



ESTUDIO INFORMATIVO DEL CORREDOR CANTÁBRICO-MEDITERRÁNEO

TRAMO BILBAO-SANTANDER

FASE II

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

APÉNDICE 8 ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

ÍNDICE

1. Estudio hidrogeológico.....1

 1.1. Masas de agua subterránea1

 1.1.1. Masas de aguas subterránea del Cantábrico Occidental.....1

 1.1.2. Masas de aguas subterránea del Cantábrico Oriental13

 1.2. Unidades hidrogeológicas14

 1.3. Mapas hidrogeológicos.....15

 1.4. Seguimiento hidrogeológico20

 1.4.1. Puntos de observación20

 1.4.2. Control seguimiento hidrogeológico22

 1.4.3. Relación puntos de agua y trazado.....26

 1.5. Sistemas Kársticos31

APÉNDICE 1 PLANTA HIDROGEOLOGICA

APÉNDICE 2 INVENTARIO DE SISTEMAS KARSTICOS

1. Estudio hidrogeológico

1.1. Masas de agua subterránea

Según la Directiva Marco del Agua (DMA, Directiva 2000/60/CE), para la evaluación de las aguas subterráneas, se debe hablar de masas de agua subterránea, las cuales contienen los distintos acuíferos, en vez de las conocidas unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos. Es conveniente diferenciar entre el concepto físico de acuífero, entendido como formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua, y el concepto administrativo de masa de agua subterránea, formada por uno o más acuíferos, que se agrupan a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua y cuyos límites pueden incluir también porciones del territorio donde no existen acuíferos.

En este apartado se identifican y se muestran las características principales de las masas de agua subterránea (MASb) que se encuentran en los corredores del Estudio Informativo.

Los corredores previstos coinciden con la distribución de cuatro masas de agua, pertenecientes a dos cuencas hidrográficas diferentes:

- ✓ **Cuenca Hidrográfica del Cantábrico Occidental**
 - Santander – Carmargo
 - Alisas – Ramales
 - Castro-Urdiales
- ✓ **Cuenca Hidrográfica del Cantábrico Oriental**
 - Anticlinorio sur

1.1.1. Masas de aguas subterránea del Cantábrico Occidental

En la siguiente imagen se pueden apreciar las masas de agua que se han identificado en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Cantábrico Occidental, correspondiente al periodo 2022-2027:

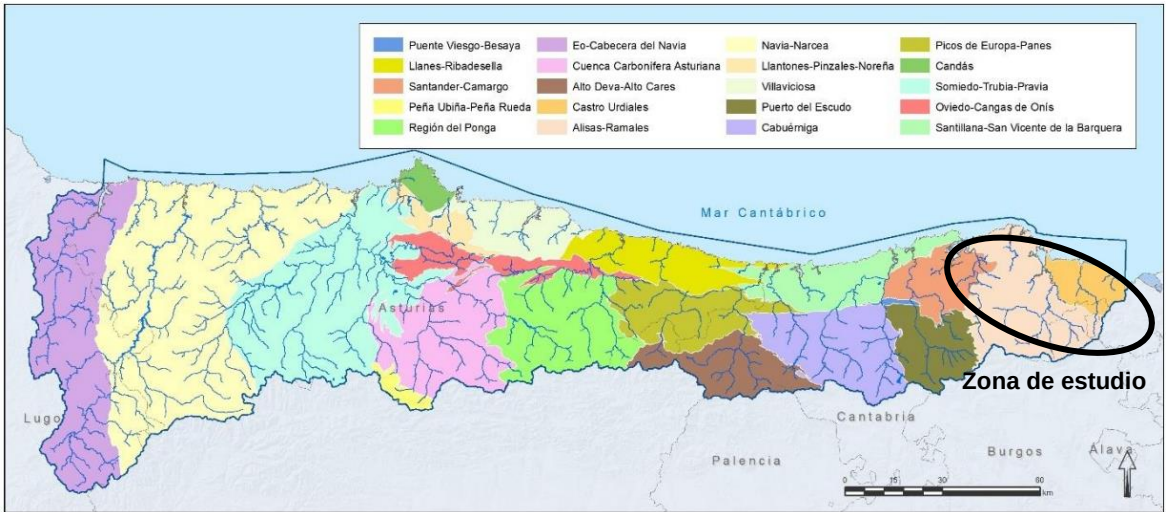


Figura 1. Masas de agua subterráneas identificadas en la Cuenca Cantábrica

Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Cantábrico Occidental 2022-2027

Los corredores objeto de estudio se encuentran sobre las siguientes masas de agua:

- ✓ Masa de agua subterránea de Santander-Camargo (12009)
- ✓ Masa de agua subterránea de Alisas Ramales (12010)
- ✓ Masa de agua subterránea de Castro Urdiales (12011)

En las siguientes tablas se van a exponer las características principales de las masas de agua subterránea del Cantábrico Occidental que se encuentran bajo los corredores objeto de estudio. La información ha sido obtenida del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Cantábrico Occidental, periodo 2022-2027.

En la siguiente tabla se identifica cada una de estas masas de agua subterráneas:

Tabla 1. Identificación de las masas de agua subterráneas del Cantábrico Occidental

Código MASb	Nombre MASb	Localización geográfica		Superficie MASb (km²)
		Provincia	Superficie (km²)	
12009	Santander-Camargo	Cantabria	460,3	460,3
12010	Alisas-Ramales	Bizkaia	55,1	1054,1
		Burgos	0,4	
		Cantabria	906,2	
12011	Castro Urdiales	Bizkaia	25,1	283,5
		Cantabria	254,4	

En la tabla siguiente se muestran de forma resumida las principales características de los acuíferos en los que se sitúan las masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico Occidental; se indica la superficie total de la masa, la superficie de afloramiento, la litología y tipo de acuífero y el horizonte en que se encuentra la masa.

Tabla 2. Características generales de las masas de agua subterráneas del Cantábrico Occidental

Código MASb	Nombre MASb	Superficie (km²)	Superficie permeable (km²)	Nombre del acuífero	Tipo del acuífero	Litología	Horizonte
12009	Santander-Camargo	460,3	275	Gajano	Mixto	Calizas, calcarenitas, dolomías	Superior
12010	Alisas-Ramales	1054,1	319	Ajo	Libre	Calizas, calcarenitas	Superior
				Cretácico	Libre	Caliza, arenas y calizas arenosas	
				Jurásico	Confinado	Caliza, dolomías	
12011	Castro urdiales	283,5		Castro Urdiales	Libre	Caliza, calcarenitas	Superior

La distribución del recurso de aguas subterráneas por masa de agua subterránea se resume en la tabla siguiente:

Tabla 3. Recursos de las masas de agua subterráneas

Código MASb	Nombre MASb	Superficie (km²)	Recurso renovable (hm³/año)	Requerimiento medioambiental (hm³/año)	Recurso disponible (hm³/año)	Salidas por ríos y lagos (hm³/año)	Salidas por extracción (hm³/año)	Índice de explotación
12009	Santander-Camargo	460,3	200,93	23,06	177,87	124,33	22,85	0,128
12010	Alisas-Ramales	1054,1	631,92	63,29	568,64	447,01	1,77	0,003
12011	Castro - Urdiales	283,5	141,15	14,12	127,04	114,21	8,25	0,065

A continuación, se expone la metodología que se ha empleado en el mencionado Plan Hidrológico para la evaluación de los recursos hídricos de las masas de agua subterránea (MASb) de la Cuenca Hidrográfica del Cantábrico Occidental.

Los flujos totales en régimen natural constan de una componente de escorrentía superficial directa y de una componente de origen subterráneo. Esta componente subterránea de la escorrentía total, coincide básicamente -dejando a salvo los efectos de transferencias subterráneas externas con la recarga natural de los

acuíferos. Sin embargo, la cuantificación de los recursos subterráneos no es tan inmediata, puesto que considera las relaciones laterales entre distintas masas y las que se establecen con el medio superficial. Pese a estas dificultades, el conocimiento de la recarga resulta de gran interés teórico y práctico, pues viene a acotar las posibilidades máximas de explotación sostenible a largo plazo de las aguas subterráneas de un acuífero.

En referencia a la evaluación del recurso disponible de aguas subterráneas, de acuerdo con el nuevo concepto introducido por la DMA que en su artículo 2.27, define como recurso disponible de aguas subterráneas “el valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados...”. Es decir, en la evaluación del recurso disponible de aguas subterráneas, se tiene que reservar del recurso renovable, el volumen de descargas de las masas de agua subterránea a los ríos, manantiales, zonas húmedas, etc., para posibilitar la consecución de los objetivos ambientales. Por lo tanto, dicho recurso disponible por masa de agua subterránea se calcula como la diferencia entre el recurso renovable y el requerimiento ambiental.

Se han considerado como recursos renovables de las masas de agua subterránea el sumatorio de la infiltración media de lluvia, los retornos de riego y las entradas laterales procedentes de otras cuencas. Estos valores son medios interanuales y en el caso de la infiltración por lluvia se corresponden con los valores medios de la serie histórica (1940/41-2017/18) y la serie correspondiente a los últimos 37 años (1980/81-2017/18).

Las extracciones se han calculado a partir de los volúmenes concedidos inscritos en el Registro de Agua, cuyo origen es manantial o pozo y que se encuentran ubicados dentro de los límites de una determinada masa de agua subterránea. Para la Demarcación del Cantábrico Occidental el volumen concedido, de origen subterráneo, que cae dentro de masa de agua subterránea es del 96%.

Dado que para la Demarcación del Cantábrico Occidental no hay estudios de detalle y puesto que la infiltración por lluvia es la componente principal de la recarga a masas de agua, el recurso renovable de masas de agua subterránea se calcula como la infiltración media correspondiente al periodo 1980/81-2017/18 (también llamada serie corta) calculada con el modelo SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización del proceso Precipitación aportación). Algunas de las masas de agua subterráneas, según criterio de experto y a falta de estudios de detalle de los recursos de las masas de agua subterráneas, presentan en el ámbito del Plan menores recursos que los que de manera natural se pueden dar, debido a la simplificación del modelo, que en casos concretos no llega a representar la realidad.

El recurso disponible por masa de agua subterránea se calcula como la diferencia entre el recurso renovable y el requerimiento ambiental. Para el cálculo del requerimiento ambiental por masa de agua subterránea, se ha considerado la demanda ambiental de cada sistema de explotación, pero únicamente teniendo en cuenta las masas de agua relacionadas con espacios de la Red Natura 2000 considerada en el registro de Zonas protegidas (aquellos con dependencia del medio acuático).

Para el cálculo del requerimiento ambiental por masa de agua subterránea, se ha utilizado la suma de los caudales naturales de todos los tramos de ríos que se encuentran dentro de espacios naturales protegidos, durante el periodo de estiaje de éstos, ya que generalmente son los acuíferos los que mantienen los caudales de los ríos en dicho periodo. Para las masas de agua subterránea, como medida de protección de los ecosistemas terrestres asociados, se ha considerado el 10% del recurso natural como el mínimo necesario para el mantenimiento de los ecosistemas asociados.

1.1.1.1. Masa de agua subterránea Santander – Camargo (12009)

La MASb de Santander Camargo se encuentra en la parte central de Cantabria, al Sur de la ciudad de Santander. Su poligonal envolvente tiene una superficie total de 360 km², de los cuales 66 km² constituyen su superficie permeable aflorante que está formada por calizas, dolomías y calcarenitas de edad cretácica principalmente, aunque también existen algunos afloramientos de calizas y dolomías del Jurásico.

Esta MASb se corresponde con la “Unidad Diapirizada de Santander” definida por el IGME en 1984.

El PH identifica el tipo de acuífero de la siguiente forma: Acuíferos fisurados incluidos karst - moderadamente productivos. En la figura siguiente se muestra la localización y extensión de esta mas de agua, acorde al PH.

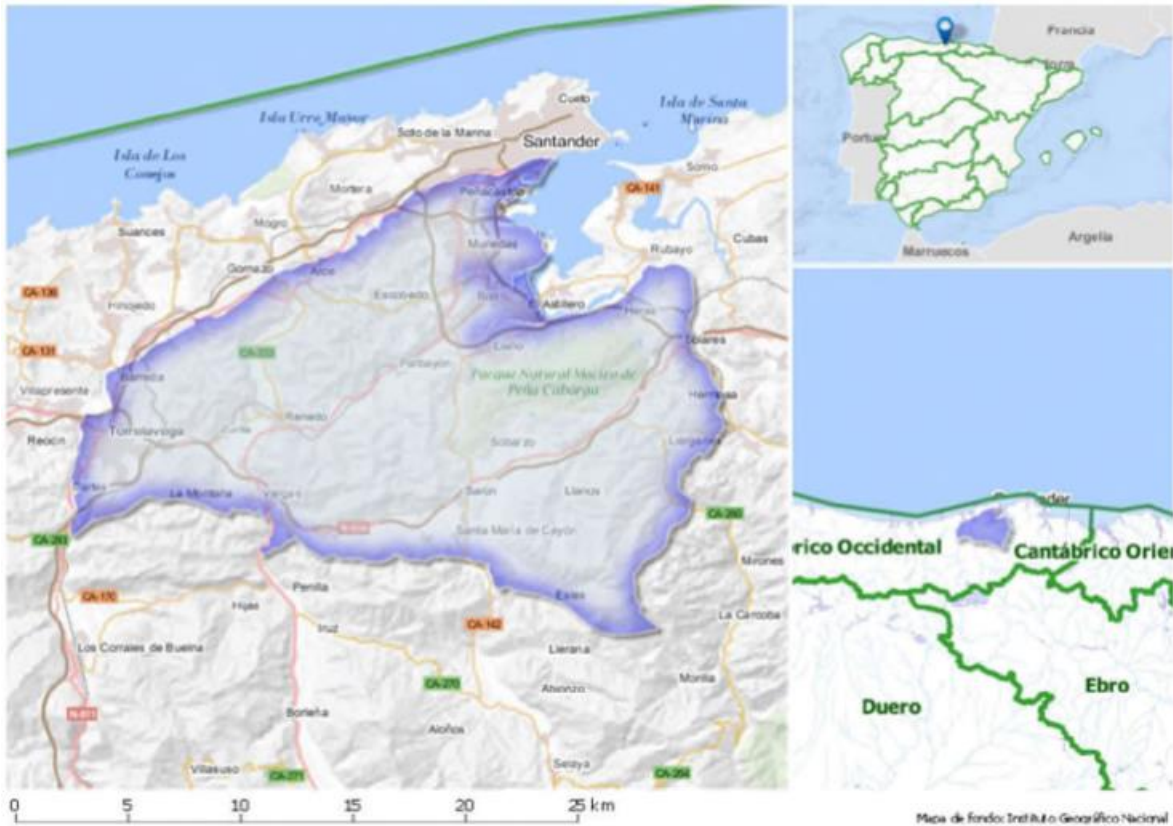


Figura 2. Localización y extensión de la MASb Santander-Camargo

Por la MASb discurren varios cursos de agua clasificados como masas de agua superficiales (MAS), entre los que destacan los ríos Besaya, Pas, Pisueña y Miera. Dentro de la poligonal ninguno de estos cauces está considerado tramo prioritario por la Dirección General del Agua (DGA).

Las lluvias son frecuentes durante todo el año, con un máximo en otoño-invierno; la precipitación media oscila entre 1.000 mm/año en la costa, y 1.700 mm/año en el interior. La temperatura no ofrece grandes variaciones a lo largo del año, con una media anual entre los 13-14º C. La evapotranspiración real está comprendida entre 500 mm/año en la costa y 700 mm/año en el interior. La lluvia útil oscila entre 400 mm/año en la zona de San Vicente de la Barquera y 1.200 mm/año en el interior.

1.1.1.1.1. Litoestratigrafía y permeabilidad

Se han definido tres formaciones geológicas permeables dentro de la MASb Santander - Camargo:

- ✓ Calizas y dolomías del Jurásico de “Santander-Camargo”
- ✓ Calizas y calcarenitas del Aptiense-Albiense de “Santander-Camargo”
- ✓ Calcarenitas masivas del Aptiense de “Santander-Camargo”

Las calizas y dolomías jurásicas corresponden a las Unidades Litoestratigráficas UL-3a, UL-3b y UL-4ª del estudio informativo, pero afloran escasamente dentro de los límites de la MASb.

Las calizas y calcarenitas del Aptiense-Albiense y las calcarenitas masivas del Aptiense corresponden mayoritariamente a las unidades litoestratigráficas UL-9, UL-12, UL-14b, UL-14c, UL-15, UL-18, UL-19 y UL-21 del Estudio Informativo. Presentan una permeabilidad alta o muy alta. El substrato impermeable de estas formaciones permeables son las lutitas, areniscas, conglomerados y calizas arenosas de Facies Weald (UL-6a).

Las calizas y calcarenitas del Aptiense-Albiense tienen una potencia de 650 m, mientras que en las calcarenitas masivas del Aptiense es de 250 m.

Los límites de la MASb los constituyen al sur los materiales impermeables triásicos de la "Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga", al este por los materiales impermeables a muro de la MASb Alisas-Ramales y al oeste por los materiales impermeables a muro de la MASb Santillana-San Vicente de la Barquera.

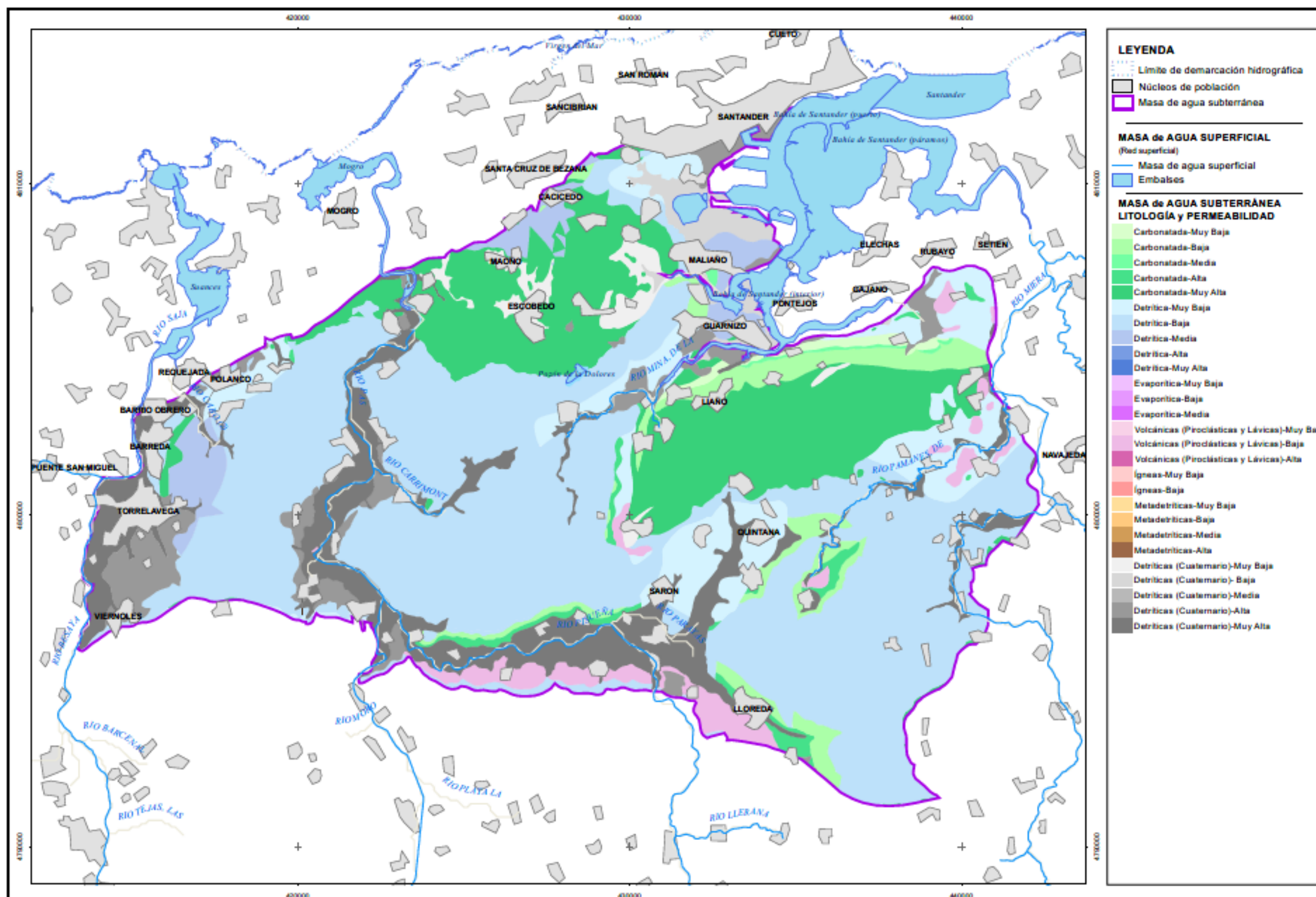


Figura 3. Mapa de permeabilidades de la MASb Santander - Camargo (12009)

Fuente: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Masa de Agua Subterránea 016.209 Santander-Camargo. IGME

1.1.1.1.2. Estructura geológica

Desde el punto de vista estructural, la MASb Santander-Camargo se encuentra suavemente plegada y fallada, con los materiales impermeables de la Facies Weald como substrato impermeable.

Dentro de la estructura general se pueden diferenciar dos sectores acuíferos, el primero compuesto por calizas y calcarenitas dolomitizadas de edad Aptiense-Albiense situado al norte y otro compuesto por calcarenitas masivas del Aptiense al sur del primero.

En estas condiciones, las relaciones río-acuífero que se puedan producir se establecerán allí donde los acuíferos drenen por manantiales o bien allí donde los cauces de los ríos los atraviesen por debajo de su nivel piezométrico.

1.1.1.1.3. Funcionamiento hidrogeológico

La recarga de esta MASb se produce por la infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables, mientras que las salidas tienen lugar a través de manantiales, algunos de ellos de cierto caudal y constante durante todo el año, y a través de los ríos que los atraviesan dentro de los cuales se incluirían El Besaya, Pas, Pisueña y Miera.

Los principales manantiales que se encuentran dentro de la MASb Santander-Camargo son Medio Cudeyo a 50 m s.n.m. que drenaría el acuífero de Calcarenitas masivas del Aptiense en su sector oriental, y un caudal estimado de 35 l/s, y Fuente El Collado a 70 m s.n.m. que drenaría el acuífero de Calizas y calcarenitas del Aptiense-Albiense, y un caudal estimado de 20 l/s. También se han observado otros manantiales de menor entidad, a 290 m s.n.m. y 138 m s.n.m. respectivamente, en los que se ha comprobado que gracias a ellos surge el Río Parayas, tributario del río Pisueña, que drenaría el acuífero de las Calizas y dolomías del Jurásico, en el sector meridional de la MASb.

Por último, las salidas naturales a través de manantiales se han estimado en unos 100 l/s (3,2 hm³/año) sin que se conozcan en detalle las aportaciones directas que recibe cada río que la cruza. En total se han estimado unas aportaciones del orden de los 35-52 hm³/año.

1.1.1.2. Masa de agua subterránea Alisas – Ramales

Ocupa parte del Este-Centro de Cantabria y una pequeña parte del Oeste de Bizkaia. Su poligonal envolvente tiene una superficie total de 1054 km², de los cuales más de la mitad constituirían sus afloramientos permeables, en concreto materiales carbonatados karstificados del Cretácico. La cota máxima dentro de la MASb es de 1.708 m s.n.m., la cota mínima está al nivel del mar, situándose la cota media en 377 m s.n.m.

El PH identifica el tipo de acuífero de la siguiente forma: Acuíferos fisurados incluidos karst - moderadamente productivos. En la figura siguiente se muestra la localización y extensión de esta masa de agua, acorde al PH.

