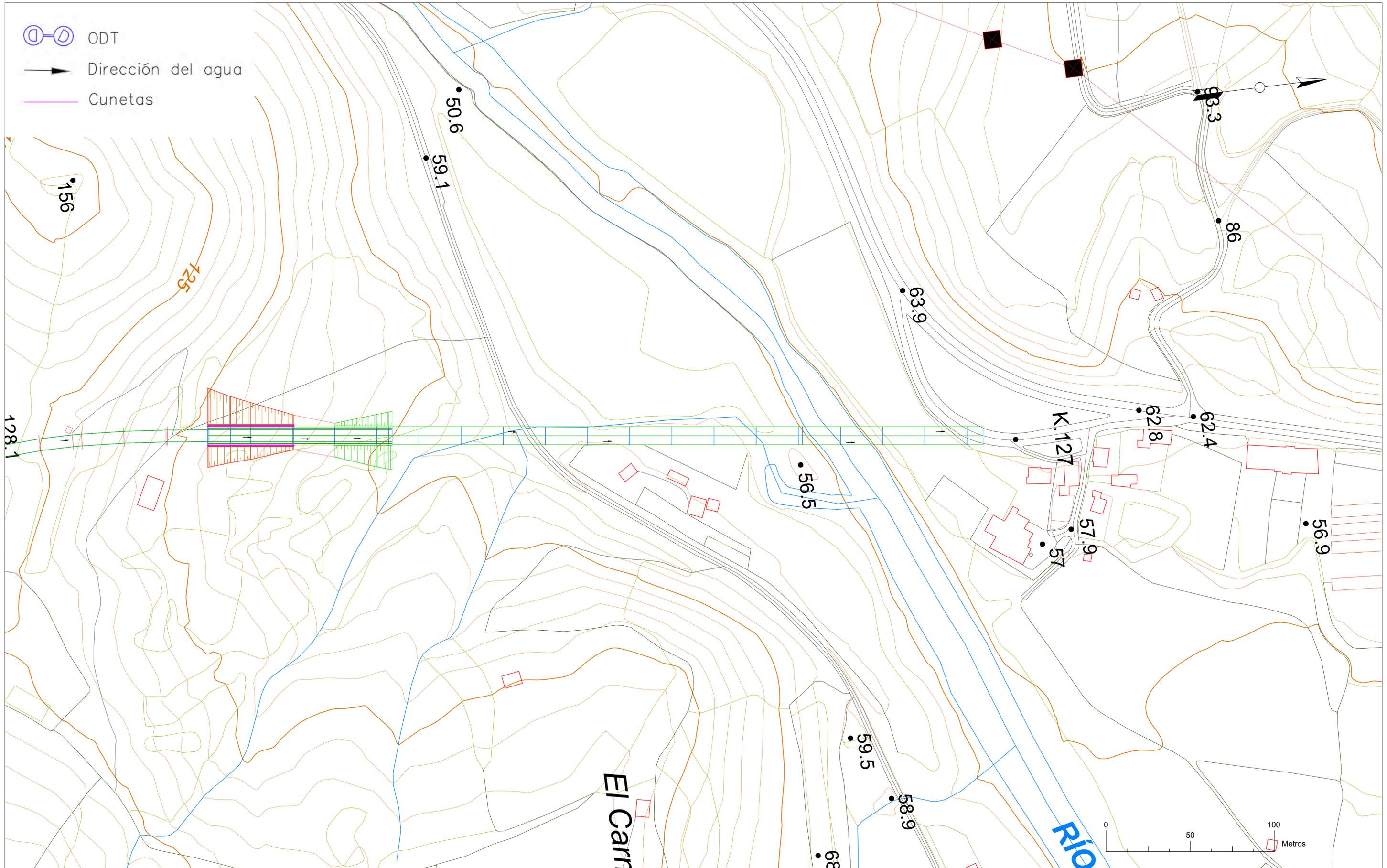
AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 4.1
HOJA 1 DE 2