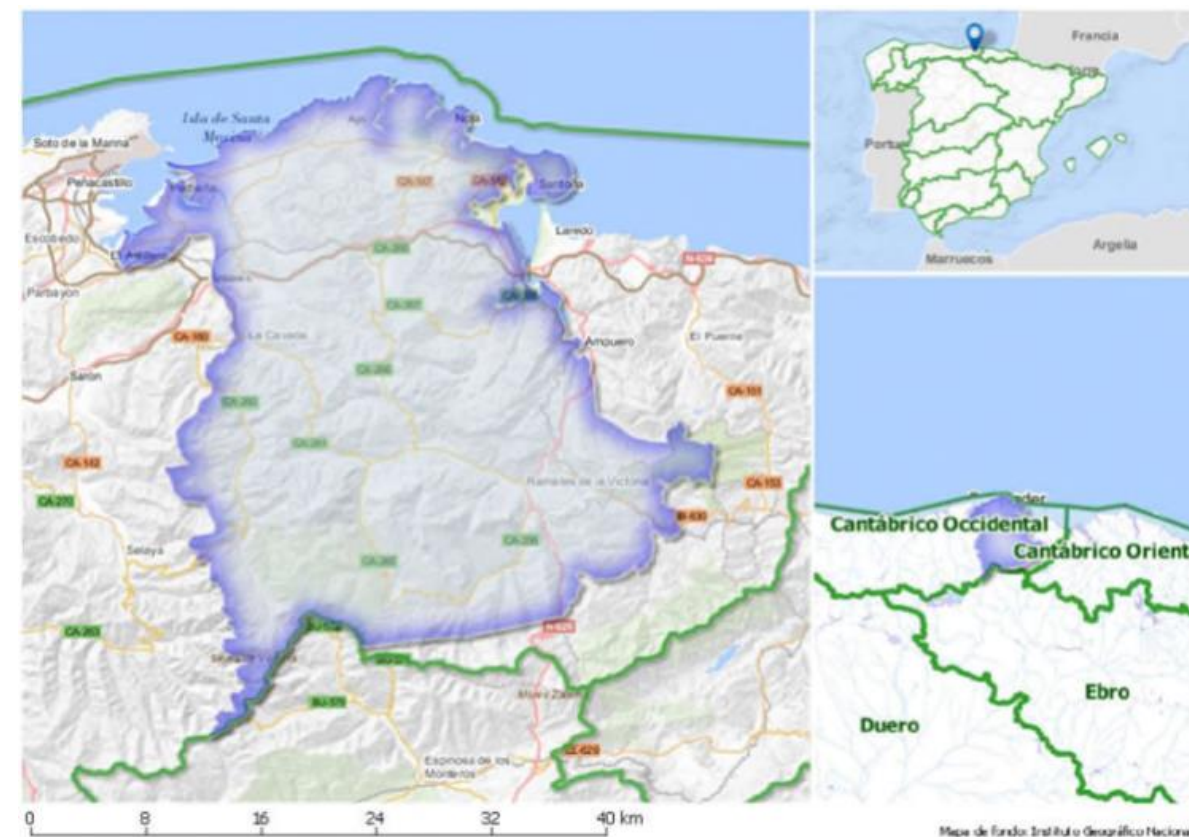


Figura 4. Localización y extensión de la MASb Alisas - Ramales

Por Alisas-Ramales discurren hasta 15 masas de agua superficiales distintas, entre las que destacan los ríos Miera, Aguanaz, Pontones, Campiazo, Clarín y Clarón, Asón, Gándara, Calera y Carranza, siendo todos ellos protagonistas en la mayoría de las relaciones río-acuífero identificadas.

Las lluvias son frecuentes durante todo el año, con un máximo en otoño-invierno. La pluviometría media varía entre los 1.000 mm/año en la zona costera a 2.000 mm/año en las zonas montañosas del sur. La temperatura media anual varía entre 14° C en la costa a 8° C en las montañas meridionales. La evapotranspiración real está comprendida entre 500 mm/año, en la franja costera, a más de 900 mm/año en las zonas montañosas. La lluvia útil oscila entre 500 mm/año en la costa y cifras superiores a los 1.300 mm/año en las montañas.

1.1.1.2.1. Litoestratigráfica y permeabilidad

La MASb de Alisas-Ramales se aloja en formaciones porosas carbonatadas, en las cuales se puede distinguir dos zonas:

- ✓ “Complejo Urgoniano” del sector meridional
- ✓ “Complejo Urgoniano” del sector septentrional

Ambas se corresponden con las Calizas masivas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas del Aptiense-Cenomaniense (que se corresponden con las Unidades Litoestratigráficas UL-9, UL-12, UL-14b, UL-14c, UL-15, UL-18, UL-19 y UL-21 del Estudio Informativo), de permeabilidad muy alta, y en menor medida con las Margas, calizas, arcillas y dolomías del Aptiense-Cenomaniense (Unidades Litoestratigráficas UL-11a, UL-22, UL-23, UL-23a, UL-25 y UL-27), de permeabilidad media. Las calizas masivas presentan una permeabilidad por porosidad secundaria, desarrollada por procesos de disolución y erosión que avanzan por vías preferentes, debidas a fracturación y/u otro tipo de discontinuidad (endokarst). Son característicos su anisotropía y el desarrollo de grandes formas de absorción y conducción, estructurados según redes bien definidas. El “Complejo Urgoniano” presenta frecuentes cambios de facies dentro del propio complejo, pasando de tramos carbonatados hacia tramos margosos de menor permeabilidad. La potencia en conjunto de estos materiales suele alcanzar los varios centenares de metros.

Los aluviales cuaternarios se circunscriben a los cursos de agua más importantes de la MASb. Presentan escasos espesores y suelen tener elevadas permeabilidades. Se corresponden con las Gravas, arenas, limos (Depósitos de

aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales) del Cuaternario. Su interés radica en que pueden estar en conexión hidráulica con los materiales carbonatados kársticos del Cretácico.

Como impermeable de base se consideran las formaciones lutíticas de facies Purbeck-Weald en la mitad oriental de la MASb, o también las formaciones margosas del propio Complejo Urgoniano en el resto. Los materiales carbonatados presentan escasa continuidad lateral, constituyendo cuerpos o sistemas acuíferos aislados. Aunque la mayoría de estos afloramientos guardan relación con cursos de agua, no todos lo hacen con las masas de agua superficiales existentes.

La formación carbonatada septentrional (la que más afecta a la zona de estudio) se correspondería con los afloramientos carbonatados situados en el río Miera al Norte de la población de dicha denominación, los del Alto de la Collada, Puerto de Alisas, Alto del Tocornal y Puerto de la Cruz Uzano, e incluiría la totalidad de la cuenca del río Clarín. Por su parte la formación carbonatada meridional se correspondería esencialmente con los afloramientos que dominan las elevaciones de la Sierra del Hornijo que tendrían su continuidad hacia el Oeste, hasta alcanzar el río Miera, hacia el Sur a lo largo del Valle del río Asón y hacia el Este hasta que los afloramientos carbonatados sobrepasan el río Carranza, quedando incluido en la misma la zona del Alto de las Campas. El sector acuífero meridional tiene una superficie de afloramientos carbonatados de 243 km², mientras que el sector septentrional tiene 202 km².

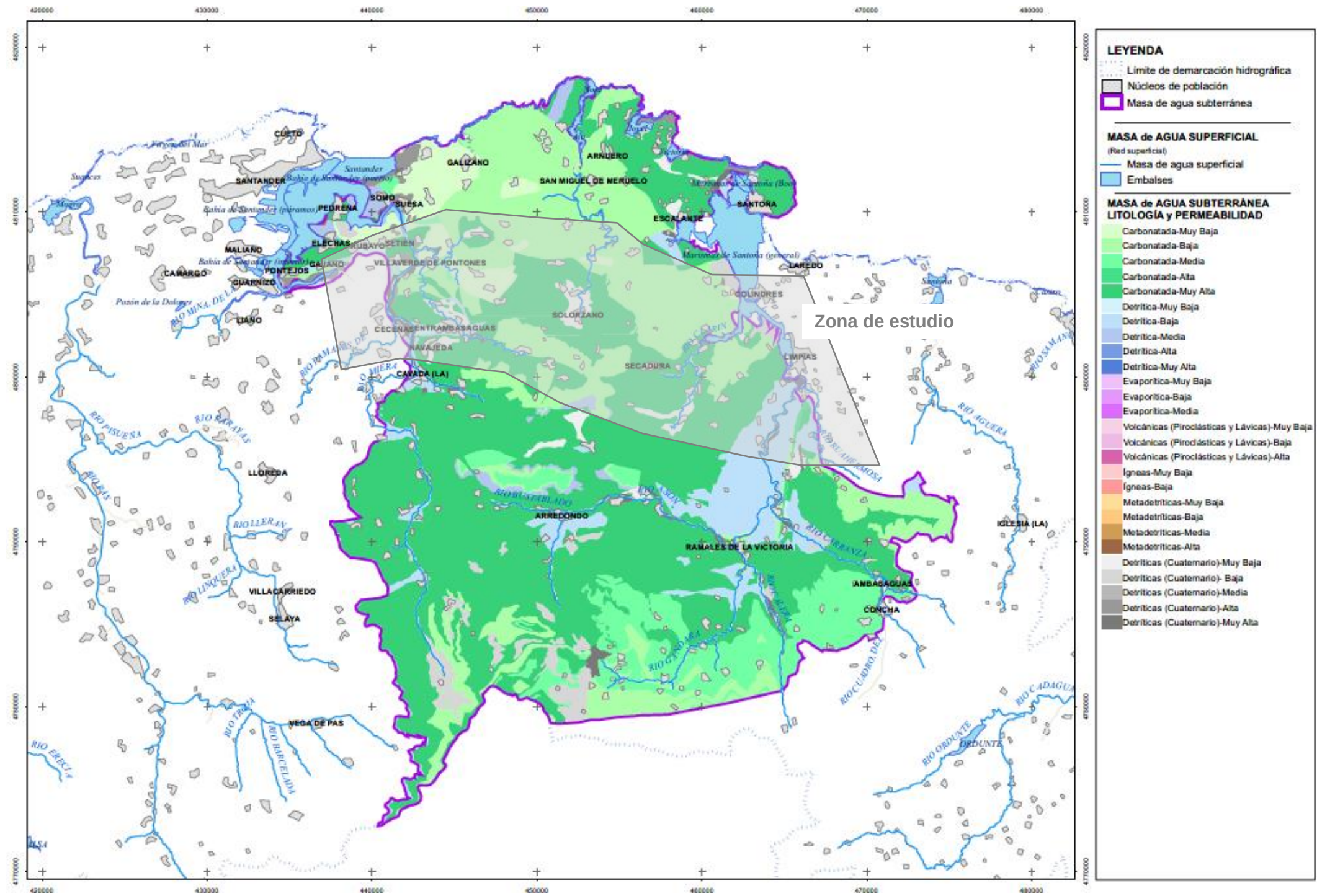


Figura 5. Mapa de permeabilidades de la MASb Alisas - Rames

Fuente: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Masa de Agua Subterránea 016.210 Alisas - Rames. IGME

1.1.1.2.2. Estructura geológica

Desde el punto de vista estructural, la MASb Alisas - Ramales presenta un importante grado de fracturación y plegamiento.

La estructura de la MASb responde a una gran antiforma con eje de dirección E-O con flancos septentrionales generalmente buzantes hacia el Norte y meridionales buzantes hacia el Sur, definiéndose dentro de ella diferentes pliegues subsidiarios de gran radio que con frecuencia quedan interrumpidos por fallas. En la zona central de la MASb, en una franja que uniría las poblaciones de Miera, Arredondo y Ramales de la Victoria, afloran los materiales del substrato, lo que permite la subdivisión de la misma en dos subunidades Septentrional y Meridional.

La MASb Alisas Ramales posee un importante desarrollo kárstico como se pone de manifiesto con la gran presencia de formas exokársticas como son los lapiazes, las dolinas, las uvalas o poljes. Además, el karst también tiene un gran desarrollo del endokarst, situándose en esta MASb varios de los sistemas kársticos de mayor desarrollo de España y del mundo, contabilizándose en tres de ellos más de 100 km de galerías exploradas y topografiadas.

Los materiales carbonatados presentes, al haber sufrido una intensa karstificación, gran parte del caudal de los ríos tienen su origen en los aportes subterráneos procedentes de los sistemas kársticos, a veces de forma muy espectacular mediante salidas por cuevas y/o manantiales y en otras ocasiones de forma difusa al cauce. Dada la composición de los materiales y la karstificación que les afecta, debe existir una gran falta de homogeneidad en su comportamiento hidráulico (marcada anisotropía), cabe resaltar además la frecuente presencia de arcillas de descalcificación que rellenan los conductos kársticos y las fisuras.

En estas condiciones, es frecuente que los ríos pierdan gran parte de su caudal a través de sumideros, integrándose a continuación en complejas redes de circulación, volviendo a aparecer en puntos distantes situados aguas abajo.

1.1.1.2.3. Funcionamiento hidrogeológico

Esta MASb se alimenta de la infiltración de lluvia caída sobre los afloramientos permeables. Todas las salidas naturales se producen a través de manantiales y descargas difusas, que van a parar a los ríos.

La formación porosa del “Complejo Urganiano” del sector septentrional tendría sus salidas localizadas a lo largo de los ríos: Campiazo, Revilla, Aguanaz, Pontones, Clarín, mientras que la formación porosa del “Complejo Urganiano” del sector meridional tendría sus salidas relacionadas con los cursos de agua: Asón, Bustablado, Calera, Carcabal, Gándara, Miera y Ruahermosa.

Los recursos subterráneos totales de la MASb Alisas-Ramales para años medios es de 250 hm³/año, que varían de años tipo seco a años tipo húmedo entre 130 y 370 hm³/año, respectivamente. De estos recursos medios totales tanto al sector septentrional como al meridional le corresponderían a cada uno 125 hm³/año.

1.1.1.3. Masa de agua subterránea Castro Urdiales

Ocupa la parte más oriental de Cantabria y parte del Oeste de la provincia de Bizkaia. Su poligonal envolvente tiene una superficie total de 283 km², de los cuales aproximadamente 76 km² corresponden a materiales carbonatados karstificados del Cretácico, todos ellos muy permeables.

La cota máxima dentro de la MASb es de 799 m s.n.m., la cota mínima está al nivel del mar, situándose la cota media en 251 m s.n.m.

El PH identifica el tipo de acuífero de la siguiente forma: Acuíferos fisurados incluidos karst - moderadamente productivos. En la figura siguiente se muestra la localización y extensión de esta masa de agua, acorde al PH.

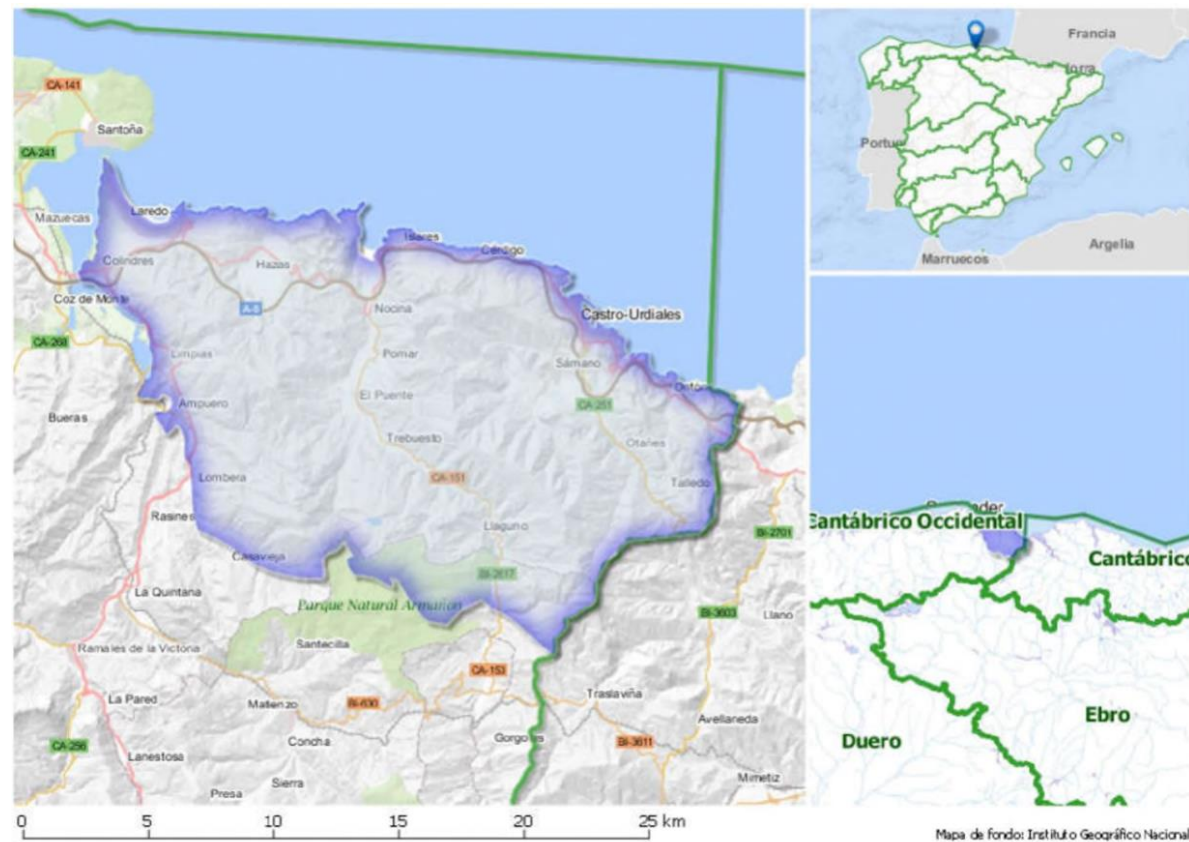


Figura 6. Localización y extensión de la MASb Castro Urdiales

Por la masa de agua subterránea de Castro-Urdiales discurren los ríos Asón, Agüera, Mioño y Sámano entre los más importantes (éste último no está clasificado como masa de agua superficial), los cuales guardan relación con el sistema acuífero. Además, el primero de ellos es también protagonista en muchas de las relaciones río-acuífero identificadas en la vecina MASb Alisas-Ramales.

1.1.1.3.1. Litoestratigrafía y permeabilidad

Se han definido dos formaciones geológicas permeables dentro de la MASb Castro - Urdiales:

- ✓ Calizas arrecifales del “Complejo Urganiano” de “Castro Urdiales”
- ✓ Aluviales cuaternarios de “Castro Urdiales”

Las primeras se corresponden con las Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas del Aptiense-Cenomaniense (que se corresponden con las Unidades Litoestratigráficas UL-9, UL-12, UL-14b, UL-14c, UL-15, UL-18, UL-19 y UL-21 del estudio), de permeabilidad muy alta, y en menor medida con las

Margas, calizas, arcillas y dolomías del Aptiense-Cenomaniense (Unidades Litoestratigráficas UL-11a, UL-22, UL-23, UL-23a, UL-25 y UL-27), de permeabilidad media. Las calizas masivas presentan una permeabilidad por porosidad secundaria, desarrollada por procesos de disolución y erosión que avanzan por vías preferentes, debidas a fracturación y/u otro tipo de discontinuidad (endokarst). Son característicos su anisotropía y el desarrollo de grandes formas de absorción y conducción, estructurados según redes subterráneas bien definidas. El “Complejo Urganiano” presenta frecuentes cambios de facies, pasando lateralmente de tramos carbonatados hacia formaciones margosas de menor permeabilidad. La potencia en conjunto de estos materiales suele alcanzar los varios centenares de metros.

De los depósitos cuaternarios destacan el complejo cuaternario de Colindres-Laredo, los depósitos aluviales de la parte final de los ríos Asón y Agüera y el depósito aluvial de Castro Urdiales.

El resto de los materiales aluviales se circunscriben a los cursos de agua más importantes de la MASb, presentan escasos espesores y suelen tener elevadas permeabilidades. Se corresponden con las Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales, UL-35, UL-36, UL-37, UL-38, UL-39, UL-41, UL-42, UL-43, UL-44, UL-45, UL-46, UL-47 y UL-49) del Cuaternario. Su interés radica en que pueden estar en conexión hidráulica con los materiales carbonatados kársticos del Cretácico.

El impermeable de base lo forman las formaciones lutíticas de facies Purbeck-Weald en la mitad oriental de la MASb, y también las formaciones margosas del propio “Complejo Urganiano” en el resto.

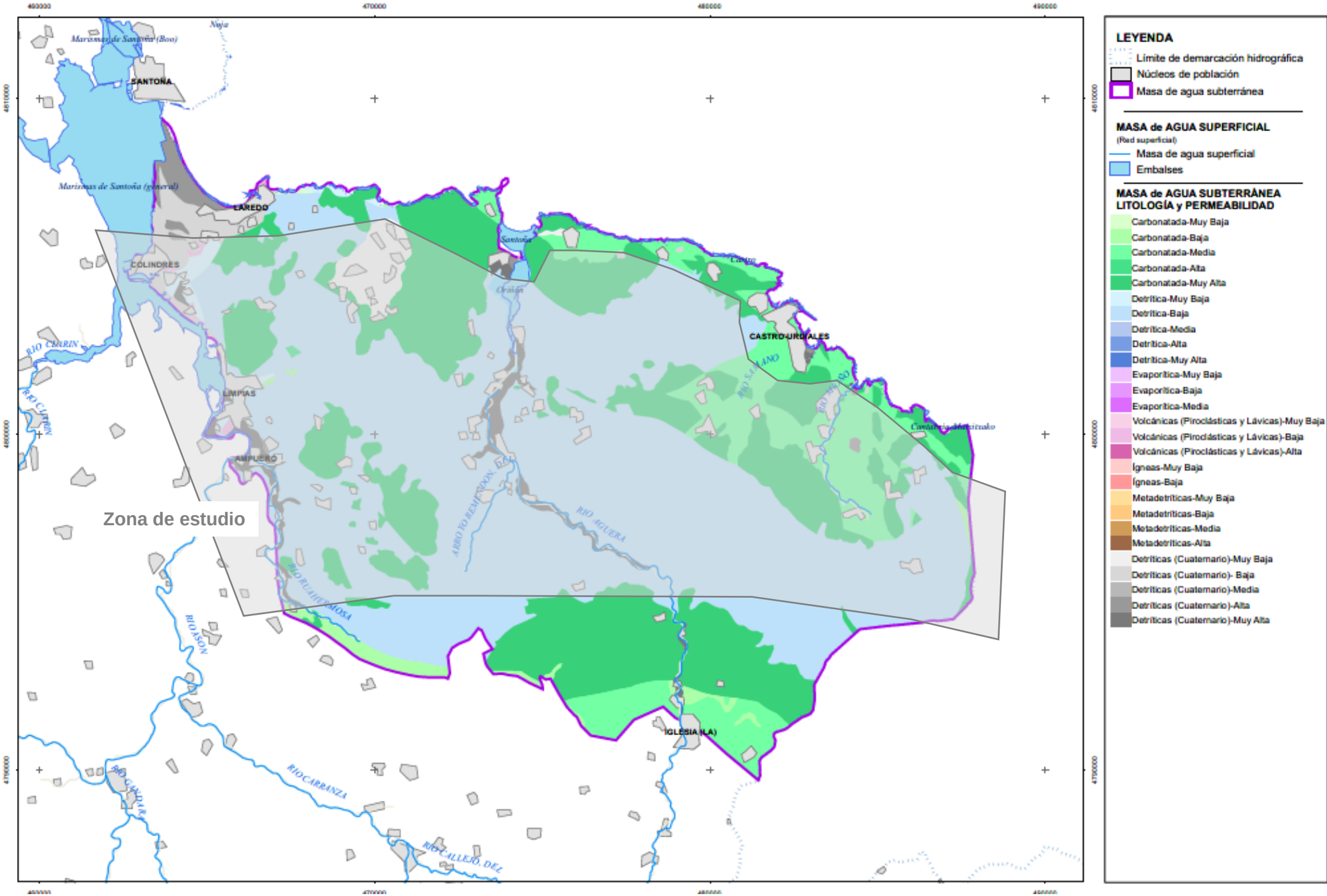


Figura 7. Mapa de permeabilidades de la MASb Castro Urdiales

Fuente: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Masa de Agua Subterránea 016.211 Castro Urdiales. IGME

1.1.1.3.2. Estructura geológica

Desde el punto de vista estructural, la MASb Castro-Urdiales presenta un importante grado de fracturación y plegamiento, provocando que los materiales carbonatados tengan escasa continuidad lateral, constituyendo cuerpos o sistemas acuíferos aislados. Aunque la mayoría de estos afloramientos guardan relación con cursos de agua, no todos lo hacen con las masas de agua existentes.

Se han definido los siguientes sectores acuíferos como los más relevantes: Sámano, Ampuero y El Juncal. Presentan una superficie de afloramientos carbonatados de 20, 7,5-12 y 17 km², respectivamente. Otros sectores son Liendo y Castro-Urdiales, pero no presentan importancia desde el punto de la relación río-acuífero ya que drenan hacia el mar Cantábrico.

El sector de Ampuero tiene una morfología alargada en la dirección NO-SE, respondiendo a una estructura de sinclinal de gran radio con orientación O-E. En su límite meridional se localiza una gran fractura y en su sector septentrional, fracturas de dirección aproximada N-S, las cuales podrían originar desconexiones locales.

El sector de Sámano presenta una disposición bandeada que se extiende desde el río Agüera hasta el río Mioño. La estructura responde a un sinclinal de gran radio en el que los materiales se encuentran afectados por fracturas que trastocan los flancos. La banda de materiales carbonatados se encuentra delimitada en su borde meridional por una gran fractura de dirección ONO-ESE que hacia el oeste origina un salto que hace que la estructura sinclinal general evolucione a un gran monoclinal vergente al sur.

Por último, el sector de El Juncal presentaría una estructura en sinclinal sin mayores complicaciones.

Los materiales carbonatados han sufrido una intensa karstificación, por lo que el caudal de los ríos se incrementa debido a los aportes subterráneos procedentes de los sistemas kársticos, a veces de forma muy espectacular mediante salidas por cuevas y en otras ocasiones de forma difusa. Dada la composición de los materiales y la karstificación que les afecta, existe cierta heterogeneidad en el comportamiento

hidráulico de los materiales de la MASb, con la frecuente presencia de arcillas de descalcificación que rellenan los conductos kársticos y las fisuras.

En este contexto estructural, es frecuente que los ríos pierdan gran parte de su caudal a través de sumideros, integrándose a continuación en complejas redes de circulación, volviendo a aparecer en puntos distantes situados aguas abajo. Este último comportamiento se ha observado sobretodo en la vecina MASb Alisas-Ramales.

1.1.1.3.3. Funcionamiento hidrogeológico

La MASb se alimenta de la infiltración de lluvia caída sobre los afloramientos permeables. Todas las salidas naturales se producen a través de manantiales y descargas difusas que van a parar a los ríos. A continuación, se describirá el funcionamiento de los tres principales sectores acuíferos de la MASb:

El sector acuífero de Sámano drena fundamentalmente mediante pequeños manantiales y también de forma difusa hacia los ríos que lo atraviesan, pero también existen algunas descargas puntuales significativas como son los manantiales La Suma y manantial de la Cueva que drenan hacia el río Sámano. Los cursos de agua que recogen las descargas subterráneas son el Sámano, así como sus afluentes La Suma y Brazomar, con un caudal medio de 400 l/s (12,6 hm³/año), los cuales corresponden en su mayoría a descargas subterráneas. El sector oriental descargaría hacia el río Mioño, que constituye la única masa de agua superficial existente en este sector, el cual presentaría un caudal medio, antes de la toma de abastecimiento a Castro, de unos 253 l/s (8 hm³ /año).

El sector acuífero de Ampuero es drenado por el río Toberas, afluente del río Ruahermosa que es a su vez afluente del río Asón, y que discurre por su límite suroccidental. Su caudal medio es de unos 578 l/s (18 hm³ /año), sin embargo, este valor debe incluir un porcentaje importante de escorrentía superficial ya que las aportaciones subterráneas al río se han estimado en tan solo 8,5 hm³ /año. Los manantiales más importantes son Fuente La Cueva y Fuente de las Toberas.

El sector acuífero de El Juncal descarga casi exclusivamente hacia el río Agüera, ya que éste registra un significativo incremento del caudal a su paso por los

afloramientos permeables. El río gana entre 100 y 503 l/s (11,9 hm³/año), prácticamente la mitad del caudal medio en ese tramo, entre 425 y 801 l/s (19,3 hm³/año). Los manantiales más importantes son Fuente La Mazuela, Fuente Campo Pedreo, Fuente Las Pilas y Fuente Cojorcón.

Otros manantiales importantes de la MASb son Fuente Iseca con 108 l/s y Fuente Oriñon con 48 l/s, ambas drenan las Calizas arrecifales del “Complejo Urgoniano” en el sector de Liendo.

1.1.2. Masas de aguas subterránea del Cantábrico Oriental

La zona objeto de estudio afecta a una de las masas de agua subterráneas (MASb) perteneciente a la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Se trata de la MASb denominada Anticlinorio sur (con código europeo de la masa ES17MSBT017-006).



Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental 2022-2027

Figura 8. Mapa masas de agua subterráneas identificadas en la Cuenca Cantábrica Oriental

1.1.2.1. Masa de agua subterránea Anticlinorio sur

La masa de agua subterránea Anticlinorio Sur está constituida fundamentalmente por una serie de materiales carbonatados y detríticos de edad comprendida entre el Jurásico y el Cretácico inferior.

Al igual que en el resto de MASb descritas, las formaciones de mayor permeabilidad también se corresponden con las calizas masivas urgonianas (Unidad

Litoestratigráfica UL-14b y UL-14c del Estudio), las cuales presentan una permeabilidad por porosidad secundaria, desarrollada por procesos de disolución y erosión que avanzan por vías preferentes, debidas a la fracturación y/u otro tipo de discontinuidad. Son característicos su anisotropía y el desarrollo de grandes formas de absorción y conducción, estructurados según redes bien definidas.

Sin embargo, la importancia de esta masa de agua subterránea es menor que las anteriormente descritas, ya que los afloramientos porosos son más reducidos y compartimentados, dominándose en esta zona los afloramientos de margas y areniscas del Cretácico Inferior.

La distribución del recurso de aguas subterráneas por masa de agua subterránea MASb Anticlinorio sur del Plan Hidrológico más reciente de la DH del Cantábrico Oriental (2022-2027), se resume en la tabla siguiente:

Código MASb	Nombre MASb	Superficie (km²)	Recurso renovable (hm³/año)	Requerimiento medioambiental (hm³/año)	Recurso disponible (hm³/año)	Índice de explotación
17006	Anticlinorio sur	1609	483	64.4	373.6	0.04

1.1.2.2. Masa de agua subterránea Sopuerta

Por otro lado, la Dirección de Aguas del Gobierno Vasco ha realizado otra caracterización de las masas de agua subterránea. En la siguiente imagen se puede observar las masas de agua subterránea en la provincia de Bizkaia, entre las que se encuentra la MASb de Sopuerta (con código europeo de la masa de agua ES111S000023).



Fuente: El Medio Acuático en Bizkaia. Diputación Foral de Bizkaia

Figura 9. Mapa masas de agua subterráneas de Bizkaia

Debido a pequeñas diferencias de metodología entre ambas caracterizaciones, la llevada a cabo por el Gobierno Vasco presenta más detalle en la separación de masas de agua, y es por ello por lo que la MASb Sopuerta se encuentra delimitada dentro del dominio de la MASb Anticlinorio sur caracterizada por la Confederación Hidrográfica.

La MASb de Sopuerta se encuentra en la parte noroeste de Bizkaia. Su poligonal envolvente tiene una superficie total de 259.5 km², el cual corresponde con un sistema kárstico en el sentido estricto junto con un sistema detrítico no consolidado.

Por la MASb discurren varios cursos de agua clasificados como masas de agua superficiales (MAS), entre los que destacan los ríos Barbadun, Tresmoral, Picón y Galdames, que forman el sistema de explotación Barbadun extendiéndose sobre una superficie de 134 km².

✓ Litoestratigrafía y permeabilidad

Se han definido tres formaciones geológicas permeables dentro de la MASb Sopuerta:

- Calizas arrecifales del “Complejo Urgoniano” de “Castro Urdiales”
- Aluviales cuaternarios de “Castro Urdiales”

Las primeras se corresponden con las Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas del Aptiense (que se corresponden con las Unidades Litoestratigráficas UL-14a y UL-14c), de permeabilidad muy alta, y en menor medida con las Margas, calizas, arcillas y dolomías del Aptiense (Unidades Litoestratigráficas UL-11a, UL-11c, UL-11d, UL-23a, UL-23b), de permeabilidad media. Las calizas masivas presentan una permeabilidad por porosidad secundaria, desarrollada por procesos de disolución y erosión que avanzan por vías preferentes, debidas a fracturación y/u otro tipo de discontinuidad (endokarst). Son característicos su anisotropía y el desarrollo de grandes formas de absorción y conducción, estructurados según redes subterráneas bien definidas. El “Complejo Urgoniano” presenta frecuentes cambios de facies, pasando lateralmente de tramos carbonatados hacia formaciones margosas de menor permeabilidad. La potencia en conjunto de estos materiales suele alcanzar los varios centenares de metros.

De los depósitos cuaternarios destacan los materiales aluviales que se circunscriben a los cursos de agua más importantes de la MASb, presentan escasos espesores y suelen tener elevadas permeabilidades. Se corresponden con las gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales, UL-42, UL-44 y UL-49) del Cuaternario. Su interés radica en que pueden estar en conexión hidráulica con los materiales carbonatados kársticos del Cretácico.

1.2. Unidades hidrogeológicas

Como información complementaria y sin perjuicio de lo anterior descrito, a continuación, se indican las unidades hidrogeológicas afectadas por los trazados, siguiendo la antigua clasificación hidrogeológica, y que quedarían englobadas en las masas de agua subterráneas anteriormente descritas. Estas unidades son las siguientes:

- ✓ Unidad Hidrogeológica 01.08. Aitzgorri-Amboto-Ortuella
- ✓ Unidad Hidrogeológica 01.09. Castro-Urdiales - Ajo
- ✓ Unidad Hidrogeológica 01.10. Alisa Ramales
- ✓ Unidad Hidrogeológica 01.11. Santander-Camargo

Las unidades 01.09 y 01.11 pertenecen exclusivamente a Cantabria, la 01.08 a Bizkaia y la 01.10 pertenece a ambas

Debido a que ya se ha descrito las características de las masas de agua subterráneas, se considera que no tiene relevancia caracterizar las unidades hidrogeológicas, ya que se trata de la misma hidrogeología, pero con diferente clasificación.

En la imagen siguiente se presentan la delimitación de dichas unidades, según el mapa hidrogeológico de España 1.000.000 (año 2000).

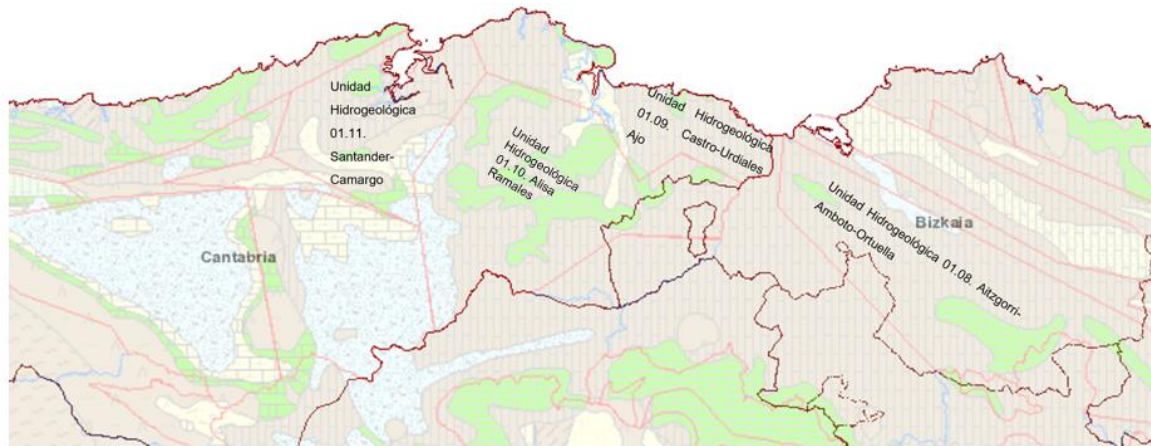


Figura 10. Límites de las unidades hidrogeológicas atravesadas (Fuente: mapa hidrogeológico de España 1.000.000, IGME, año 2000).

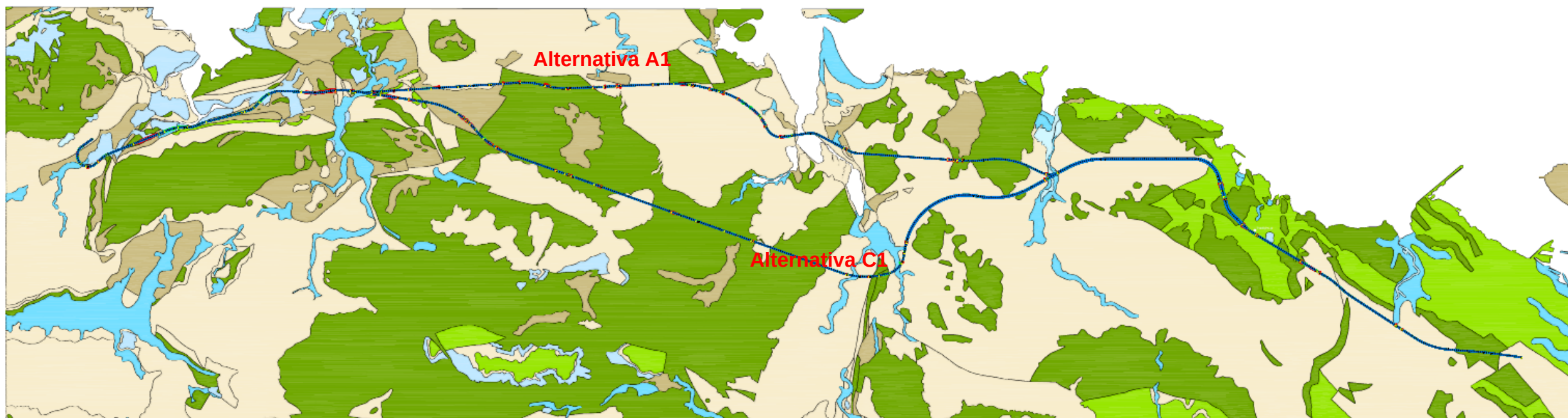
1.3. Mapas hidrogeológicos

Se han elaborado dos mapas de hidrogeología, Planta hidrogeológica y Planta litológica y de permeabilidades, incluidos en los apéndices 4 y 5, respectivamente, para el estudio hidrogeológico detallado de las dos alternativas estudiadas en este documento

Para ello se ha partido de la información expuesta en el capítulo 1.1 y a partir de la información de los mapas IGME:

- ✓ Mapa Hidrogeológico de España clasificado según el tipo de acuífero y la caracterización litogeoquímica. Escala 1:1.000.000 del IGME.
- ✓ Mapa Litoestratigráfico y de Permeabilidades de España. Escala 1:200.000 del IGME.

Mapa Litoestratigráfico y de Permeabilidades:



LEYENDA

- Ia – Formaciones carbonatadas de permeabilidad alta o muy alta
- Ib – Formaciones carbonatadas o volcánicas de permeabilidad media
- IIa – Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad alta o muy alta, así como formaciones volcánicas de permeabilidad muy alta
- IIb – Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad media. Formaciones volcánicas de alta permeabilidad
- IIIa – Formaciones metadetríticas de permeabilidad alta. Formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas o cuaternarias de permeabilidad baja
- IIIb – Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad. Formaciones metadetríticas, ígneas o evaporíticas de permeabilidad baja o media
- Masas de agua

Figura 11. Figura 1. Mapa Litoestratigráfico y de Permeabilidades

Mapa hidrogeológico:

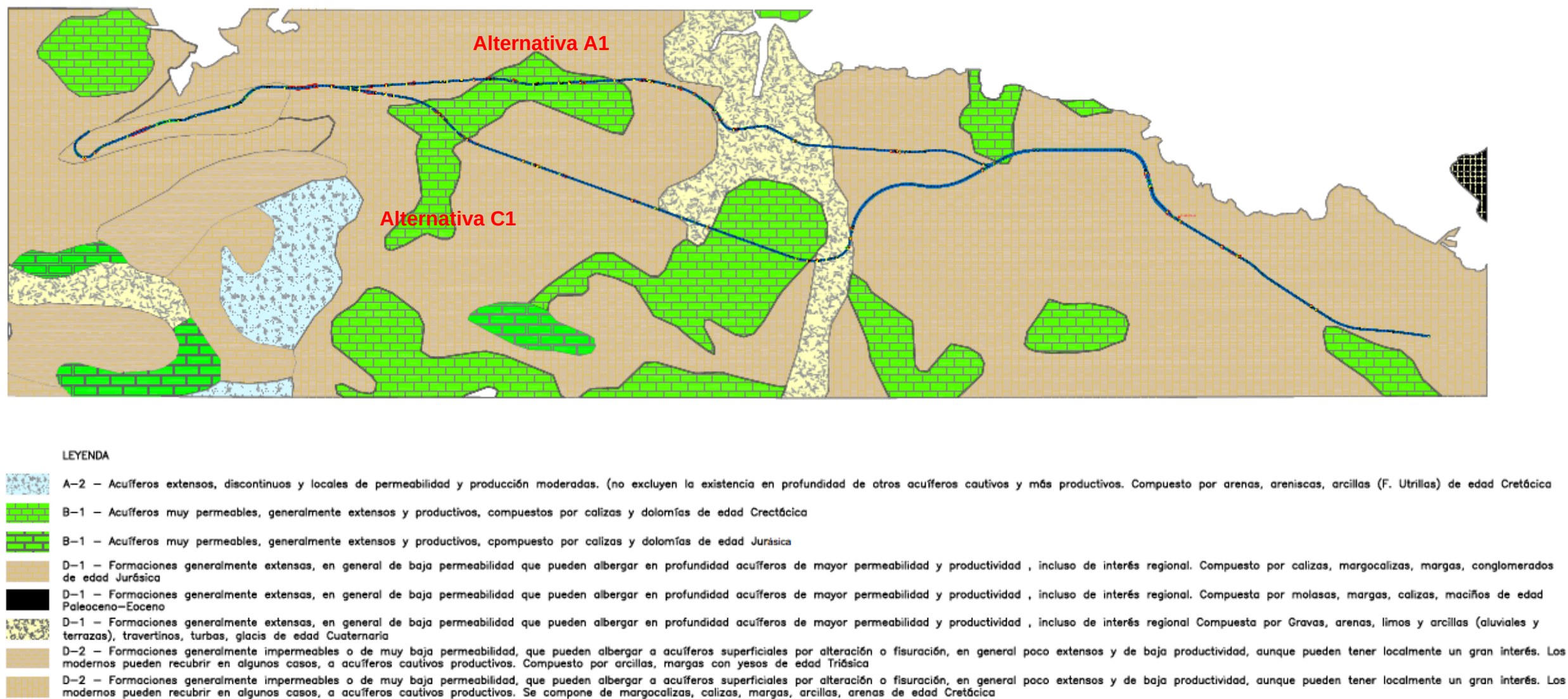


Figura 12. Mapa Hidrogeológico

Estos mapas han permitido establecer el acuífero y la permeabilidad general que presentarán los desmonte y túneles en cada una de las alternativas de trazado, con vistas a hacer una primera evaluación de la afección que estas obras pudieran tener sobre la hidrogeología.

La siguiente tabla muestra el acuífero y permeabilidad general asociada, según los mapas del IGME anteriormente indicados, donde discurrirán los desmontes y los túneles.

Alternativa A1:

Tabla 4. Permeabilidades de las unidades geotécnicas de la alternativa A1

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
00+000	DESMONTE	0.18	45	UG-9	D-2	Muy baja
00+200	DESMONTE	0.4	45	UG-9	D-2	Muy baja
00+400	DESMONTE	2.25	42	UG-9	D-2	Muy baja
00+600	DESMONTE	5.79	42	UG-9	D-2	Muy baja
01+000	DESMONTE	6.45	2	UG-1	D-2	Muy baja
01+800	DESMONTE	3.85	41	UG-9	D-2	Muy baja
01+879	TÚNEL		42	UG-9	D-2	Muy baja
02+216	TÚNEL		7	UG-4	D-2	Muy baja
02+400	DESMONTE	20.43	7	UG-4	D-2	Muy baja
04+400	DESMONTE	4.08	42	UG-9	D-2	Muy baja
04+600	DESMONTE	13.09	42	UG-9	D-2	Muy baja
04+800	DESMONTE	21.6	33	UG-3a	D-2	Muy baja
04+889	TÚNEL		33	UG-3a	D-2	Muy baja
05+203	TÚNEL		32	UG-6	D-2	Muy baja
05+400	DESMONTE	6.9	42	UG-9	D-2	Muy baja
12+800	DESMONTE	9.37	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+000	DESMONTE	25.57	1	UG-2	D-2	Muy baja
13+200	DESMONTE	14.64	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+400	DESMONTE	15.42	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+600	DESMONTE	11.6	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+800	DESMONTE	13.57	2	UG-1	D-2	Muy baja
14+000	DESMONTE	21.78	2	UG-1	D-2	Muy baja
14+200	DESMONTE	25.01	42	UG-9	D-2	Muy baja
14+210	TÚNEL		42	UG-9	D-2	Muy baja
14+566	TÚNEL		42	UG-9	D-2	Muy baja
14+600	DESMONTE	16.95	5	UG-6	D-2	Muy baja
14+753	TÚNEL		7	UG-4	D-2	Muy baja
14+904	TÚNEL		7	UG-4	D-2	Muy baja
15+000	DESMONTE	10.77	32	UG-6	D-2	Muy baja
16+000	DESMONTE	1.76	42	UG-9	D-2	Muy baja
17+000	DESMONTE	17.08	32	UG-6	D-2	Muy baja
17+138	TÚNEL		32	UG-6	D-2	Muy baja
17+305	TÚNEL		32	UG-6	D-2	Muy baja
17+400	DESMONTE	21.39	32	UG-6	D-2	Muy baja
17+600	DESMONTE	12.58	32	UG-6	D-2	Muy baja

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
19+000	DESMONTE	25.18	30	UG-4	D-2	Muy baja
19+008	TÚNEL	55.05	30	UG-4	D-2	Muy baja
22+117	TÚNEL	62.58	42	UG-9	D-2	Muy baja
22+200	DESMONTE	12.68	30	UG-4	D-2	Muy baja
22+400	DESMONTE	4.69	42	UG-9	D-2	Muy baja
22+600	DESMONTE	16.72	42	UG-9	D-2	Muy baja
22+800	DESMONTE	25.45	42	UG-9	D-2	Muy baja
22+807	TÚNEL	66.63	42	UG-9	D-2	Muy baja
24+099	TÚNEL	116.41	20	UG-3a	B-1	Alta
24+200	DESMONTE	9.29	42	UG-9	B-1	Alta
25+400	DESMONTE	5.25	20	UG-3a	B-1	Alta
25+525	TÚNEL	32.93	20	UG-3a	B-1	Alta
25+882	TÚNEL	31.1	42	UG-9	B-1	Alta
26+000	DESMONTE	19.38	42	UG-9	B-1	Alta
26+200	DESMONTE	12.11	20	UG-3a	B-1	Alta
26+800	DESMONTE	7.3	42	UG-9	B-1	Alta
26+842	TÚNEL		42	UG-9	B-1	Alta
27+296	TÚNEL		42	UG-9	B-1	Alta
27+600	DESMONTE	10.26	42	UG-9	B-1	Alta
27+800	DESMONTE	12.95	32	UG-6	B-1	Alta
28+000	DESMONTE	15.78	42	UG-9	B-1	Alta
28+200	DESMONTE	19.91	42	UG-9	B-1	Alta
28+212	TÚNEL		42	UG-9	B-1	Alta
28+959	TÚNEL		20	UG-3a	B-1	Alta
29+000	DESMONTE	15.12	20	UG-3a	D-2	Muy baja
30+400	DESMONTE	5.97	20	UG-3a	D-2	Muy baja
30+600	DESMONTE	0.38	20	UG-3a	D-2	Muy baja
31+000	DESMONTE	26.1	42	UG-9	D-2	Muy baja
31+013	TÚNEL		42	UG-9	D-2	Muy baja
31+651	TÚNEL		30	UG-4	D-2	Muy baja
32+393	TÚNEL		45	UG-9	D-2	Muy baja
33+061	TÚNEL		30	UG-4	D-2	Muy baja
33+200	DESMONTE	9.15	30	UG-4	D-2	Muy baja
34+000	DESMONTE	6.88	30	UG-4	D-2	Muy baja
34+200	DESMONTE	8.67	30	UG-4	D-2	Muy baja
34+600	DESMONTE	21.57	30	UG-4	D-1	Baja
34+951	TÚNEL	33.66	45	UG-9	D-1	Baja
35+743	TÚNEL	53.91	32	UG-6	D-1	Baja
39+000	DESMONTE	15.22	03b	UG-3b	D-1	Baja
39+064	TÚNEL	67.17	06a	UG-4	D-1	Baja
43+781	TÚNEL	67.75	7	UG-4	D-2	Muy baja
43+800	DESMONTE	26.8	7	UG-4	D-2	Muy baja
44+057	TÚNEL		9	UG-5	D-2	Muy baja