-  ODT
-  Dirección del agua
-  Cunetas



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TITULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

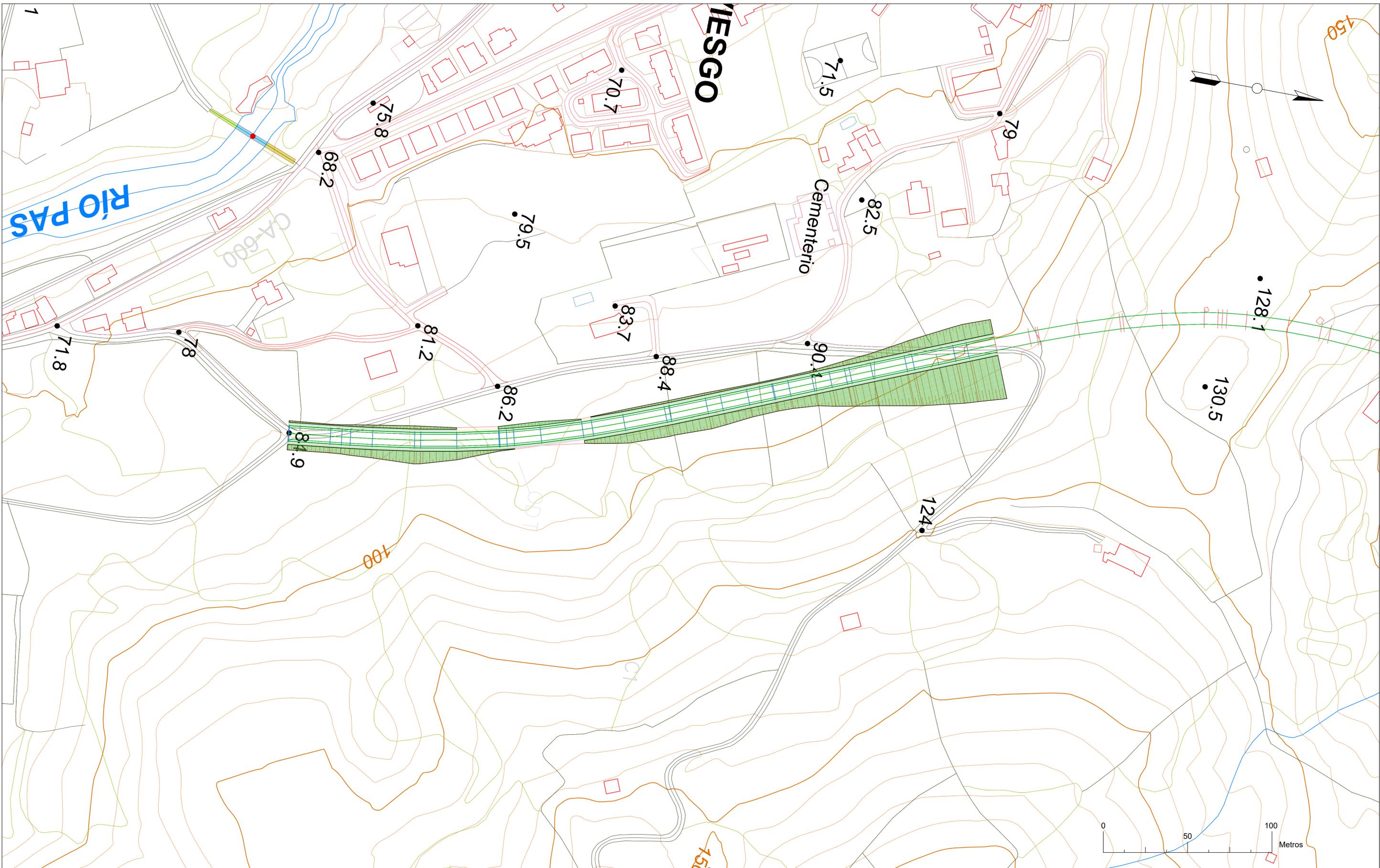
TITULO DEL PLANO
DRENAJE

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 4.1
HOJA 2 DE 2



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