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
44+230	TÚNEL		9	UG-5	D-2	Muy baja
44+462	TÚNEL		9	UG-5	D-2	Muy baja
48+486	TÚNEL		7	UG-4	D-2	Muy baja
48+600	DESMONTE	0.8	7	UG-4	D-2	Muy baja
49+066	TÚNEL	54.96	7	UG-4	D-2	Muy baja
57+314	TÚNEL	103.73	7	UG-4	D-2	Muy baja
57+400	DESMONTE	7.95	7	UG-4	D-2	Muy baja
57+600	DESMONTE	10.15	7	UG-4	D-2	Muy baja
58+089	TÚNEL		28	UG-3a	D-2	Muy baja
59+536	TÚNEL		28	UG-3a	D-2	Muy baja
58+600	DESMONTE	25.67	28	UG-3a	D-2	Muy baja
58+800	DESMONTE	52.41	28	UG-3a	D-2	Muy baja
59+000	DESMONTE	53.33	28	UG-3a	D-2	Muy baja
59+200	DESMONTE	51.69	28	UG-3a	D-2	Muy baja
59+400	DESMONTE	32.68	28	UG-3a	D-2	Muy baja
59+600	DESMONTE	13.21	45	UG-9	D-2	Muy baja
60+398	TÚNEL		28	UG-3a	D-2	Muy baja
62+746	TÚNEL		9	UG-5	D-2	Muy baja
62+800	DESMONTE	25.96	9	UG-5	D-2	Muy baja
63+400	DESMONTE	10.05	9	UG-5	D-2	Muy baja
63+792	TÚNEL		9	UG-5	D-2	Muy baja
68+073	TÚNEL		11d	UG-4	D-2	Muy baja
68+400	DESMONTE	2.31	11d	UG-4	D-2	Muy baja
68+454	TÚNEL		11d	UG-4	D-2	Muy baja
73+054	TÚNEL		14c	UG-5	D-2	Muy baja

Alternativa C1

Tabla 5. Permeabilidades de las unidades geotécnicas de la alternativa C1

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
00+000	DESMONTE	0.18	45	UG-9	D-2	Muy baja
00+200	DESMONTE	0.4	45	UG-9	D-2	Muy baja
00+400	DESMONTE	2.25	42	UG-9	D-2	Muy baja
00+600	DESMONTE	5.79	42	UG-9	D-2	Muy baja
01+000	DESMONTE	6.45	2	UG-1	D-2	Muy baja
01+879	TÚNEL	50.68	42	UG-9	D-2	Muy baja
02+216	TÚNEL	33.88	7	UG-4	D-2	Muy baja
02+400	DESMONTE	20.43	7	UG-4	D-2	Muy baja
04+400	DESMONTE	4.08	42	UG-9	D-2	Muy baja
04+600	DESMONTE	13.09	42	UG-9	D-2	Muy baja
04+800	DESMONTE	21.6	33	UG-3a	D-2	Muy baja

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
04+889	TÚNEL	36.68	33	UG-3a	D-2	Muy baja
05+203	TÚNEL	27.82	32	UG-6	D-2	Muy baja
05+400	DESMONTE	6.9	42	UG-9	D-2	Muy baja
12+800	DESMONTE	9.36	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+000	DESMONTE	25.75	1	UG-2	D-2	Muy baja
13+200	DESMONTE	15.02	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+400	DESMONTE	16	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+600	DESMONTE	12.38	2	UG-1	D-2	Muy baja
13+800	DESMONTE	14.7	2	UG-1	D-2	Muy baja
14+000	DESMONTE	22.96	2	UG-1	D-2	Muy baja
14+200	DESMONTE	26.39	42	UG-9	D-2	Muy baja
14+205	TÚNEL	62.83	42	UG-9	D-2	Muy baja
14+909	TÚNEL	18.73	7	UG-4	D-2	Muy baja
15+000	DESMONTE	10.75	32	UG-6	D-2	Muy baja
16+000	DESMONTE	13.31	42	UG-9	D-2	Muy baja
16+400	DESMONTE	8.45	31	UG-3a	D-2	Muy baja
16+600	DESMONTE	21.78	31	UG-3a	D-2	Muy baja
16+800	DESMONTE	24.67	42	UG-9	D-2	Muy baja
17+000	DESMONTE	13.89	30	UG-4	D-2	Muy baja
17+114	TÚNEL	34.41	30	UG-4	D-2	Muy baja
17+660	TÚNEL	33.63	30	UG-4	D-2	Muy baja
17+800	DESMONTE	17.7	30	UG-4	D-2	Muy baja
20+000	DESMONTE	17.24	42	UG-9	D-2	Muy baja
20+200	DESMONTE	23.96	32	UG-6	D-2	Muy baja
20+241	TÚNEL	34.11	32	UG-6	D-2	Muy baja
20+485	TÚNEL		32	UG-6	D-2	Muy baja
20+600	DESMONTE	22.16	32	UG-6	D-2	Muy baja
20+800	DESMONTE	9.41	32	UG-6	D-2	Muy baja
21+000	DESMONTE	6.7	32	UG-6	D-2	Muy baja
21+800	DESMONTE	4.39	20	UG-3a	D-2	Muy baja
22+000	DESMONTE	27.85	20	UG-3a	D-2	Muy baja
22+171	TÚNEL	29.09	20	UG-3a	D-2	Muy baja
22+346	TÚNEL		20	UG-3a	D-2	Muy baja
22+400	DESMONTE	22.37	20	UG-3a	D-2	Muy baja
22+600	DESMONTE	8.73	20	UG-3a	D-2	Muy baja
22+800	DESMONTE	6.47	21	UG-5	D-2	Muy baja
22+917	TÚNEL	38.45	21	UG-5	B-1	Alta
25+390	TÚNEL	72.74	21	UG-5	B-1	Alta
25+400	DESMONTE	25	21	UG-5	B-1	Alta
26+000	DESMONTE	8.58	20	UG-3a	B-1	Alta
26+200	DESMONTE	0.42	20	UG-3a	B-1	Alta
26+400	DESMONTE	4.25	20	UG-3a	B-1	Alta
27+000	DESMONTE	6.01	20	UG-3a	B-1	Alta

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
27+200	DESMONTE	11.61	20	UG-3a	B-1	Alta
27+400	DESMONTE	7.96	20	UG-3a	B-1	Alta
27+600	DESMONTE	19.13	26	UG-3a	B-1	Alta
27+688	TÚNEL	33.18	26	UG-3a	B-1	Alta
31+095	TÚNEL	25.26	26	UG-3a	D-2	Muy baja
31+200	DESMONTE	19.43	26	UG-3a	D-2	Muy baja
31+400	DESMONTE	13.64	44	UG-9	D-2	Muy baja
31+600	DESMONTE	5.82	44	UG-9	D-2	Muy baja
31+800	DESMONTE	1.35	26	UG-3a	D-2	Muy baja
32+600	DESMONTE	18.32	26	UG-3a	D-2	Muy baja
33+800	DESMONTE	10.51	18	UG-5	D-2	Muy baja
34+000	DESMONTE	15	18	UG-5	D-2	Muy baja
34+200	DESMONTE	13.38	18	UG-5	D-2	Muy baja
35+000	DESMONTE	2.65	18	UG-5	D-1	Baja
35+153	TÚNEL	36.01	18	UG-5	D-1	Baja
39+787	TÚNEL	60.63	7	UG-4	D-1	Baja
39+800	DESMONTE	21.36	7	UG-4	D-1	Baja
40+445	TÚNEL	75.87	06a	UG-4	D-1	Baja
40+819	TÚNEL	34.18	06a	UG-4	D-1	Baja
41+400	DESMONTE	9.56	20	UG-3a	D-2	Muy baja
41+800	DESMONTE	1.5	30	UG-4	D-2	Muy baja
42+600	DESMONTE	0.28	7	UG-4	D-2	Muy baja
42+685	TÚNEL	61.04	7	UG-4	D-2	Muy baja
43+134	TÚNEL	49.13	7	UG-4	D-2	Muy baja
43+200	DESMONTE	7.43	7	UG-4	D-2	Muy baja
43+711	TÚNEL	46.15	11	UG-4	D-2	Muy baja
51+319	TÚNEL	73.03	7	UG-4	D-2	Muy baja
51+400	DESMONTE	6.24	7	UG-4	D-2	Muy baja
52+000	DESMONTE	0.65	7	UG-4	D-2	Muy baja
52+029	TÚNEL	64.15	7	UG-4	D-2	Muy baja
60+277	TÚNEL	111.42	7	UG-4	D-2	Muy baja
60+400	DESMONTE	14.09	7	UG-4	D-2	Muy baja
60+600	DESMONTE	3.85	7	UG-4	D-2	Muy baja
61+000	DESMONTE	9.43	28	UG-3a	D-2	Muy baja
61+052	TÚNEL	52.18	28	UG-3a	D-2	Muy baja
62+499	TÚNEL	58.33	28	UG-3a	D-2	Muy baja
62+600	DESMONTE	9.18	45	UG-9	D-2	Muy baja
63+361	TÚNEL	48.25	28	UG-3a	D-2	Muy baja
65+709	TÚNEL	132.98	9	UG-5	D-2	Muy baja
65+800	DESMONTE	22.4	9	UG-5	D-2	Muy baja
66+200	DESMONTE	2.32	7	UG-4	D-2	Muy baja
66+400	DESMONTE	6.65	7	UG-4	D-2	Muy baja
66+756	TÚNEL	46.55	7	UG-4	D-2	Muy baja

PK	Tipo	H_des (m)	UL	UG	Acuífero	Permeabilidad
71+036	TÚNEL	107.1	11d	UG-4	D-2	Muy baja
71+400	DESMONTE	18.84	11d	UG-4	D-2	Muy baja
71+418	TÚNEL	107.03	11d	UG-4	D-2	Muy baja
76+018	TÚNEL	133.38	14c	UG-5	D-2	Muy baja

1.4. Seguimiento hidrogeológico

A partir de los resultados de la campaña geotécnica y de las visitas de campo realizadas se han definido unos puntos de control hidrogeológicos. Estos puntos se han controlado durante un año natural, con toma de datos mensuales. La primera visita se realiza en julio de 2023 siendo por lo tanto la última lectura la correspondiente a junio de 2024.

1.4.1. Puntos de observación

Los puntos de control son coincidentes con los sondeos realizados. Adicionalmente se complementa los puntos de observación hidrogeológico previstos con los diferentes puntos de agua inventariados por el IGME en el ámbito de estudio.

La siguiente tabla detalla los sondeos realizados y sus observaciones a final de campaña.

Tabla 6. Sondeos realizados durante la campaña

Sondeo	X_UTM	Y_UTM	Z_UTM	Prof. (m)	Observaciones
DE10S01	482333	4800637	85	25.2	No se detecta agua en el momento de su ejecución
DE12S01	443917	4805983	75	24.0	Sondeo presenta derrumbe posterior a su ejecución
DE13S01	448371	4803601	121	25.4	Lectura de nivel freático a fecha de ejecución. Sin permisos para instalación de tubería PVC
TE09S01	460797	4804773	45	25.3	Lectura de agua debido a escorrentía superficial, no freática. Sin tubería PVC
TU13S02	482104	4802215	103	25.8	Lectura de agua debido a escorrentía superficial, no freática. Sin tubería PVC
TU18S02	447208	4804679	93	25.0	No se detecta agua en el momento de su ejecución
V01S01	433834	4804560	8	25.0	Lectura de nivel freático a fecha de ejecución. Instalación de tubería PVC
V02S01	445980	4806326	67	25.0	Lectura de nivel freático a fecha de ejecución. Sondeo presenta derrumbe posterior a su ejecución. Sin permiso de instalación tubería PVC
V04S01	453174	4806458	56	25.5	Nivel freático vinculado directamente al Río Beranga, se instala tubería PVC

Sondeo	X_UTM	Y_UTM	Z_UTM	Prof. (m)	Observaciones
V05S01	456356	4806600	29	25.0	Nivel freático vinculado directamente al arroyo adyacente, se instala tubería PVC
V07S01	458481	4806253	26	25.0	Nivel freático vinculado a un arroyo que discurre adyacente. No se instala PVC
VI10S00	462191	4804293	7	25.0	No se detecta agua en el momento de su ejecución
V10S01	464022	4803809	2	26.0	Nivel freático vinculado directamente al Ría de Treto, se instala tubería PVC
VI12S01	482044	4801532	13	25.3	Nivel freático vinculado directamente al Río Támames, se instala tubería PVC
VI20S01	458588	4800045	29	25.7	Lectura de agua debido a escorrentía superficial, no freática. Sin tubería PVC
V26S01	474076	4802236	2	24.0	Nivel Freático vinculado a la Ría de Oriñón, sondeo eliminado, a petición del propietario, posteriormente a su ejecución.

Durante las visitas de campo realizadas en el transcurso de la campaña geotécnica se observaron diferentes puntos de agua tipo manantiales, fuentes, etc.

A continuación, se detallan estos puntos de agua observados.

Adicionalmente se complementa los puntos de observación hidrogeológico previstos con los diferentes puntos de agua inventariados por el IGME en el ámbito de estudio.

Tabla 7. Puntos de agua IGME

ID	ID_IGME	X_UTM	Y_UTM	Z_UTM	Tipología
PA001	1804-8-0001	430235.6	4802658.1	60.0	Manantial
PA002	1904-2-0003	441267.9	4807270.0	45.0	Manantial
PA003	1904-4-0003	456129.1	4807340.2	40.0	Manantial
PA004	1904-4-0CJA	453481.0	4807253.4	40.0	Cauce superficial
PA005	1904-5-0003	431816.7	4803077.1	90.0	Manantial
PA006	1904-5-0014	432947.7	4803980.1	40.0	Manantial
PA007	1904-5-0015	434119.7	4803697.1	80.0	Manantial
PA008	1904-5-0016	434074.7	4804297.1	20.0	Manantial
PA009	1904-5-0017	434075.7	4804497.1	37.0	Sondeo
PA010	1904-5-0021	431265.7	4802918.1	27.0	Sondeo
PA011	1904-5-0023	436196.8	4804196.1	120.0	Sondeo
PA012	1904-5-0025	430811.6	4802471.1	30.0	Sondeo
PA013	1904-5-0027	431841.7	4803114.1	38.0	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro
PA014	1904-6-0012	443909.9	4806657.8	20.0	Manantial
PA015	1904-6-0015	443152.6	4804952.9	37.0	Manantial
PA016	1904-6-0MAA	443235.9	4806660.9	10.0	Cauce superficial
PA017	1904-7-0004	449544.0	4802295.4	200.0	Manantial
PA018	1904-7-0006	447390.9	4804734.6	80.0	Manantial

ID	ID_IGME	X_UTM	Y_UTM	Z_UTM	Tipología
PA019	1904-7-0007	447814.0	4804506.6	80.0	Manantial
PA020	1904-7-0008	447685.9	4804132.6	80.0	Manantial
PA021	1904-7-0011	447758.9	4803957.6	100.0	Manantial
PA022	1904-7-0012	447596.0	4805357.6	200.0	Manantial
PA023	1904-7-0013	448778.0	4806397.6	60.0	Manantial
PA024	1904-7-0015	449934.0	4807163.6	198.0	Manantial
PA025	1904-7-0016	449023.0	4805771.6	100.0	Manantial
PA026	1904-8-0004	452238.0	4801764.3	130.0	Manantial
PA027	1904-8-0005	452515.0	4802112.3	110.0	Manantial
PA028	1904-8-0006	453510.0	4801658.2	120.0	Manantial
PA029	1904-8-0012	455466.1	4805620.2	200.0	Manantial
PA030	1904-8-0013	456269.1	4806090.2	180.0	Manantial
PA031	1904-8-0015	451353.0	4806639.5	82.0	Manantial
PA032	1904-8-0016	454739.0	4802226.2	244.0	Sondeo
PA033	2004-5-0001	460803.1	4798473.9	180.0	Manantial
PA034	2004-5-0002	460111.1	4799376.9	40.0	Manantial
PA035	2004-5-0003	458568.1	4800084.0	20.0	Manantial
PA036	2004-5-0004	458916.1	4799882.0	40.0	Manantial
PA037	2004-5-0011	458907.1	4798832.9	60.0	Manantial
PA038	2004-5-0012	461781.1	4798918.8	162.0	Sondeo
PA039	2004-5-0CJA	460715.1	4800093.9	20.0	Cauce superficial
PA040	2004-5-0CCA	458193.1	4799917.0	30.0	Cauce superficial
PA041	2004-6-0005	468247.2	4798613.6	140.0	Manantial
PA042	2004-6-0006	467999.2	4798714.6	100.0	Manantial
PA043	2004-6-0007	468155.5	4798773.1	62.0	Manantial
PA044	2004-6-0008	467388.2	4803552.6	220.0	Manantial
PA045	2004-7-0005	472119.2	4800392.5	85.0	Manantial
PA046	2004-8-0006	483798.3	4800489.3	20.0	Manantial
PA047	2004-8-0007	483675.3	4800803.3	6.0	Manantial
PA048	2004-8-0009	481610.3	4801558.3	20.0	Sondeo
PA049	2004-8-0010	482038.3	4801434.3	10.0	Sondeo
PA050	2004-8-0011	481655.3	4801496.3	32.0	Sondeo
PA051	2004-8-0012	481456.3	4801265.3	22.0	Pozo
PA052	2004-8-0013	482358.3	4801659.3	5.0	Pozo
PA053	2004-8-0015	482510.3	4801858.3	5.0	Sondeo
PA054	2004-8-0016	482510.3	4801858.3	5.0	Sondeo
PA055	2004-8-0017	482760.3	4801857.3	5.0	Sondeo
PA056	2004-8-0018	482760.3	4801857.3	5.0	Sondeo
PA057	2004-8-0019	482760.3	4801857.3	5.0	Sondeo
PA058	2004-8-0020	482759.3	4801757.3	5.0	Sondeo
PA059	2004-8-0023	480668.3	4802718.3	250.0	Manantial
PA060	2004-8-0026	481207.3	4801316.3	30.0	Manantial
PA061	2004-8-0027	482076.3	4801371.3	10.0	Manantial

ID	ID_IGME	X_UTM	Y_UTM	Z_UTM	Tipología
PA062	2004-8-0037	481553.3	4800864.3	20.0	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro

1.4.2. Control seguimiento hidrogeológico

En este apartado se detalla el seguimiento mensual realizado.

1.4.2.1. Visita inicial Julio 2023

La primera vista tiene el objetivo de determinar el estado de cada uno de los puntos de observación hidrogeológica detallados en los apartados anteriores y realizar una primera lectura de los puntos existentes.

Sondeos:

Tabla 8. Estado sondeos Julio 2023

Sondeo	Observaciones
DE10S01	Sondeo obturado a 6.51m, sin presencia de agua
DE12S01	Sondeo perdido
DE13S01	Obstruido a 7.96m de profundidad, sin agua
TE09S01	Sondeo perdido, se controla fuente próxima
TU13S02	Operativo, se toma lectura
TU18S02	Sondeo perdido
V01S01	Sondeo perdido
V02S01	Sondeo perdido
V04S01	Sondeo perdido, se crea punto de agua con lectura de cauce del río
V05S01	Operativo, se toma lectura
V07S01	Sondeo perdido
VI10S00	Sondeo perdido por trabajos maquinaria agricola
V10S01	Operativo, se toma lectura
VI12S01	Sondeo perdido por trabajos maquinaria forestal
VI20S01	Sondeo perdido
V26S01	Sin permiso acceso por parte de la propiedad

Los sondeos V04S01, TE09S01, V07S01 y V02S01 se han substituido por puntos de agua próximos no previstos inicialmente.

Tabla 9. Sondeos sustituidos por Puntos de Agua

Sondeo	Nuevo Punto de Agua	Observaciones
V04S01	NPA003	Lectura de cauce desde referencia. Se mide la profundidad del cauce en metros
TE09S01	NPA004	Control fuente (se mide el caudal en litros por segundos)
V07S01	NPA005	Control caudal fuente (se mide el caudal en litros por segundos)
V02S01	NPA006	Control caudal manantial (se mide el caudal en litros por segundos)

En la siguiente tabla se detalla el resumen de lecturas realizadas en los sondeos.

Tabla 10. Lecturas sondeos Julio 2023

Sondeo	Campaña Geológica		Seguimiento hidrogeológico
	Lectura 0	Lectura 0b	Lectura 1
	mar-23	mar-23	jul-23
DE10S01	-	-	Obturado
DE12S01	-	-	Perdido
DE13S01	-	7.40	Obturado
TE09S01	-	0.40	Fuente
TU13S02	-	8.40	20.48
TU18S02	-	-	Perdido
V01S01	-	4.85	Perdido
V02S01	5.40	Colmatado	Caudal
V04S01	2.00	1.80	Cauce de rio
V05S01	2.80	1.60	2.29
V07S01	-	1.80	Caudal
VI10S00	-	-	Perdido
V10S01	1.80	1.20	1.26
VI12S01	2.00	4.35	Perdido
VI20S01	-	6.40	Perdido
V26S01	1.90	2.50	Sin permiso

Tabla 11. Nuevos puntos de agua Julio 2023

Sondeo	Nuevo Punto de Agua	Lectura 1
		jul-23
V04S01	NPA003 (m)	3.04
TE09S01	NPA004 (l/s)	0.0620
V07S01	NPA005 (l/s)	0.2142
V02S01	NPA006 (l/s)	0.0306

Puntos de agua:

Tabla 12. Estado puntos de agua

ID	ID_IGME	Tipología	Observación
PA001	1804-8-0001	Manantial	Sin información
PA002	1904-2-0003	Manantial	Sin información
PA003	1904-4-0003	Manantial	Sin información
PA004	1904-4-0C A	Fuente/manantial	Fuente con agua, se toma lectura de caudal
PA005	1904-5-0003	Manantial	Inexistente
PA006	1904-5-0014	Manantial	Se toma lectura de caudal
PA007	1904-5-0015	Manantial	Inexistente actualmente, según vecinos existió antiguamente
PA008	1904-5-0016	Sondeo	No se encuentra ningún sondeo en la zona
PA009	1904-5-0017	Sondeo	Se toma lectura de caudal
PA010	1904-5-0021	Sondeo	Sin información
PA011	1904-5-0023	Sondeo	Sin información
PA012	1904-5-0025	Sondeo	Sin información
PA013	1904-5-0027	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro	Sin información
PA014	1904-6-0012	Manantial	Sin información
PA015	1904-6-0015	Manantial	Sin información
PA016	1904-6-0MAA	Cauce superficial	Se toma medida del cauce desde referencia
PA017	1904-7-0004	Manantial	Se toma medida de referencia del río junto al manantial (seco)
PA018	1904-7-0006	Manantial	Inexistente
PA019	1904-7-0007	Manantial	Manantial seco
PA020	1904-7-0008	Manantial	Fuente, se toma lectura de caudal
PA021	1904-7-0011	Manantial	Valle seco sin marcas de circulación de agua
PA022	1904-7-0012	Manantial	Manantial, se toma lectura de caudal
PA023	1904-7-0013	Manantial	Manantial abandonado sin agua
PA024	1904-7-0015	Manantial	No se encuentra-No existe-No accesible
PA025	1904-7-0016	Manantial	Actualmente fuente con grifo área de servicio
PA026	1904-8-0004	Manantial	Finca privada, no se observa manantial
PA027	1904-8-0005	Manantial	No se observa manantial, solo agua de escorrentía en el margen de la carretera
PA028	1904-8-0006	Manantial	Manantial con agua, se toma fotografía de seguimiento
PA029	1904-8-0012	Manantial	Fuente con agua, no se toma lectura de caudal por estar regulada por grifo. Se toma lectura de caudal del caño del lavadero próximo
PA030	1904-8-0013	Manantial	Sin información
PA031	1904-8-0015	Manantial	Se toma lectura de caudal del caño
PA032	1904-8-0016	Sondeo	Sin información

ID	ID_IGME	Tipología	Observación
PA033	2004-5-0001	Manantial	Depósito agua cerrado
PA034	2004-5-0002	Manantial	Lavadero junto río, se toma lectura de referencia del río
PA035	2004-5-0003	Manantial	Cauce de río seco
PA036	2004-5-0004	Manantial	Nos e aprecia ningún manantial actualmente
PA037	2004-5-0011	Manantial	Lavadero con agua, se toma foro de seguimiento del caño de agua
PA038	2004-5-0012	Sondeo	No hay ningún sondeo, se observa manantial seco
PA039	2004-5-0C A	Cauce superficial	Sin información
PA040	2004-5-0CCA	Cauce superficial	No se aprecia cauce superficial actualmente
PA041	2004-6-0005	Manantial	Sin información
PA042	2004-6-0006	Manantial	Sin información
PA043	2004-6-0007	Manantial	Sin información
PA044	2004-6-0008	Manantial	Finca privada, no se observa ningún manantial
PA045	2004-7-0005	Manantial	Sin información
PA046	2004-8-0006	Manantial	Caseta antigua de servicio de agua en desuso actualmente
PA047	2004-8-0007	Manantial	Fuente agua de tres caños sin agua a fecha de visita (Julio 2023)
PA048	2004-8-0009	Sondeo	Finca particular, sin acceso
PA049	2004-8-0010	Sondeo	Sin información
PA050	2004-8-0011	Sondeo	Finca particular, propietario desconoce la existencia del sondeo
PA051	2004-8-0012	Pozo	Finca particular, sin acceso
PA052	2004-8-0013	Pozo	Sin información
PA053	2004-8-0015	Sondeo	Sin información
PA054	2004-8-0016	Sondeo	Pozo fábrica Lolin, se toma lectura de nivel freático
PA055	2004-8-0017	Sondeo	Sin información
PA056	2004-8-0018	Sondeo	Sin información
PA057	2004-8-0019	Sondeo	Interior fábrica abandonada, sin acceso
PA058	2004-8-0020	Sondeo	Inexistente, actualmente estación de servicio
PA059	2004-8-0023	Manantial	Manantial inexistente en la actualidad
PA060	2004-8-0026	Manantial	Sin información
PA061	2004-8-0027	Manantial	Parque de bomberos, aliviaderos de agua secos
PA062	2004-8-0037	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro	Finca particular, sin acceso

Además, durante la visita se han observado dos puntos de agua nuevos no inventariados por el IGME.