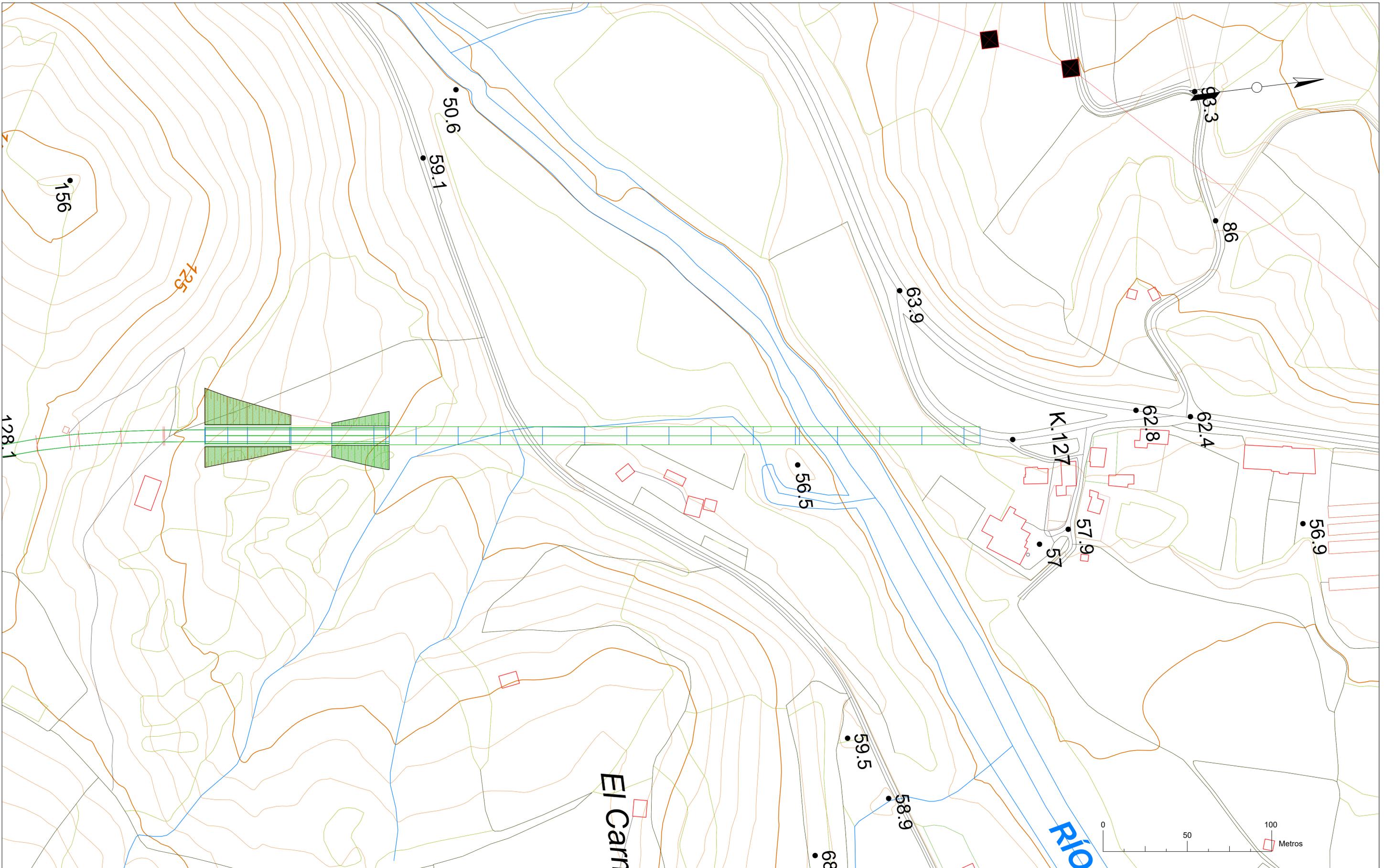
TÍTULO DEL PLANO
INTEGRACIÓN AMBIENTAL

AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 6
HOJA 1 DE 2



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO
PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
Trazado de variante de Puente
Viesgo

TERMINO MUNICIPAL
Puente Viesgo
PROVINCIA
Cantabria

TÍTULO DEL PLANO
INTEGRACIÓN AMBIENTAL

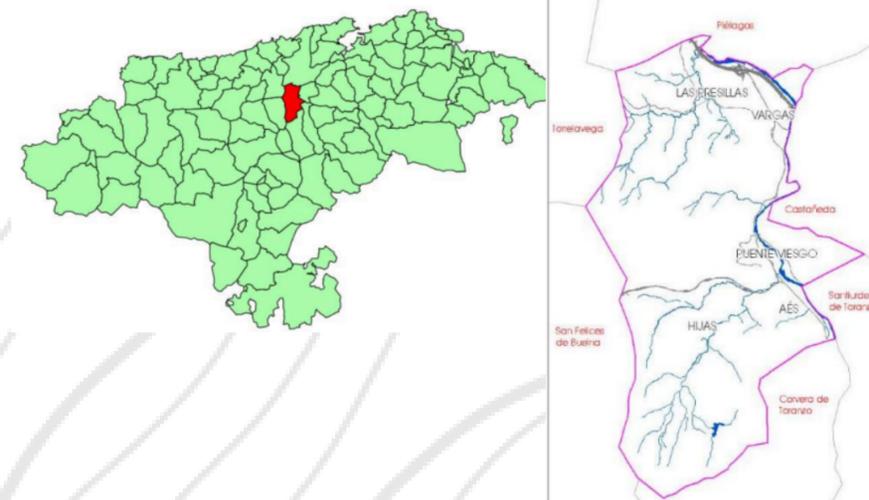
AUTOR
Michael Estay.