Tabla 13. Nuevos puntos de agua

ID	ID_IGME	Tipología	Observación
NPA001	-	Fuente	Se toma lectura de caudal
NPA002	-	Fuente y lavadero	Fuente regulada con grifo, se toma lectura de caudal caño lavadero

En la siguiente tabla se resume los datos recogidos en los diferentes puntos de agua observados.

Tabla 14. Lecturas puntos de agua Julio 2023

Punto de agua	Tipo medición	Lectura 1
		Jul-23
PA004	Caudal (l/s)	0.0392
PA006	Caudal (l/s)	0.2142
PA009	Caudal (l/s)	0.0517
PA016	Altura cauce río (m)	3.68
PA017	Altura cauce río (m)	3.58
PA019	Caudal (l/s)	Seco
PA020	Caudal (l/s)	0.2534
PA022	Caudal (l/s)	0.0517
PA025	-	Fuente con grifo
PA028	-	Control fotográfico
PA029	Caudal (l/s)	0.0714
PA031	Caudal (l/s)	0.32
PA034	Altura cauce río (m)	1.82
PA035	Caudal (l/s)	Seco
PA037	-	Control fotográfico
PA038	Altura cauce río (m)	Seco
PA046	Altura cauce río (m)	-
PA047	Caudal (l/s)	Seco
PA054	Nivel freático	2.27
PA057	Altura cauce río (m)	-
PA061	Altura cauce río (m)	-

Tabla 15. Lecturas nuevos puntos de agua Julio 2023

Punto de agua	Tipo medición	Lectura 1
		Jul-23
NPA001	Caudal (l/s)	0.0283
NPA002	Caudal (l/s)	0.0112

1.4.2.2. Visitas posteriores Julio 2023

Seguimiento de lecturas sondeos:

Tabla 16. Seguimiento hidrogeológico. Seguimiento lecturas sondeos

Sondeo	Campaña Geológica		Seguimiento hidrogeológico					
	Lectura 0	Lectura 0b	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6
	mar-23	mar-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
DE10S01	-	-	Obturado	14.44	10.76	12.76	9.35	7.44
DE12S01	-	-	Perdido	-	-	-	-	-
DE13S01	-	7.40	Obturado	-	-	-	-	-
TE09S01	-	0.40	Fuente	-	-	-	-	-
TU13S02	-	8.40	20.48	20.53	20.40	N/A	11.49	20.37
TU18S02	-	-	Perdido	-	-			
V01S01	-	4.85	Perdido	-	-			
V02S01	5.40	Colmatado		-	-			
V04S01	2.00	1.80	Cauce de río	-	-			
V05S01	2.80	1.60	2.29	1.94	1.80	1.85	1.69	1.47
V07S01	-	1.80	Perdido	-	-			
VI10S00	-	-	Perdido	-	-			
V10S01	1.80	1.20	1.26	1.27	1.19	1.12	1.09	0.75
VI12S01	2.00	4.35	Perdido	-	-			
VI20S01	-	6.40	Perdido	-	-			
V26S01	1.90	2.50	Sin permiso	-	-			

Sondeo	Campaña Geológica		Seguimiento hidrogeológico					
	Lectura 0	Lectura 0b	Lectura 7	Lectura 8	Lectura 9	Lectura 10	Lectura 11	Lectura 12
	mar-23	mar-23	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
DE10S01	-	-	7.08	9.56	10.10	11.15	7.39	12.02
DE12S01	-	-	Perdido	-	-	-	-	-
DE13S01	-	7.40	Obturado	-	-	-	-	-
TE09S01	-	0.40	Fuente	-	-	-	-	-
TU13S02	-	8.40	20.14	19.22	20.38	21.02	19.76	20.36
TU18S02	-	-	Perdido	-	-	-	-	-
V01S01	-	4.85	Perdido	-	-	-	-	-
V02S01	5.40	Colmatado	-	-	-	-	-	-
V04S01	2.00	1.80	Cauce de río	-	-	-	-	-
V05S01	2.80	1.60	1.52	1.58	1.72	1.78	1.71	1.84
V07S01	-	1.80	Perdido	-	-	-	-	-
VI10S00	-	-	Perdido	-	-	-	-	-

	Campaña Geológica		Seguimiento hidrogeológico					
Sondeo	Lectura 0	Lectura 0b	Lectura 7	Lectura 8	Lectura 9	Lectura 10	Lectura 11	Lectura 12
	mar-23	mar-23	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
V10S01	1.80	1.20	0.56	0.84	0.72	0.90	0.91	1.02
VI12S01	2.00	4.35	Perdido	-	-	-	-	-
VI20S01	-	6.40	Perdido	-	-	-	-	-
V26S01	1.90	2.50	Sin permiso	-	-	-	-	-

Seguimiento lecturas puntos de agua:

Tabla 17. Seguimiento lecturas puntos de agua.

Punto de agua	Tipo medición	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6
		jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	Dic-23
PA004	Caudal (l/s)	0.0392	0.0263	0.0304	0.0297	0.0443	0.2803
PA006	Caudal (l/s)	0.2142	0.2142	0.2000	0.2407	0.2676	0.2228
PA009	Caudal (l/s)	0.0517	0.0461	0.0464	0.0494	0.0639	0.0866
PA016	Altura cauce río (m)	3.68	3.74	3.6800	3.69	3.48	3.29
PA017	Altura cauce río (m)	3.58	3.57	3.5100	3.49	3.41	3.34
PA019	Caudal (l/s)	Seco	Seco	Seco	Seco	Agua	Agua
PA020	Caudal (l/s)	0.2534	0.2669	0.2673	0.3289	0.3542	0.4283
PA022	Caudal (l/s)	0.0517	0.0502	0.0558	0.056	0.0602	0.0710
PA025	-	Fuente con grifo					
PA028	-	Control fotográfico					
PA029	Caudal (l/s)	0.0714	0.0635	0.0765	0.0606	0.0701	0.1611
PA031	Caudal (l/s)	0.32	0.3416	0.3464	0.3787	0.4325	0.4927
PA034	Altura cauce río (m)	1.82	1.84	1.82	1.84	1.79	1.69
PA035	Caudal (l/s)	Seco	Seco	Seco	SECO	2.19	2.08
PA037	-	Control fotográfico					
PA038	Altura cauce río (m)	Seco	Seco	Seco	SECO	SECO	SECO
PA046	Altura cauce río (m)	-	3.99	3.96	4.05	3.91	3.68
PA047	Caudal (l/s)	Seco	Seco	Seco	SECO	AGUA	AGUA
PA051	Altura cauce río (m)	-	3.72	3.62	3.66	3.5	3.27
PA054	Nivel freático	2.27	2.26	2.21	2.1	2.08	2.05
PA057	Altura cauce río (m)	-	3.61	4.06	4.1	3.99	3.79

Punto de agua	Tipo medición	Lectura 7	Lectura 8	Lectura 9	Lectura 10	Lectura 11	Lectura 12
		ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
PA004	Caudal (l/s)	0.1824	0.1162	0.1376	0.1124	0.1267	0.0673
PA006	Caudal (l/s)	0.1931	0.1920	0.2500	0.2347	0.2439	0.2188
PA009	Caudal (l/s)	0.0729	0.0748	0.0822	0.0645	0.0785	0.0694
PA016	Altura cauce río (m)	3.31	2.83	3.49	3.57	3.41	3.60
PA017	Altura cauce río (m)	3.37	3.49	3.52	3.61	3.49	3.52
PA019	Caudal (l/s)	agua	agua	agua	seco	seco	agua estancada
PA020	Caudal (l/s)	0.4107	0.3948	0.2727	0.4107	0.2807	0.2756
PA022	Caudal (l/s)	0.0633	0.0583	0.0529	0.0468	0.0593	0.0506
PA025	-	Fuente con grifo					
PA028	-	Control fotográfico					
PA029	Caudal (l/s)	0.1567	0.2304	0.2415	0.2113	0.1801	0.1574
PA031	Caudal (l/s)	0.4106	0.4983	0.5190	0.4822	0.4957	0.4347
PA034	Altura cauce río (m)	1.71	1.76	1.78	1.85	1.68	1.82
PA035	Caudal (l/s)	2.97	2.56	seco	seco	2.90	agua estancada
PA037	-	Control fotográfico					
PA038	Altura cauce río (m)	Seco	Seco	Seco	Seco	seco	seco
PA046	Altura cauce río (m)	3.79	3.90	3.91	3.99	3.86	3.96
PA047	Caudal (l/s)	agua	Seco	Seco	Seco	agua	agua
PA051	Altura cauce río (m)	3.29	3.46	3.51	3.59	3.40	3.61
PA054	Nivel freático	2.07	cerrado	cerrado	cerrado	cerrado	cerrado
PA057	Altura cauce río (m)	3.78	3.94	4.00	4.12	3.90	4.03

Seguimiento lecturas nuevos puntos de agua:

Tabla 18. Seguimiento lecturas. Nuevos puntos de agua

Nuevo Punto de Agua	Sondeo	Tipo medición	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6
			jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
NPA001	-	Caudal (l/s)	0.0283	0.0317	0.0258	0.0238	0.0488	0.0745
NPA002	-	Caudal (l/s)	0.0112	0.0163	0.0217	0.0321	0.0390	0.0422
NPA003	V04S01	Altura cauce río (m)	3.04	3.06	2.9900	3.0200	2.9300	2.78
NPA004	TE09S01	Caudal (l/s)	0.0620	0.0533	0.0378	0.0484	0.0698	0.08
NPA005	V07S01	Caudal (l/s)	0.2142	0.1773	0.1898	0.1609	0.3722	0.45
NPA006	V02S01	Caudal (l/s)	0.0306	0.0241	0.0217	0.0270	0.0603	0.12
NPA007	VI12S01	Altura cauce río (m)	-	6.2900	6.1900	6.2200	6.1500	5.9100

Nuevo Punto de Agua	Sondeo	Tipo medición	Lectura 7	Lectura 8	Lectura 9	Lectura 10	Lectura 11	Lectura 12
			ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
NPA001	-	Caudal (l/s)	0.0749	0.0610	0.0780	0.0652	0.0512	0.0437
NPA002	-	Caudal (l/s)	0.0409	0.0267	0.0510	0.0488	0.0493	Gotea agua2.86
NPA003	V04S01	Altura cauce río (m)	2.88	2.83	2.89	2.96	2.86	3.02
NPA004	TE09S01	Caudal (l/s)	0.0889	0.0568	0.1575	0.0968	0.0370	0.0788
NPA005	V07S01	Caudal (l/s)	0.4108	0.3936	Sin acceso	0.2259	0.2717	0.3218
NPA006	V02S01	Caudal (l/s)	0.1034	0.0944	0.0856	0.0621	0.0992	0.0488
NPA007	VI12S01	Altura cauce río (m)	6.02	6.10	6.13	6.20	5.98	6.18

1.4.2.3. Observaciones visitas

Observaciones realizadas en las visitas posteriores a la visita inicial de julio 2023.

Visita	Observación
Agosto 2023	Se toma lectura de PA046, PA057, Pa046 que no se pudo obtener en Julio 2023 y se añade un nuevo punto de agua (NP007) que sustituye el sondeo VI12S01, sondeo perdido

En el transcurso de la visita de septiembre, se añaden los puntos de observación geológica relacionados con la hidrogeología que se obtuvieron durante la campaña geológica. En la siguiente tabla se detallan el estado de estos puntos.

POG	Observaciones
POG-7	Cauce de agua seco, pero con presencia de plantas freatófilas
POG-19	Acumulación de agua estancada en el fondo del cauce junto al camino
POG-25	No se observa ninguna surgencia de agua.
POG-31	Manantial, se adjunta fotografía
POG-39	No se observan surgencias, ni indicios de colapso de materiales
POG-41	Sin escorrentía en el talud
POG-45	Se observan plantas freatófilas
POG-56	Cauce y sumidero secos
POG-61	Manantial lleno sin caño
POG-68	No se observan indicios de presencia de agua
POG-93	Manantial seco

1.4.3. Relación puntos de agua y trazado

El seguimiento hidrogeológico anual de estos puntos se ha definido con la finalidad de estudiar el estado de los sistemas hídricos de la zona de estudio a lo largo de un año, de esta manera poder ampliar la información disponible de los diferentes sistemas hídricos afectados por el trazado del proyecto y poder prever y minimizar o mitigar estas afecciones.

Los informes de seguimiento constituyen documentos independientes adjuntos en el Apéndice 14 del Anejo de Geología y geotécnica del E.I.

La siguiente tabla relaciona los diferentes puntos de agua analizados en la campaña de seguimiento hidrogeológico con las estructuras más próximas definidas en el estudio informativo (viaductos y túneles).

Tabla 19. Relación Puntos de agua con las estructuras más próximas

ID	ID_IGME	Alt	PK	UL_PA	UG_PA	Dist (m)	Estructura	UL_ES	UG_ES
PA006	1904-5-0014	A1 - C1	05+700	30	UG-4	423.00	VIADUCTO	32	UG-6
PA009	1904-5-0017	A1 - C1	07+050	31	UG-3a	80.00	VIADUCTO	32	UG-6
PA016	1904-6-0MAA	A1	16+650	32	UG-6	315.00	VIADUCTO	32	UG-6
NPA006	V02S01	A1	19+400	30	UG-4	300.00	TU/18.9-22.3	30	UG-4
PA025	1904-7-0016	A1	22+400	20	UG-3a	1050.00	TU/22.8-24.1	20	UG-3a
PA031	1904-8-0015	A1	24+800	20	UG-3a	50.00	VIADUCTO	20	UG-3a
NPA003	V04S01	A1	26+550	20	UG-3a	15.00	VIADUCTO	20	UG-3a
PA004	1904-4-0CJA	A1	27+000	30	UG-4	760.00	TU/26.8-27.3	30	UG-4
PA029	1904-8-0012	A1	28+950	30	UG-4	960.00	TU/27.5-29.0	20	UG-3a
NPA001	-	A1	29+550	20	UG-3a	70.00	VIADUCTO	20	UG-3a
V05S01	-	A1	29+830	20	UG-3a	10.00	VIADUCTO	20	UG-3a
NPA002	-	A1	30+650	20	UG-3a	340.00	VIADUCTO	30	UG-4
NPA005	V07S01	A1	32+000	30	UG-4	15.00	VIADUCTO	30	UG-4
NPA004	TE09S01	A1	34+800	30	UG-4	80.00	VIADUCTO	30	UG-4
V10S01	-	A1	36+500	32	UG-6	84.00	VIADUCTO	32	UG-6
TU13S02	-	A1 - C1	57+300	9	UG-5	240.00	TU/49.1-57.3	7	UG-4
PA054	2004-8-0016	A1 - C1	57+600	9	UG-5	540.00	TU/49.1-57.3	9	UG-5
PA057	2004-8-0019	A1 - C1	57+600	15	UG-5	780.00	TU/49.1-57.3	9	UG-5
PA061	2004-8-0027	A1 - C1	57+950	28	UG-3a	31.00	VIADUCTO	28	UG-3a
PA047	2004-8-0007	A1 - C1	59+700	23	UG-3a	1020.00	TU/58.0-59.6	28	UG-3a
PA046	2004-8-0006	A1 - C1	60+000	28	UG-3a	870.00	VIADUCTO	28	UG-3a
PA022	1904-7-0012	C1	20+800	32	UG-6	900.00	TU/20.0-20.7	32	UG-6
PA019	1904-7-0007	C1	21+400	20	UG-3a	400.00	VIADUCTO	20	UG-3a
PA020	1904-7-0008	C1	21+500	20	UG-3a	31.00	VIADUCTO	20	UG-3a
PA017	1904-7-0004	C1	24+000	22	UG-3a	790.00	TU/22.8-25.5	20	UG-3a
PA028	1904-8-0006	C1	28+000	26	UG-3a	170.00	TU/27.5-31.4	26	UG-3a
PA035	2004-5-0003	C1	33+250	18	UG-5	150.00	VIADUCTO	18	UG-5
PA037	2004-5-0011	C1	34+300	20	UG-3a	690.00	VIADUCTO	18	UG-5
PA034	2004-5-0002	C1	35+000	18	UG-5	475.00	TU/35.1-39.8	18	UG-5
PA038	2004-5-0012	C1	36+800	20	UG-3a	600.00	TU/35.1-39.8	20	UG-3a

UL: Unidad litológica UG: Unidad Geológica, PA: de Procesos Activos, ES: de Estructuras Sedimentarias

Las siguientes figuras muestran en detalle la localización de los diferentes puntos de agua analizados:

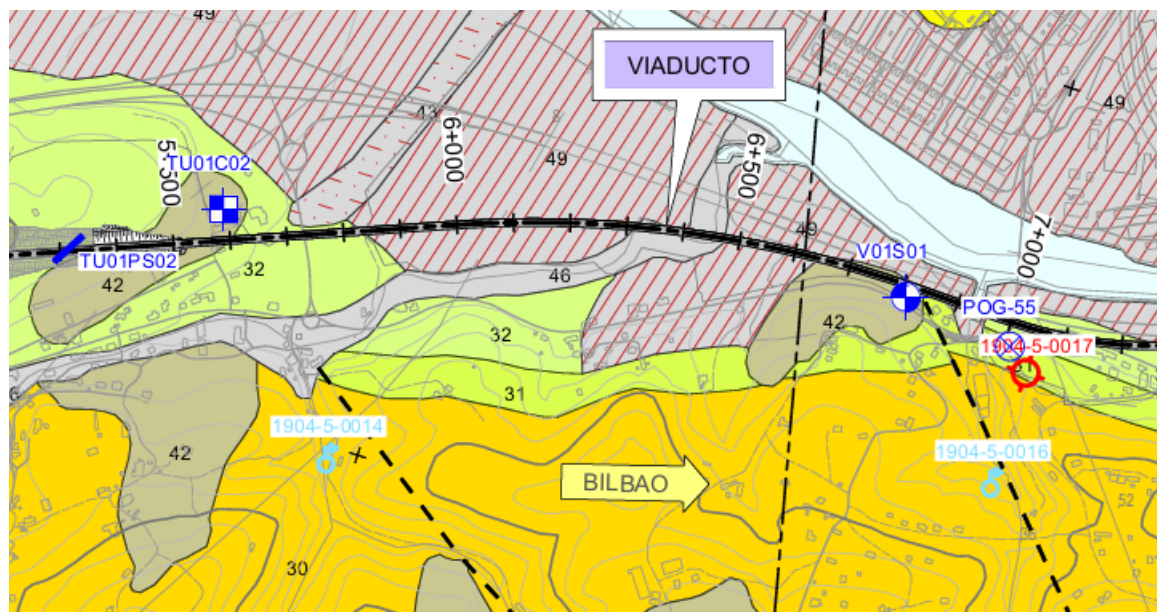


Figura 13. Puntos de agua PA006 (1904-5-0014) y PA009 (1904-5-0017)

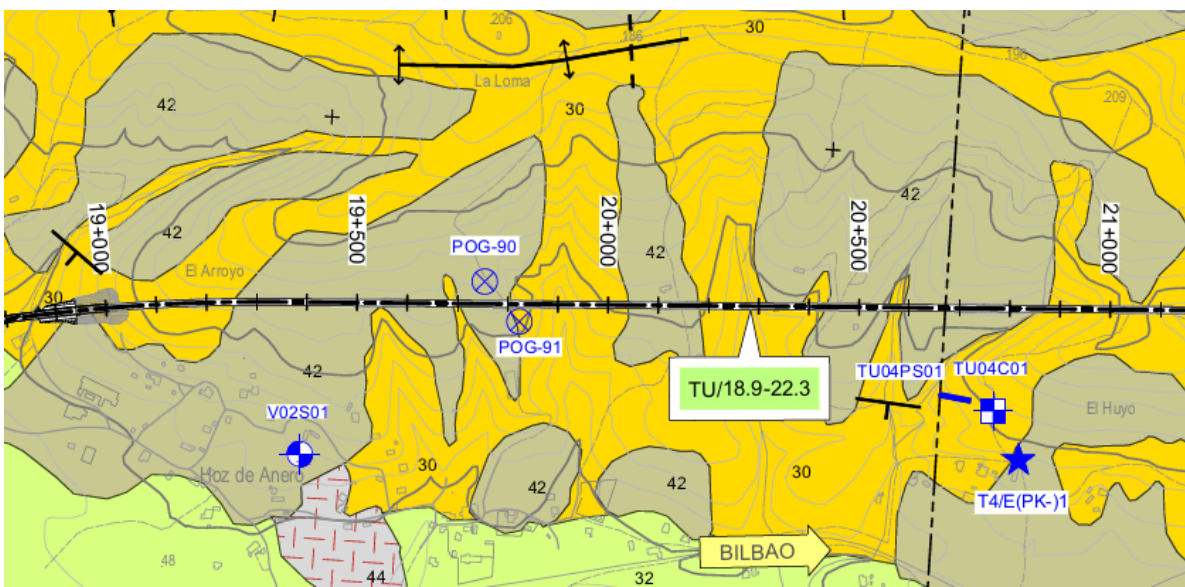


Figura 15. Puntos de agua NPA006 (V02S01)

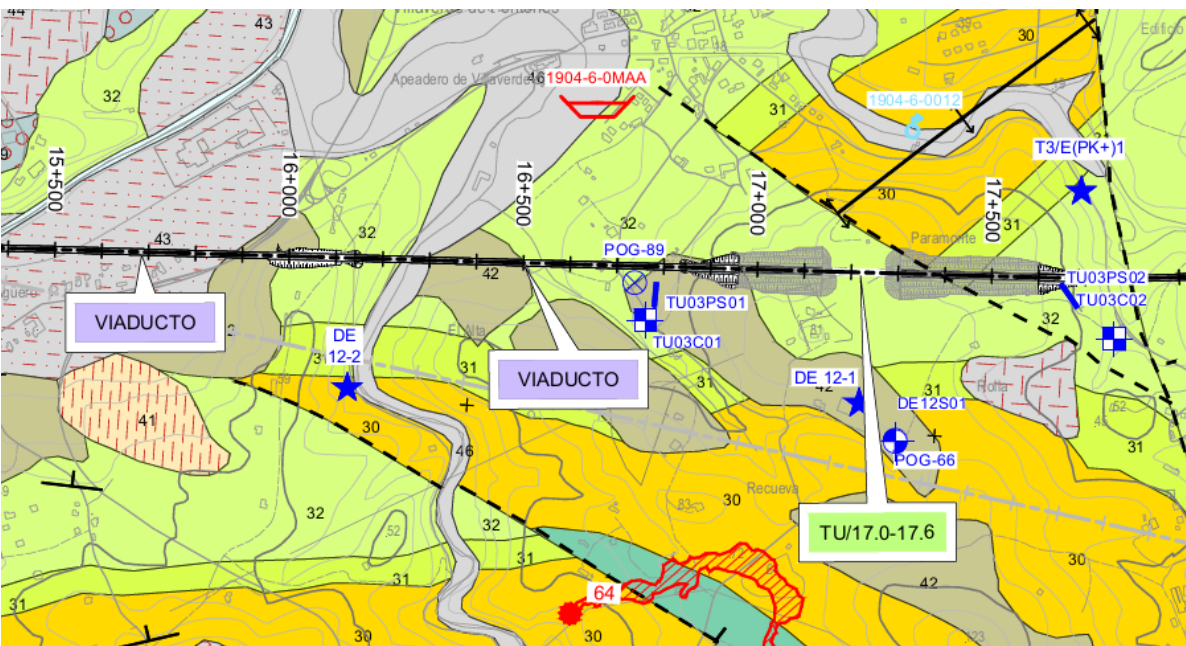


Figura 14. Puntos de agua PA016 (1904-6-0MAA)

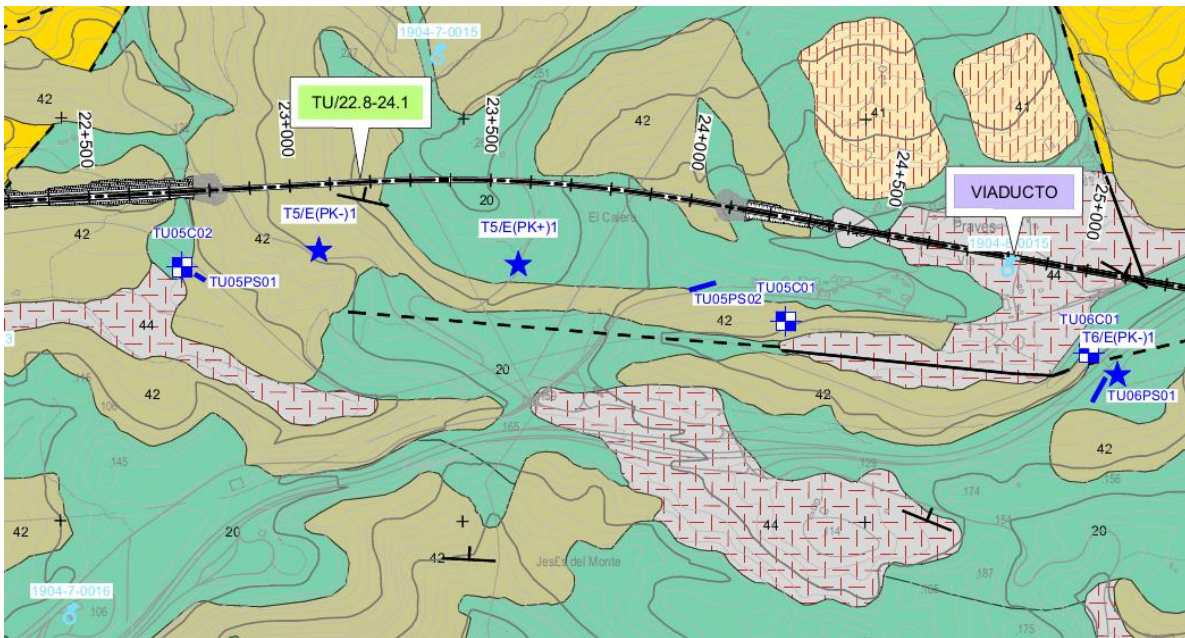


Figura 16. Puntos de agua PA025 (1904-7-0016) y PA031 (1904-8-0015)

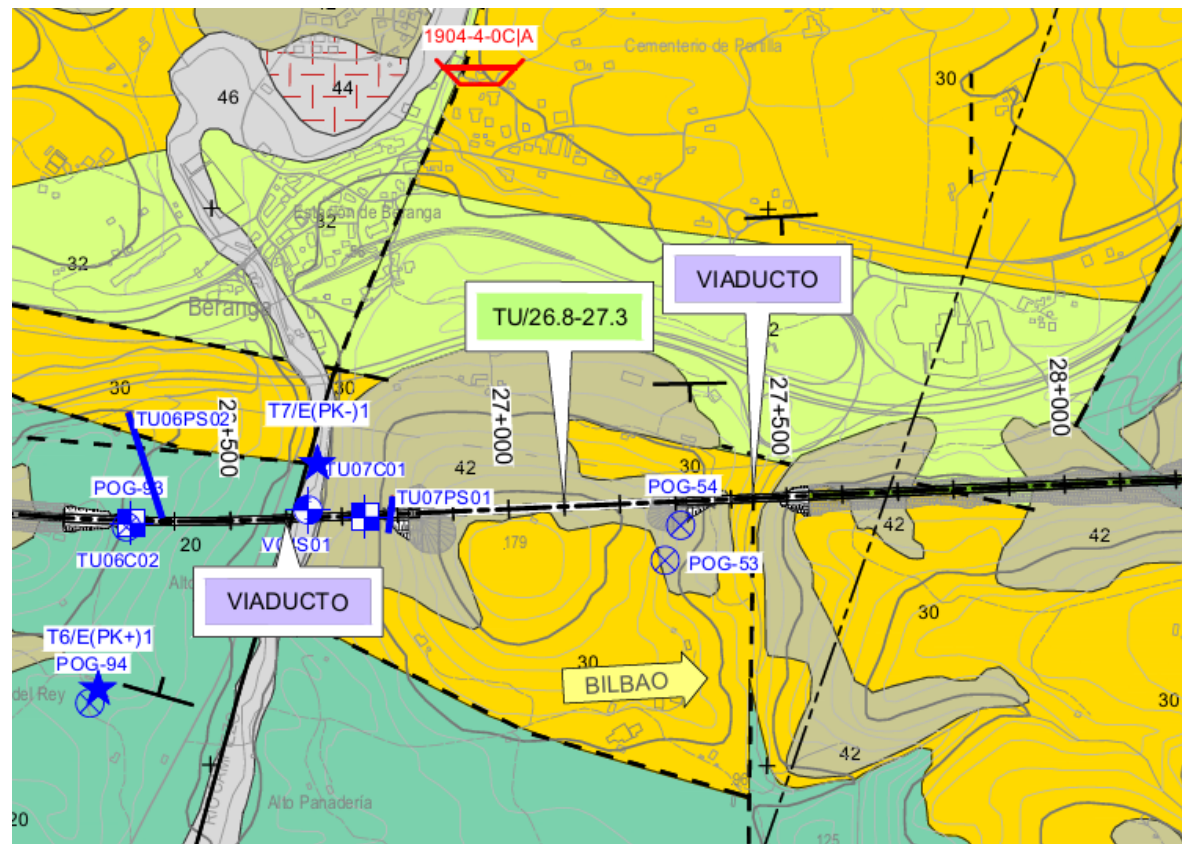


Figura 17. Puntos de agua NPA003 (V04S01) y PA004 (1904-4-0C|A)

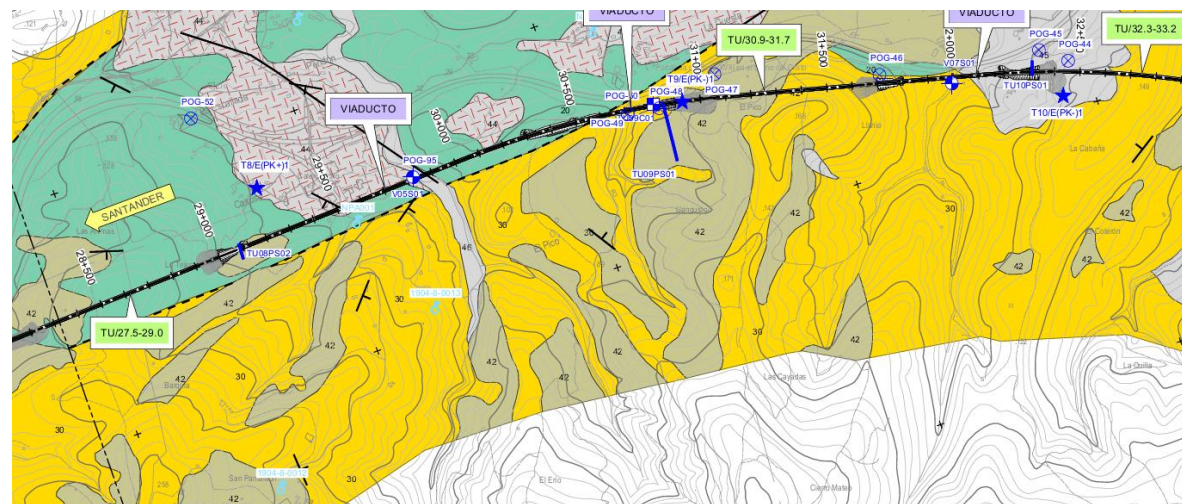


Figura 18. Puntos de agua PA029 (1904-8-0012), NPA001 y V05S01

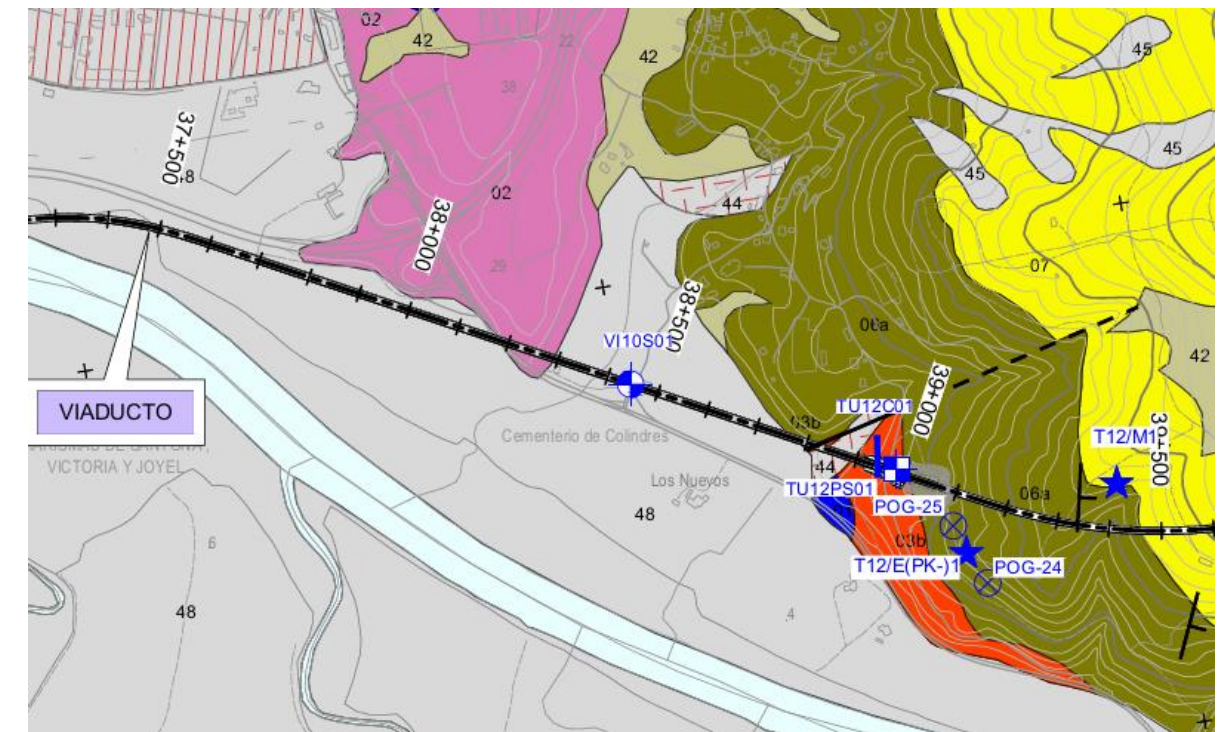


Figura 19. Puntos de agua V10S01

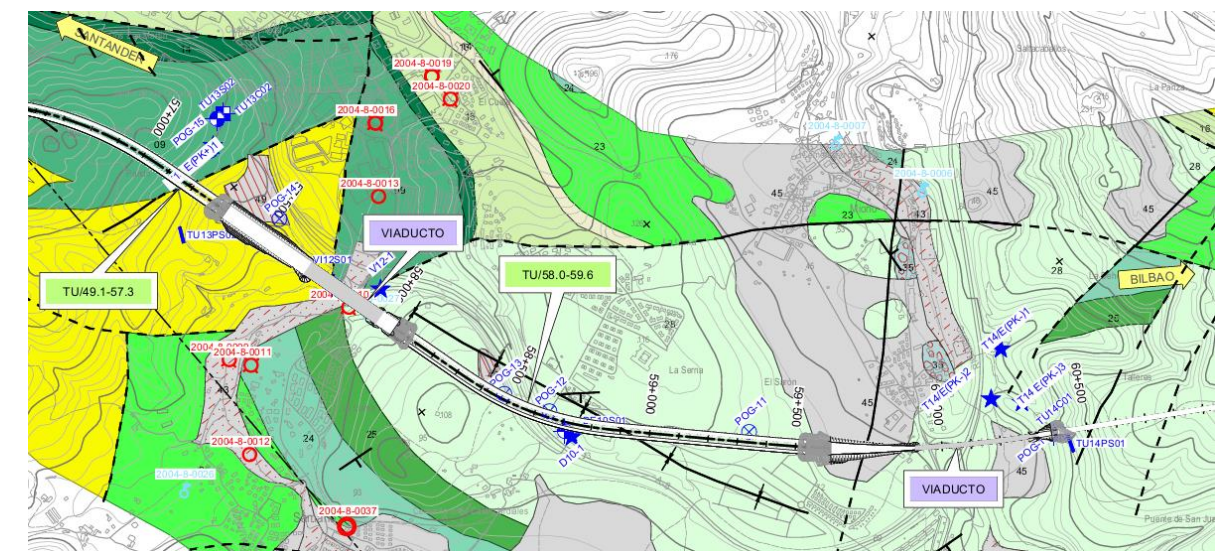


Figura 20. Puntos de agua TU13S02, PA054 (2004-8-0016), PA057 (2004-8-0019), PA061 (2004-8-0027), PA047 (2004-8-0007) y PA046 (2004-8-0006)

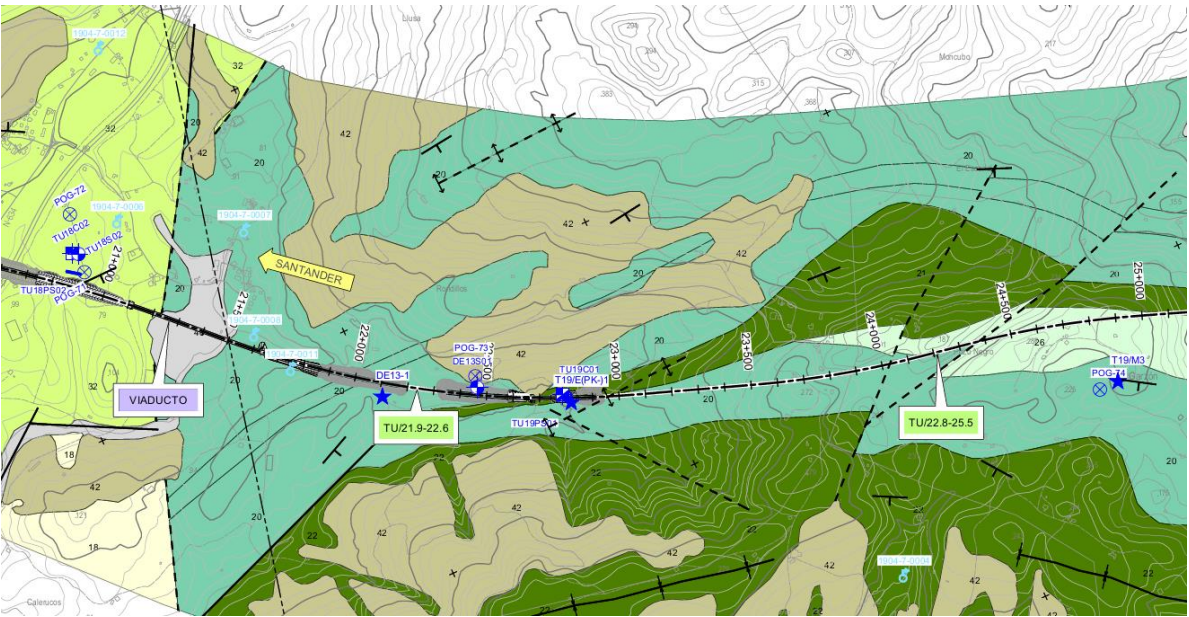


Figura 21. Puntos de agua PA022 (1904-7-0012), PA019 (1904-7-0007), PA020 (1904-7-0008) y PA017 (1904-7-0004)

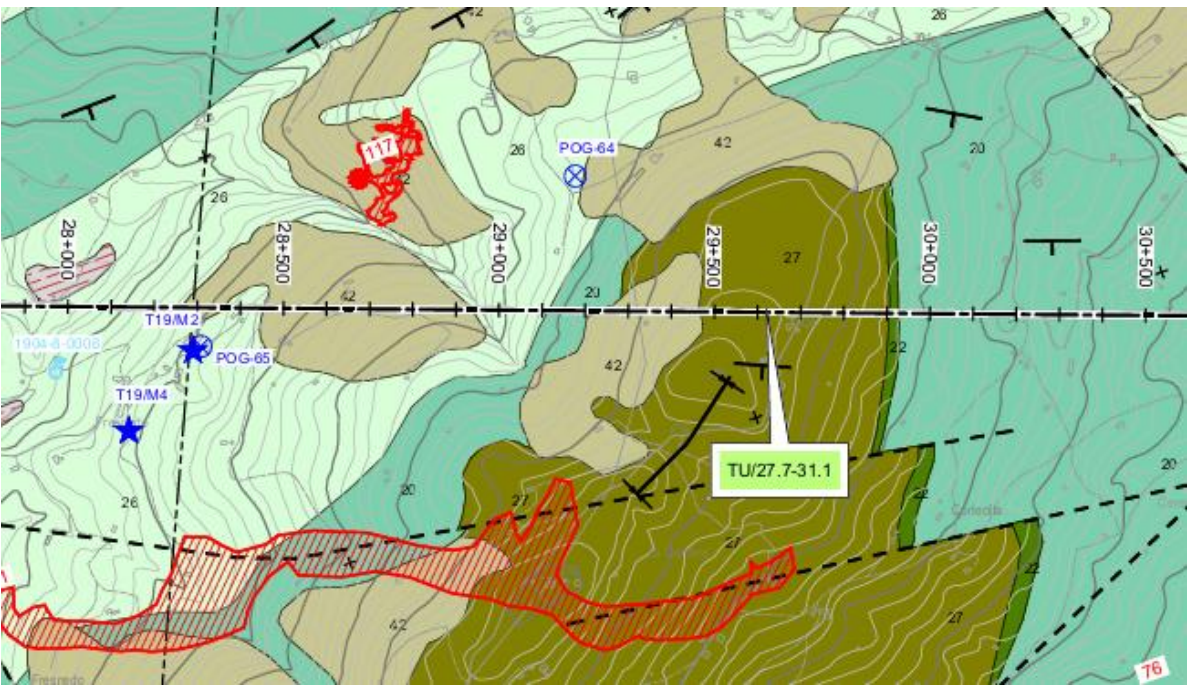


Figura 22. Puntos de agua PA028 (1904-8-0006)

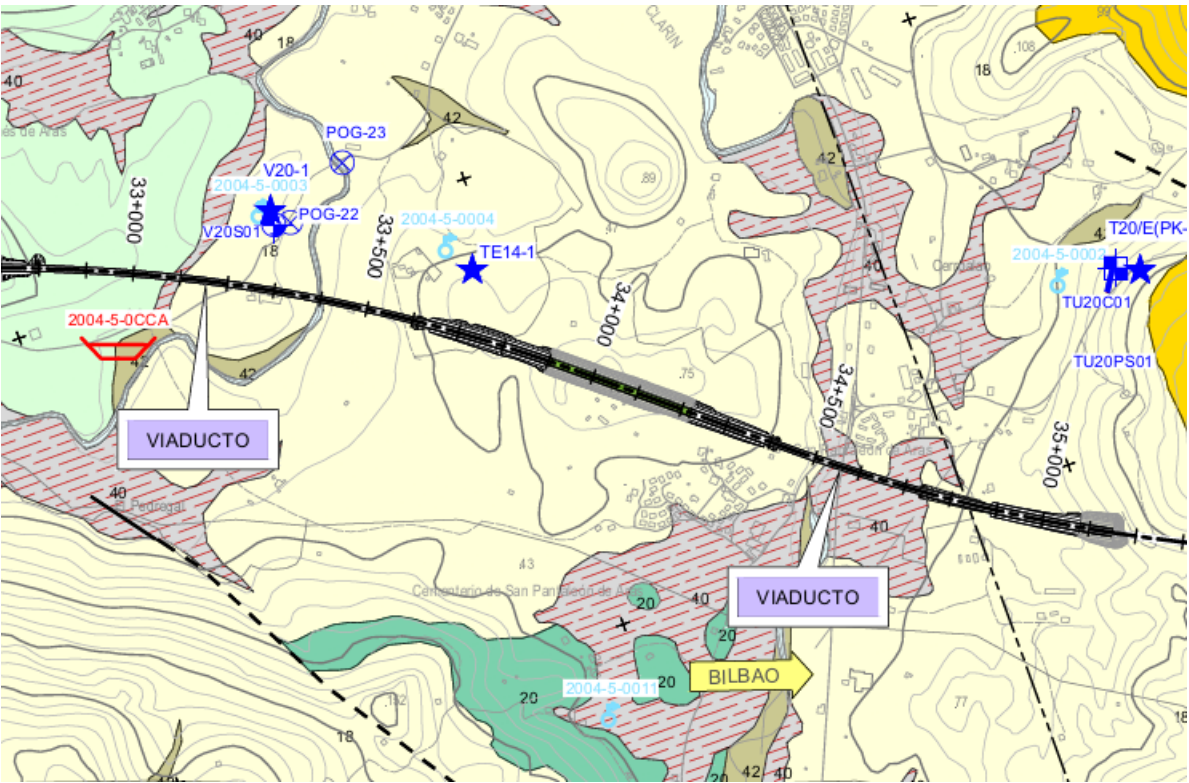


Figura 23. Puntos de agua PA035 (2004-5-0003) y PA037 (2004-5-0011)

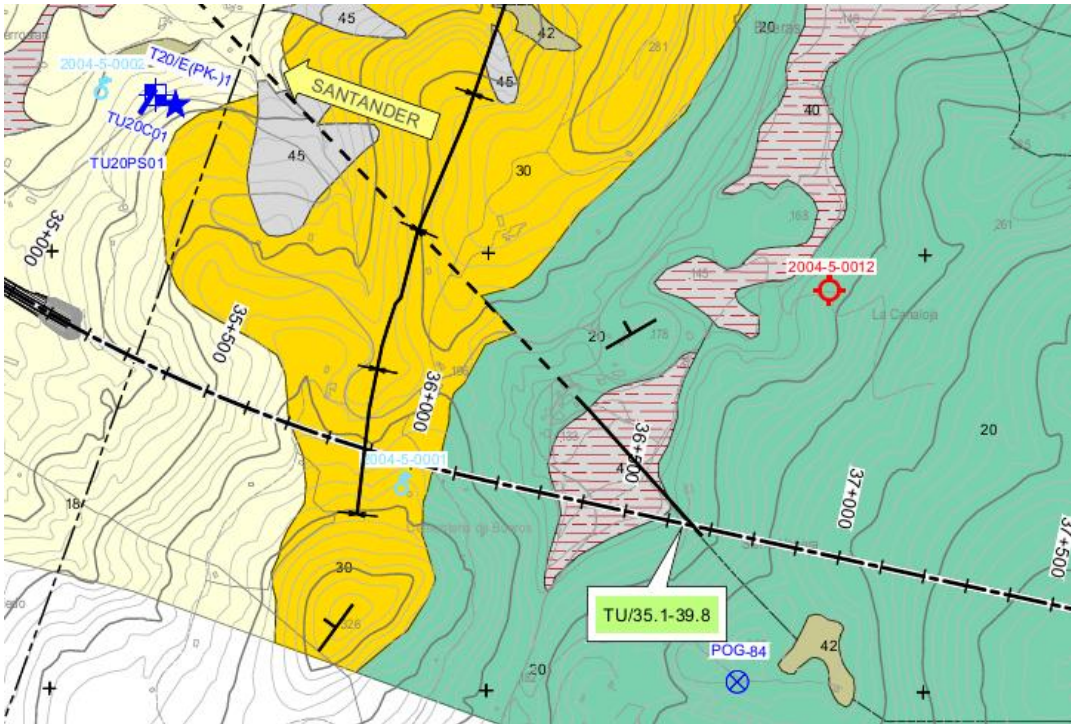


Figura 24. Puntos de agua PA034 (2004-5-0002) y PA038 (2004-5-0012)

1.5. Sistemas Kársticos

Debido a la presencia de unidades litoestratigráficas compuestas en su mayoría por material carbonatados que potencialmente pueden ser susceptibles de desarrollar sistemas kársticos, se han consultado los catálogos de cavidades subterráneas disponibles para Cantabria y País Vasco.

En base a la información consultada, se han seleccionado aquellos sistemas kársticos más próximas a la zona de estudio para verificar la afección que la red de galerías que los componen pudieran tener en las estructuras previstas.

En la siguiente tabla se presenta dichos sistemas, junto con las coordenadas de la entrada principal al sistema, el desarrollo del conjunto de galerías que lo componen según topografía, la alternativa del trazado junto con el PK correspondiente situada más próxima y la distancia al eje del mismo. Así mismo se incluye una columna en la que se indica si el sistema en planta tiene interferencia con el eje de los trazados.