ESCALA
1:1000

FECHA
JULIO 2025

PLANO 6
HOJA 2 DE 2

UBICACIÓN



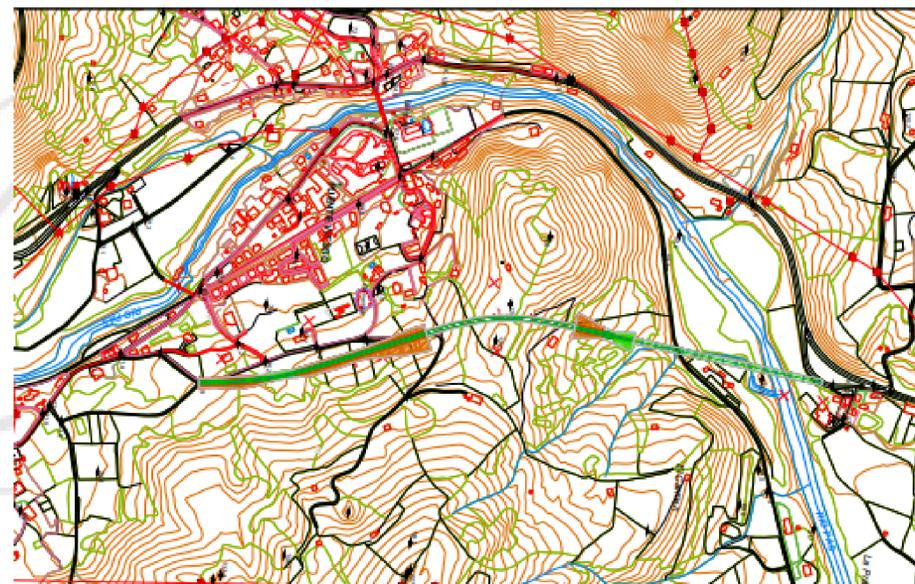
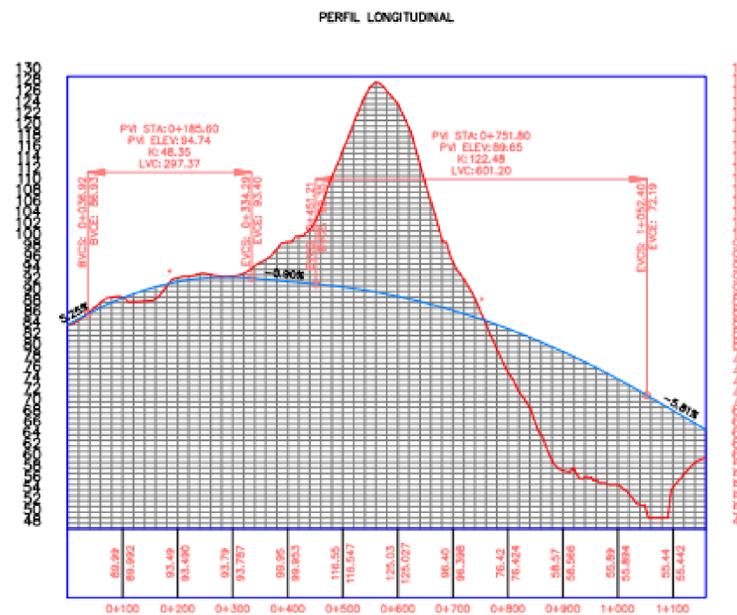
El trazado objeto de estudio se sitúa en el municipio de Puente Viesgo, en el norte de España, dentro de la comunidad autónoma de Cantabria. Con una superficie de 36,1 km², limita con Piélagos, Castañeda, Santiurde de Toranzo, Corvera de Toranzo, San Felices de Buelna y Torrelavega.

PROBLEMÁTICA ACTUAL

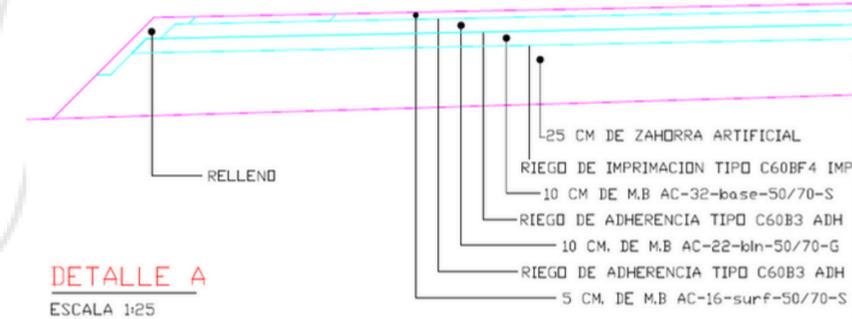
Actualmente, la carretera N-623 atraviesa el núcleo urbano de Puente Viesgo mediante una travesía con calzadas estrechas, escasa visibilidad y elevada densidad de tráfico vehicular y peatonal.

Esto genera:

- Riesgo elevado de accidentes
- Reducción de la calidad de vida
- Contaminación ambiental y acústica



SECCIÓN TIPO



Tramo general

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC-16 surf 50/70 S
- Capa intermedia: 10 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC-22 bin 50/70 S
- Capa base: 10 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC-32 base 50/70 G
- Riegos:
 - Adherencia: C60B3 ADH (dotación mínima 5%)
 - Imprimación: C60BF4 IMP (dotación mínima 4%)

SOLUCIÓN ADOPTADA

Se propone el diseño de un nuevo trazado que conecte la N-623 evitando el paso por el casco urbano.

La solución incluye:

- Calzada de doble sentido con dos carriles de 3,5 m
- Arcenes de 1 metro a ambos lados
- Velocidad de proyecto: 60 km/h
- Longitud total: 1.159,58 metros
- Sección estructural del firme adaptada a la normativa vigente