Tabla 20. Resumen de las cavidades kársticas inventariadas próximas al trazado.

Nº	NOMBRE SISTEMA KARSTICO	COORDENADAS			DESARROLLO (m)	PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	INTERFERENCIA CON EL TRAZADO
		X	Y	Z					
49	CUEVA JONDA	463654	4798331	146	4376	38+580	C1	427	No
66	CUEVA DE LOS PEINES	481534	4799441	85	3000	56+050	A1	1450	No
						62+040	C1		
131	CUEVA DE PEINES II/III	481879	4799371	65	1200	56+520	A1	1153	No
		482059	4799326	60		62+510	C1		
239	SIMA DE LAS PELOTAS	476059	4804436	485	-	50+580	A1	1385	No
						53+570	C1		
358	SIMA JULY	476564	4804326	525	-	51+070	A1	1253	No
						54+060	C1		
98	TORCA DE LAS CABAÑAS	477034	4803816	520	1896	51+570	A1	685	No
						54+560	C1		
64	RIOCUEVA	443249	4805571	30	3113	16+530	C1	437	No
55	CUEVA DEL COVACHO	469799	4803341	40	4000	44+070	A1	298	No cruce de la cueva bajo un tramo en terraplén
117	CUEVA DEL REGATO	454319	4801831	215	1435	28+540	C1	300	No
38	CUEVA DEL TORNO	452682	4801222	207	5471	27+070	C1	837	No
31	CUEVA FRESNEDO 2	453149	4801191	140	7420	27+560	C1	700	No

Nº	NOMBRE SISTEMA KARSTICO	COORDENADAS			DESARROLLO (m)	PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	INTERFERENCIA CON EL TRAZADO
		X	Y	Z					
113	CUEVA-CUBIO DEL LLANIO	451520	4800779	163	1525	26+500	C1	1658	No
76	TORCA DE SIMON II	455599	4800091	150	2416	30+090	C1	880	No
40	TORCA DE SOLVIEJO	454764	4799901	183	5023	29+550	C1	1350	No

En los planos de planta incluidos en los Apéndices 1 a 5 se ha incluido la ubicación de los sistemas presentado en la tabla anterior, así como una poligonal que representa la envolvente del desarrollo de las galerías que componen el sistema, en aquellos casos en los que se dispone de esta información. En el caso de las simas no se incluye esta poligonal al no tener apenas desarrollo horizontal.

En el Apéndice 2 se incluye fichas con información más detallada para cada sistema kárstico consultado, así como la topografía en planta del sistema obtenida del Catálogo de Cavidades consultado.

A continuación, se presentan varias figuras con la ubicación en la planta de unidades litológicas del sistema, para que de forma visual pueda verse la interferencia con los trazados. Se presentan por Alternativas de trazado.

- Alternativa A1

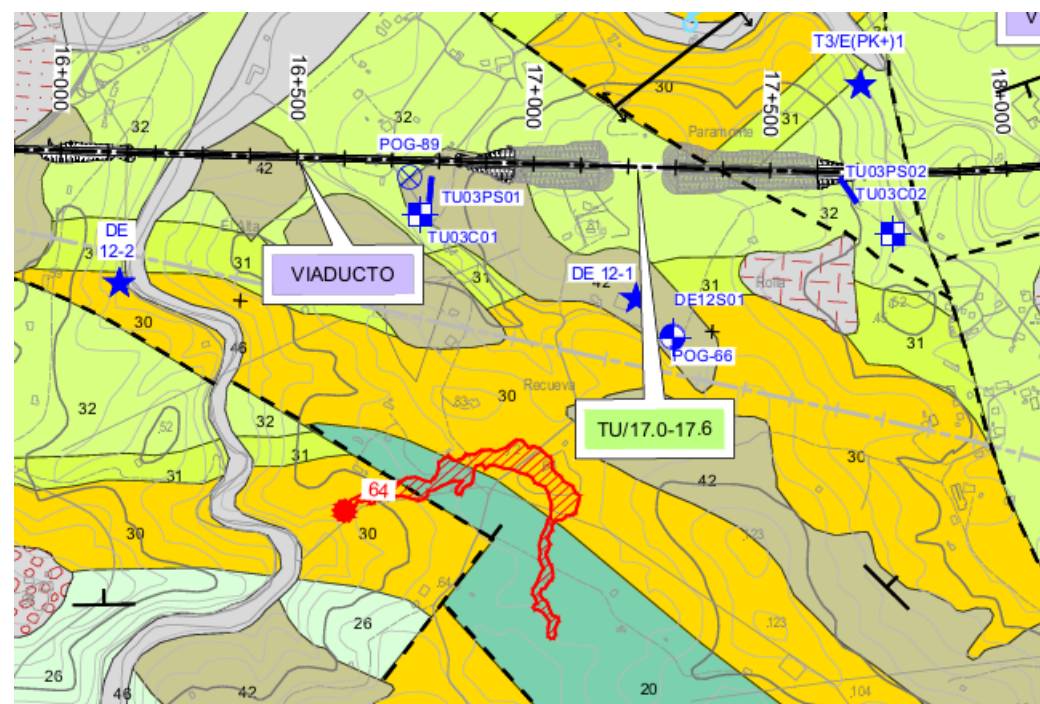


Figura 25. Sistema kárstico Núm. 64

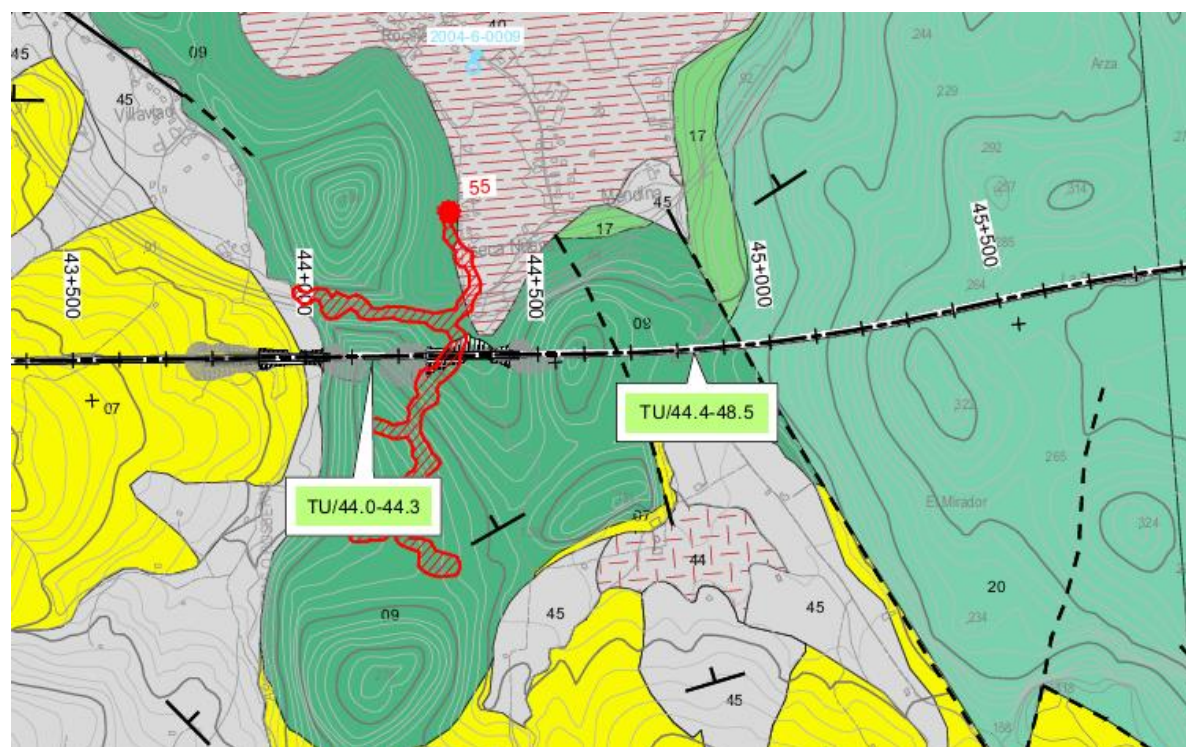


Figura 26. Sistema kárstico Núm. 55

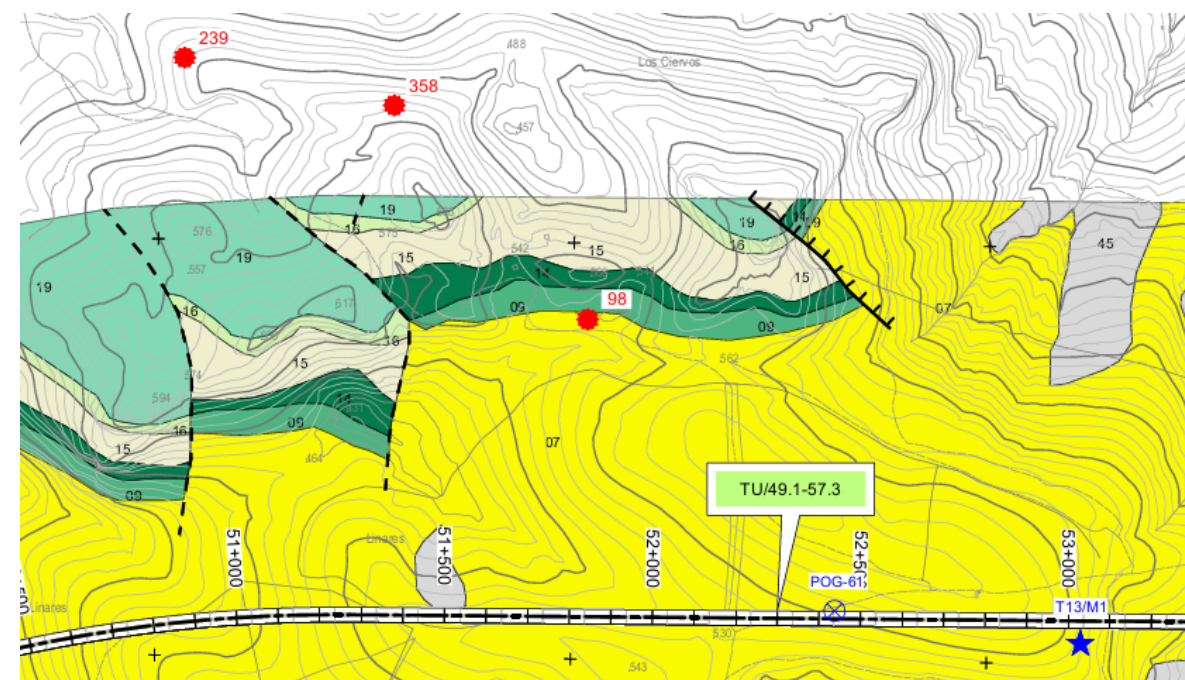


Figura 27. Sistema kárstico Núm. 98

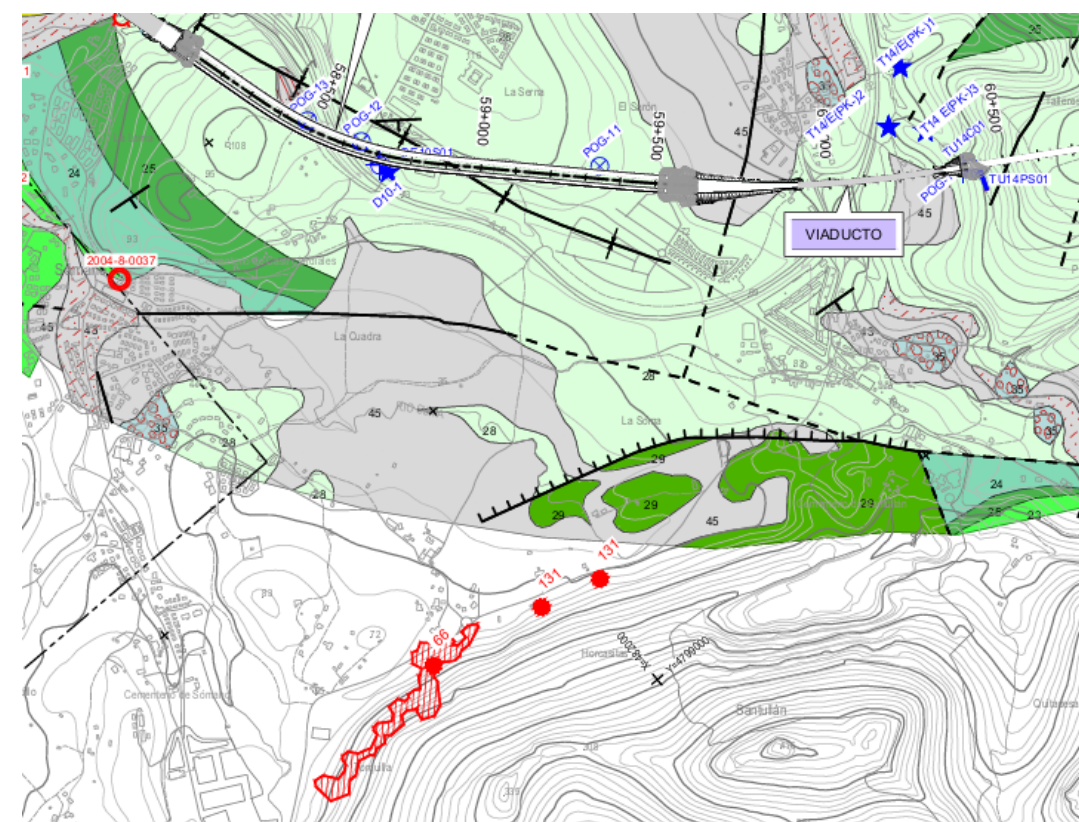


Figura 28. Sistema kárstico Núm. 66

- Alternativa C1

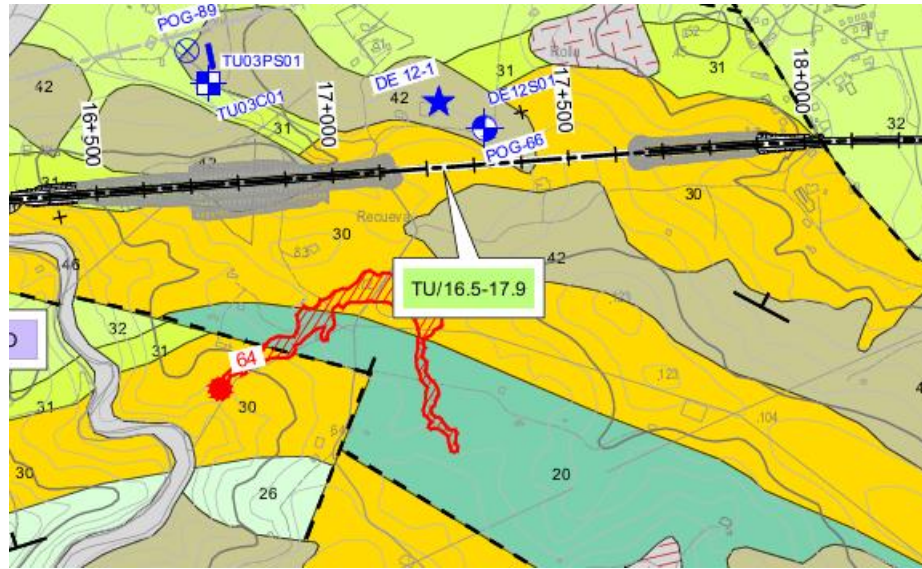


Figura 29. Sistema kárstico Núm. 64

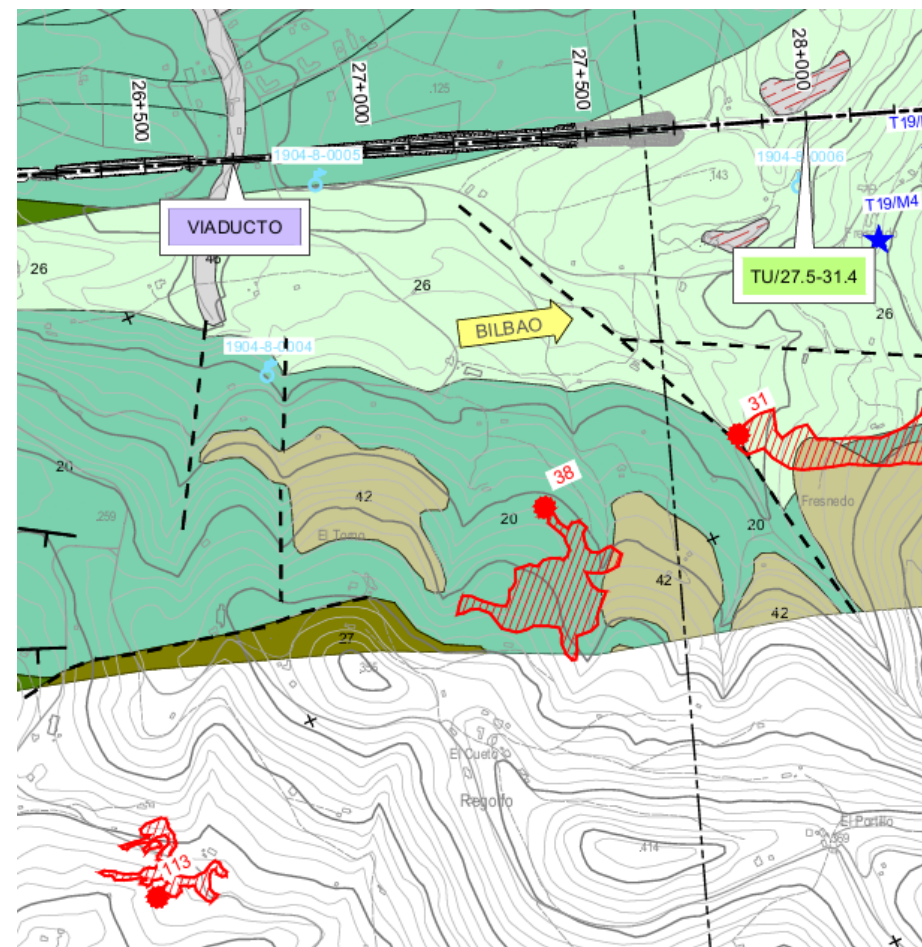


Figura 30. Sistema kárstico Núm. 31 y 38

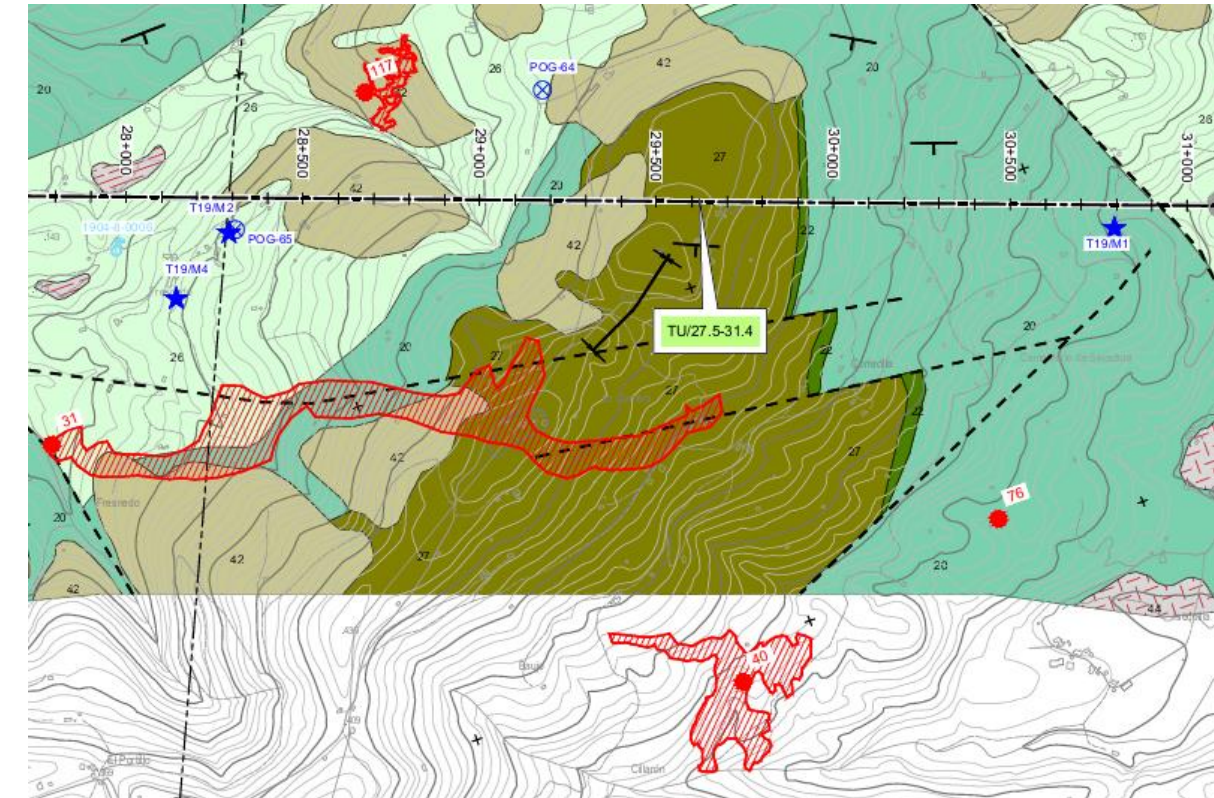


Figura 31. Sistema kárstico Núm. 40 y 117

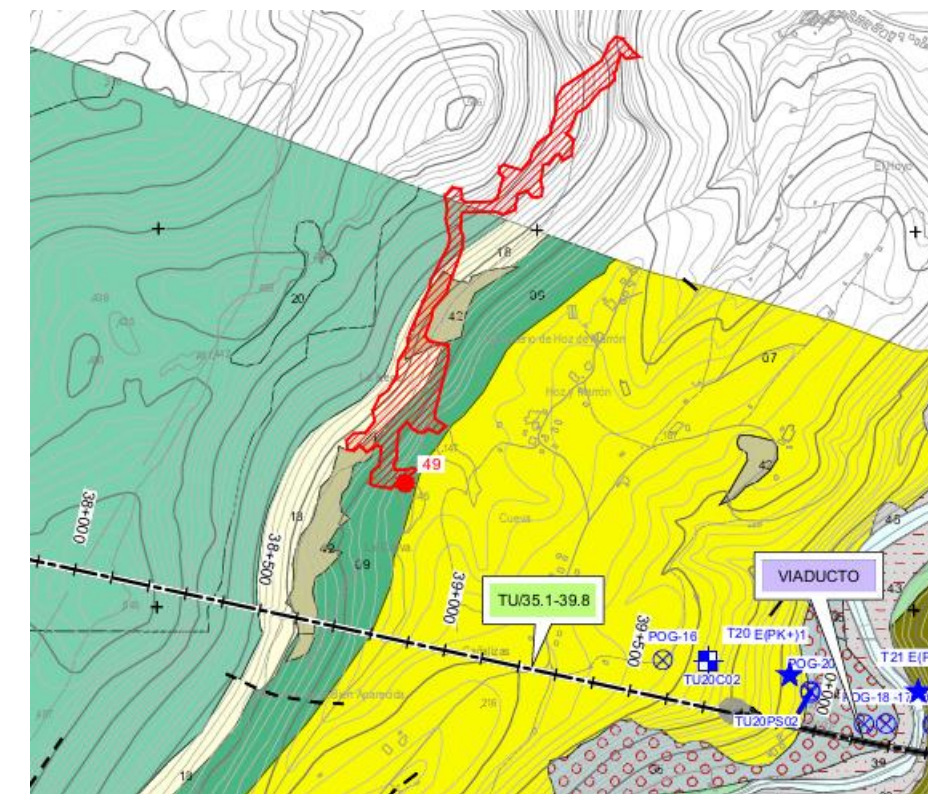


Figura 32. Sistema kárstico Núm. 49

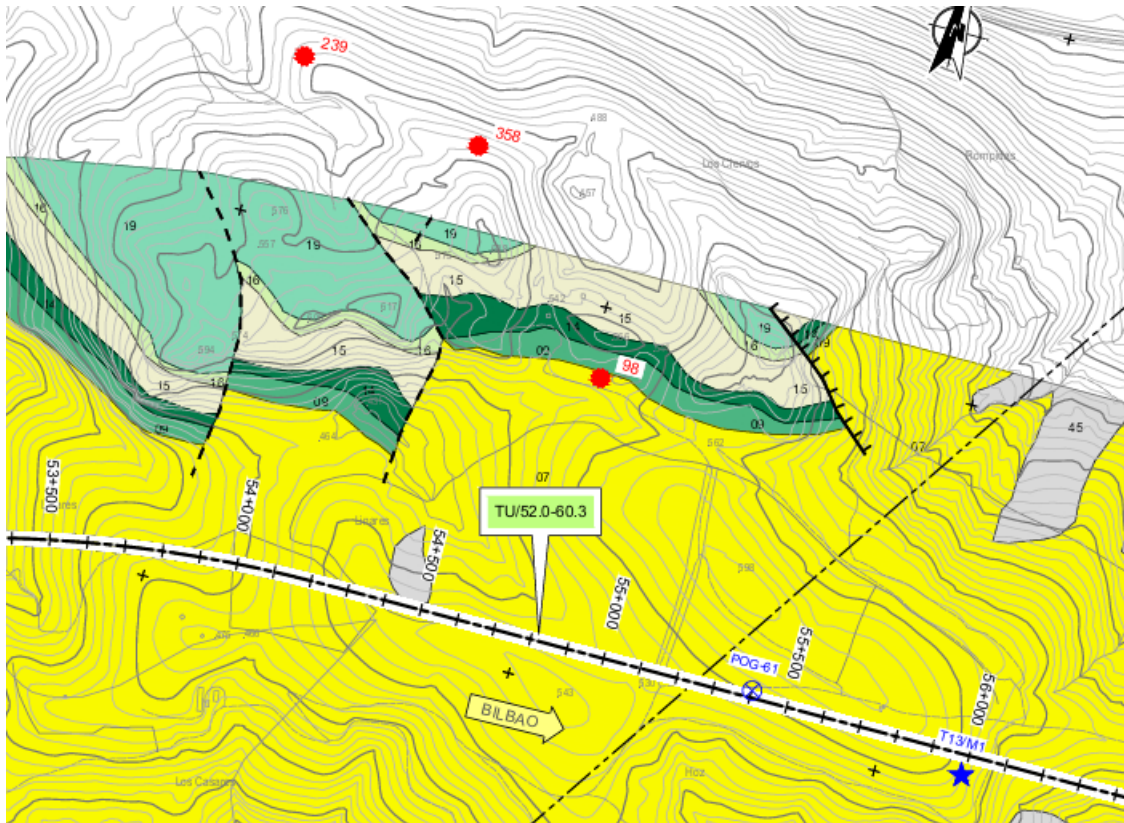


Figura 33. Sistema kárstico Núm. 96, 239 y 358

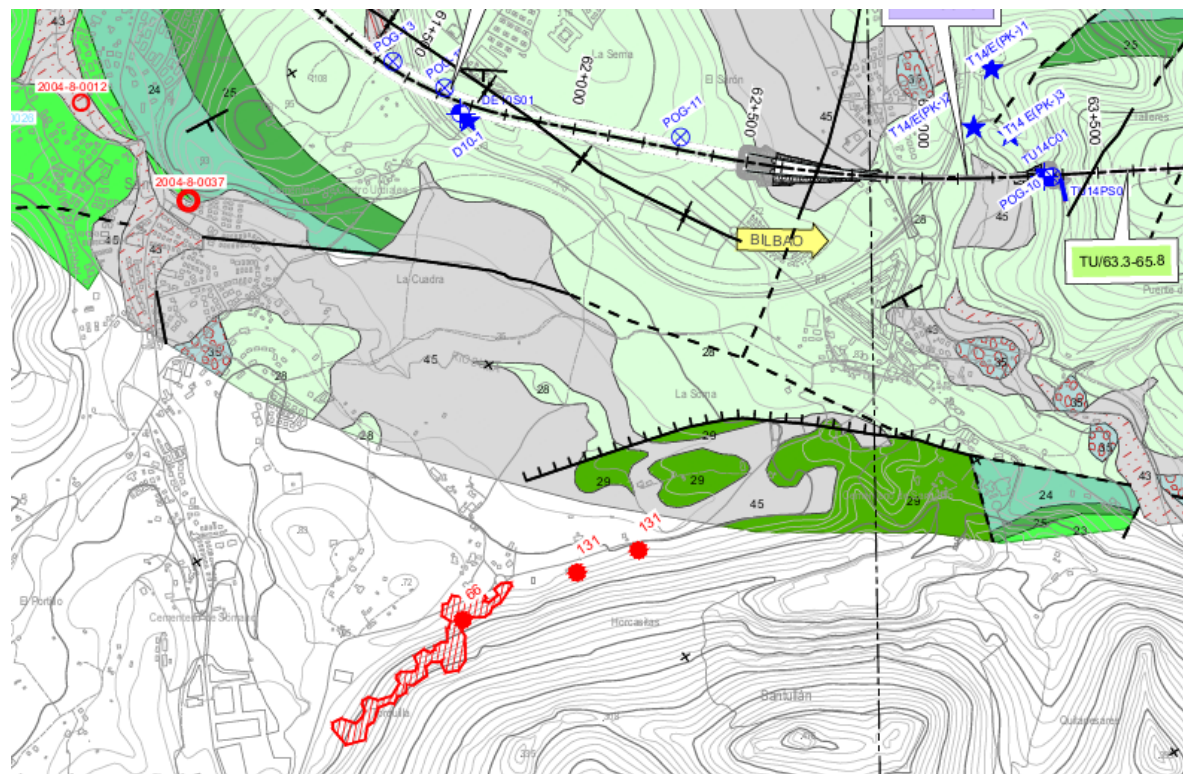


Figura 34. Sistema kárstico Núm. 66, y 131

Analizando la ubicación y la extensión que ocupan las galerías de los sistemas kársticos conocidos e inventariados más próximos a las alternativas de trazado, se puede comprobar que no existe interferencia de estos con los trazados. Señalar que la Cueva del Covacho N.º 55, es cruzada por el trazado de la alternativa A1 en un tramo que discurre en terraplén y muy próximo al túnel TU/44.1-44.2.

La cueva cuenta con un tronco principal en dirección sur, que es el de mayor importancia y que procede del macizo rocoso situado al sur del trazado. También cuenta con un ramal lateral izquierdo de menor importancia, procedente del macizo rocoso situado más al norte del trazado, siendo este ramal de la cueva el que discurre íntegramente bajo la autovía A-8 en un tramo en el desmonte. En este desmonte no se han identificado cavidades relacionadas con la Cueva del Covacho. De esto podría deducirse que no existen ramificaciones u otros conductos con desarrollo vertical desde la cueva hacia la superficie.

El terreno en el eje de la autovía A-8 en el cruce con la cueva se sitúa a la cota 75 m en el desmonte autovía y la cota 50 m bajo el viaducto que sigue. El trazado de la Alternativa A1 cruza sobre la cueva en terraplén a la cota 74,8 m, separándose unos 100 m respecto a la autovía hacia el sur.

Los datos topográficos del plano de la cueva, así como las descripciones de la misma recogida en la bibliografía consultada, indican que la cueva presenta un desarrollo predominantemente horizontal, situándose la boca de entrada a la cota 40 m. No presenta, por lo tanto, conductos de desarrollo vertical que pudieran progresar hacia la superficie.

Por todo ello se concluye que el trazado de la Alternativa A1 cruzará sobre la cueva con una margen de unos 30 m, y al discurrir en terraplén no existirá afección directa sobre esta.

En las imágenes siguientes se muestra el perfil longitudinal del trazado y la ubicación de la cueva en el cruce con este.

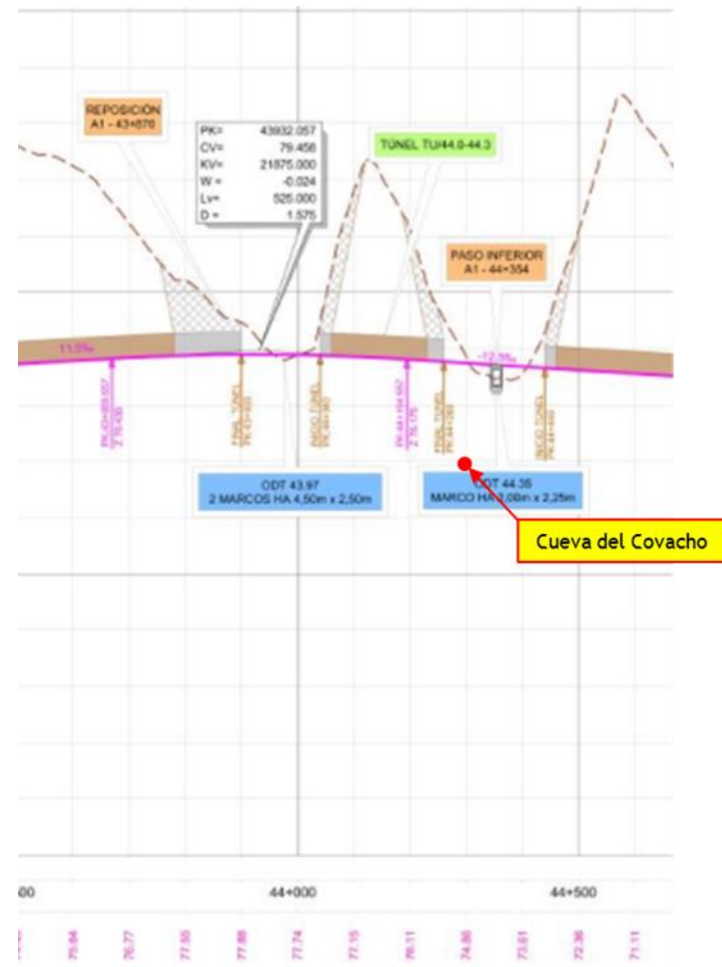


Figura 35. Perfil longitudinal del trazado de la Alternativa A1 en el cruce con la Cueva del Covacho que se sitúa a más de 30 m de profundidad

A nivel general en relación a la problemática del karst, el hecho de no haber encontrado cavidades que interfieran con el trazado no significa que no puedan existir otras cavidades de menor entidad aun no exploradas o que no han sido catalogadas, o bien un desarrollo de los karst no accesible desde el punto de vista espeleológico que puedan verse afectadas por las alternativas de trazado. Es por ello que se recomienda tanto en las zonas en donde el karst es conocido como en aquellas litologías susceptibles de desarrollar karst, realizar en fase de proyecto constructivo un estudio exhaustivo tanto en el ámbito espeleológico (exploración de cuevas usando técnicas de espeleología clásica) como usando técnicas geofísicas y geotécnicas (sondeos continuos, sondeos de avance controlado, etc.). Este estudio tenderá a determinar con mayor detalle el desarrollo del karst y su afección concreta al trazado, evaluando los riesgos que su presencia supone desde el punto

de vista constructivo y medioambiental, con vistas a tomar decisiones en fase de diseño que los minimicen.

APÉNDICE 1 PLANTA HIDROGEOLÓGICA

LEYENDA

Mapa Litológico a escala 1:25.000 (Fuente: IGME - Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:1.000.000)

-
- A-2,2 - Acuíferos extensos, discontinuos y locales de permeabilidad y producción moderadas. (no excluyen la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos y más productivos. Compuesto por arenas, areniscas, arcillas (F. Utrillas) de edad Cretácica
-
- A-2,28 - Acuíferos extensos, discontinuos y locales de permeabilidad y producción moderadas. (no excluyen la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos y más productivos
-
- B-1,26 - Acuíferos muy permeables, generalmente extensos y productivos, compuestos por calizas y dolomías de edad Cretácica
-
- B-1,30 - Acuíferos muy permeables, generalmente extensos y productivos, cpompuesto por calizas y dolomías de edad Jurásica
-
- D-1,2 - Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad acuíferos de mayor permeabilidad y productividad , incluso de interés regional Compuesta por Gravas, arenas, limos y arcillas (aluviales y terrazas), travertinos, turbas, glacia de edad Cuaternaria
-
- D-1,23 - Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad acuíferos de mayor permeabilidad y productividad , incluso de interés regional. Compuesta por molasas, margas, calizas, maciños de edad Paleoceno-Eoceno
-
- D-1,29 - Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad acuíferos de mayor permeabilidad y productividad , incluso de interés regional. Compuesto por calizas, margocalizas, margas, conglomerados de edad Jurásica
-
- D-2,27 - Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente un gran interés. Los modernos pueden recubrir en algunos casos, a acuíferos cautivos productivos. Se compone de margocalizas, calizas, margas, arcillas, arenas de edad Cretácica
-
- D-2,31 - Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente un gran interés. Los modernos pueden recubrir en algunos casos, a acuíferos cautivos productivos. Compuesto por arcillas, margas con yesos de edad Triásica

PUNTOS DE AGUA

CAUCE SUPERFICIAL

MANANTIAL

POZO

SONDEO DE PEQUEÑO DIÁMETRO, PIEZÓMETRO

SONDEO

INVESTIGACIONES GEOMECHANICAS

-EI BIL-SAN FASE II 2023

CALICATA

PENETROMETRO

PUNTO DE OBSERVACIÓN

SONDEO

ESTACIÓN GEOMECHANICA

PERFIL SISMICO

-EI 2010

SONDEO -2010

SONDEO VSF-2008

-EI VSF-FASE I 2018

SONDEO

ESTACIÓN GEOMECHANICA

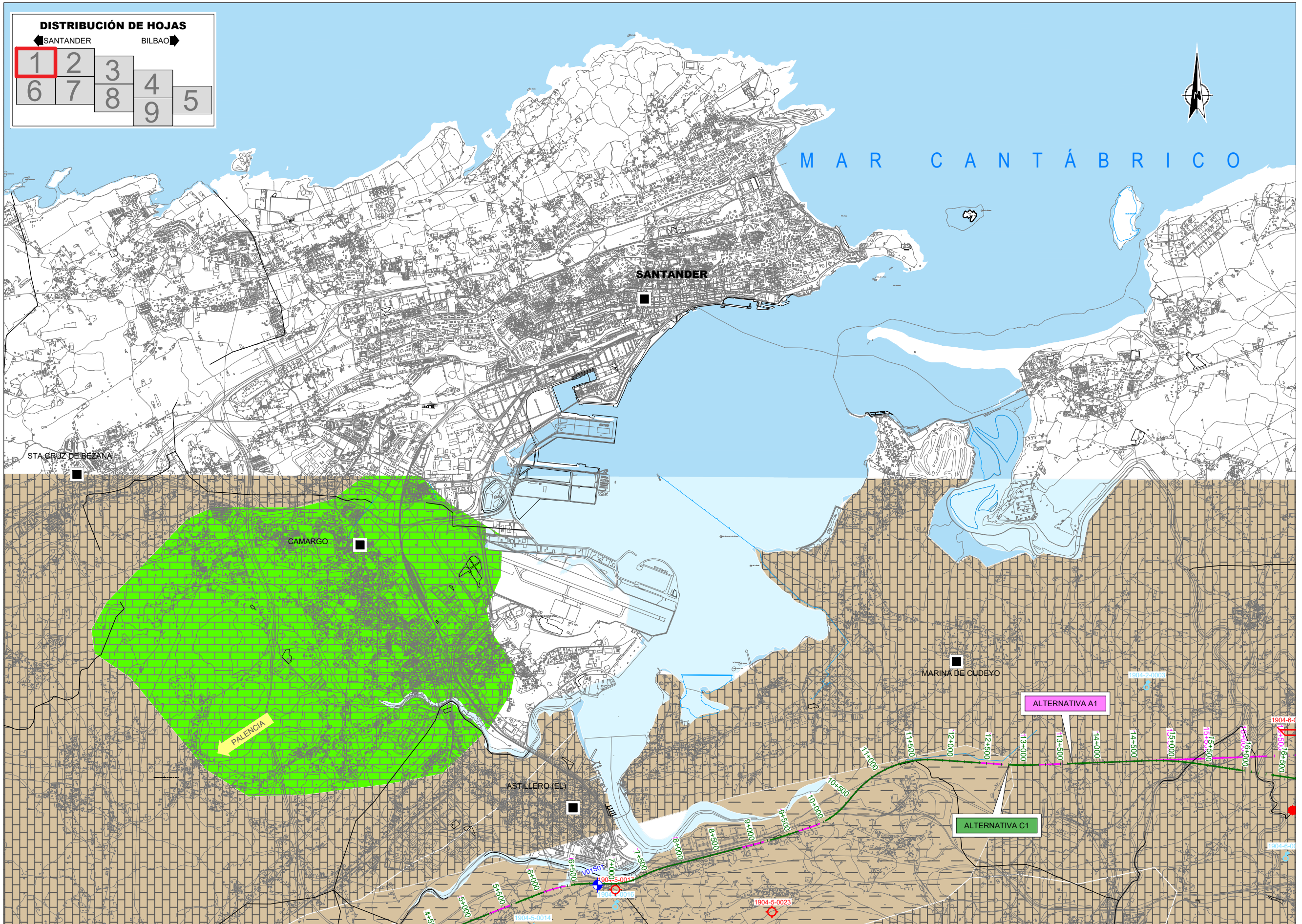
PERFIL SISMICO

SISTEMA KÁRSTICO

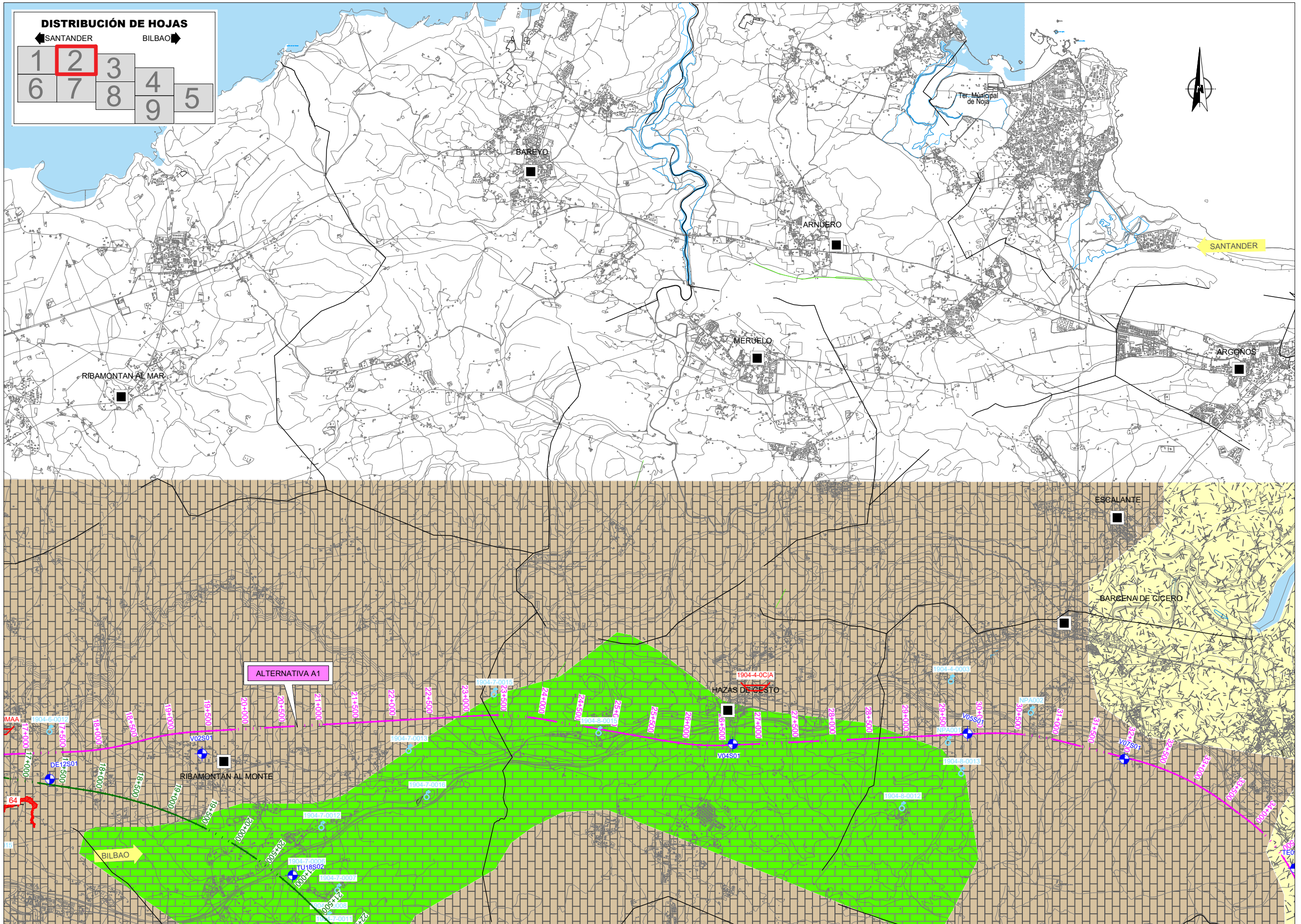
ENTRADA SISTEMA KÁRSTICO CATALOGADO

CONTORNO APROXIMADO DEL SISTEMA KÁRSTICO

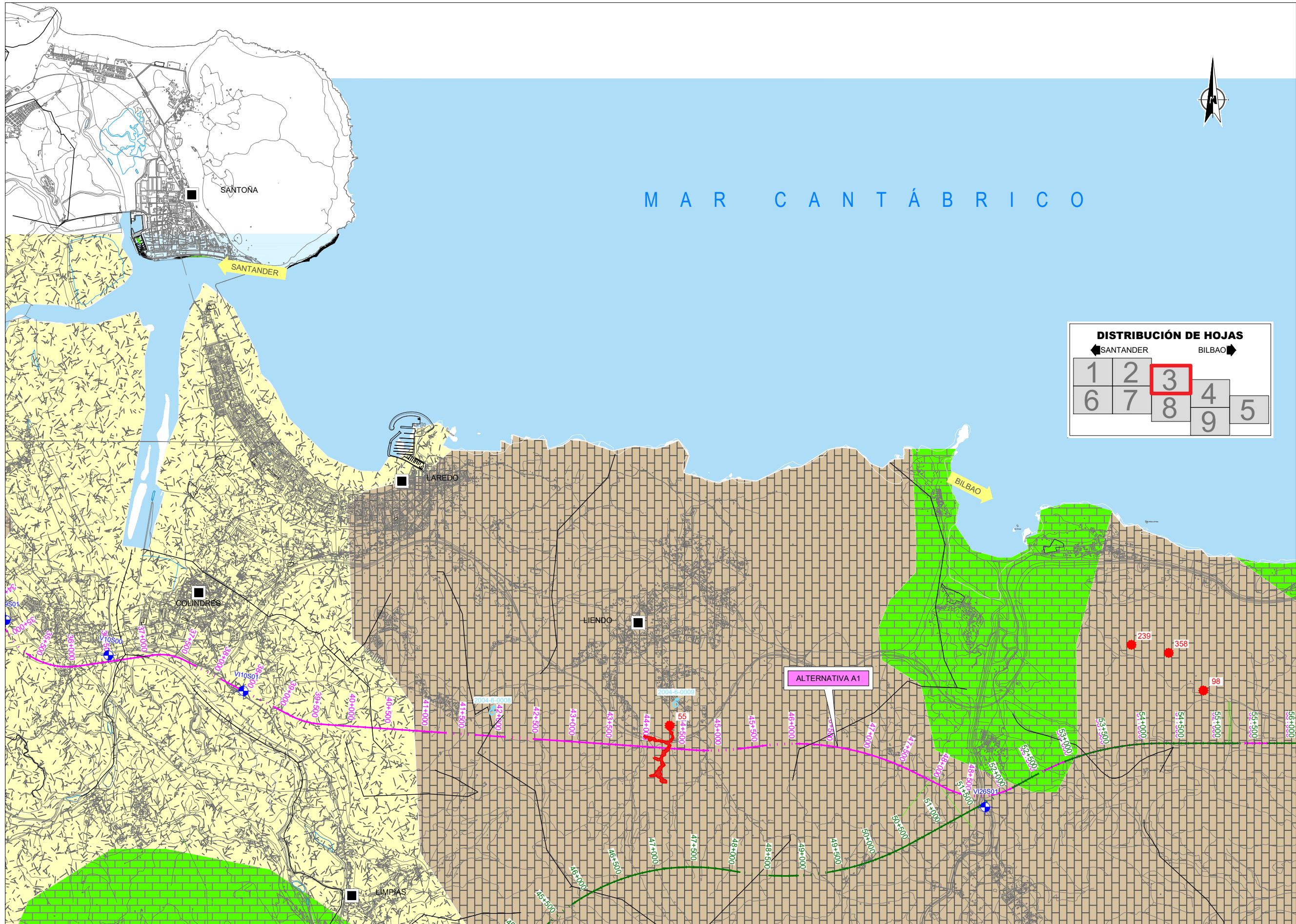
UBICACIÓN: C:\USERS\2253560\ACCIONES\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USA\PM\BIL07 - E\BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - WIP\F203 ANEJOS\05 GEOTECNIA\BILBAO-SAN-F2-01\05-05-05-DR-0400-PLANTA HIDROGEOLOGICA



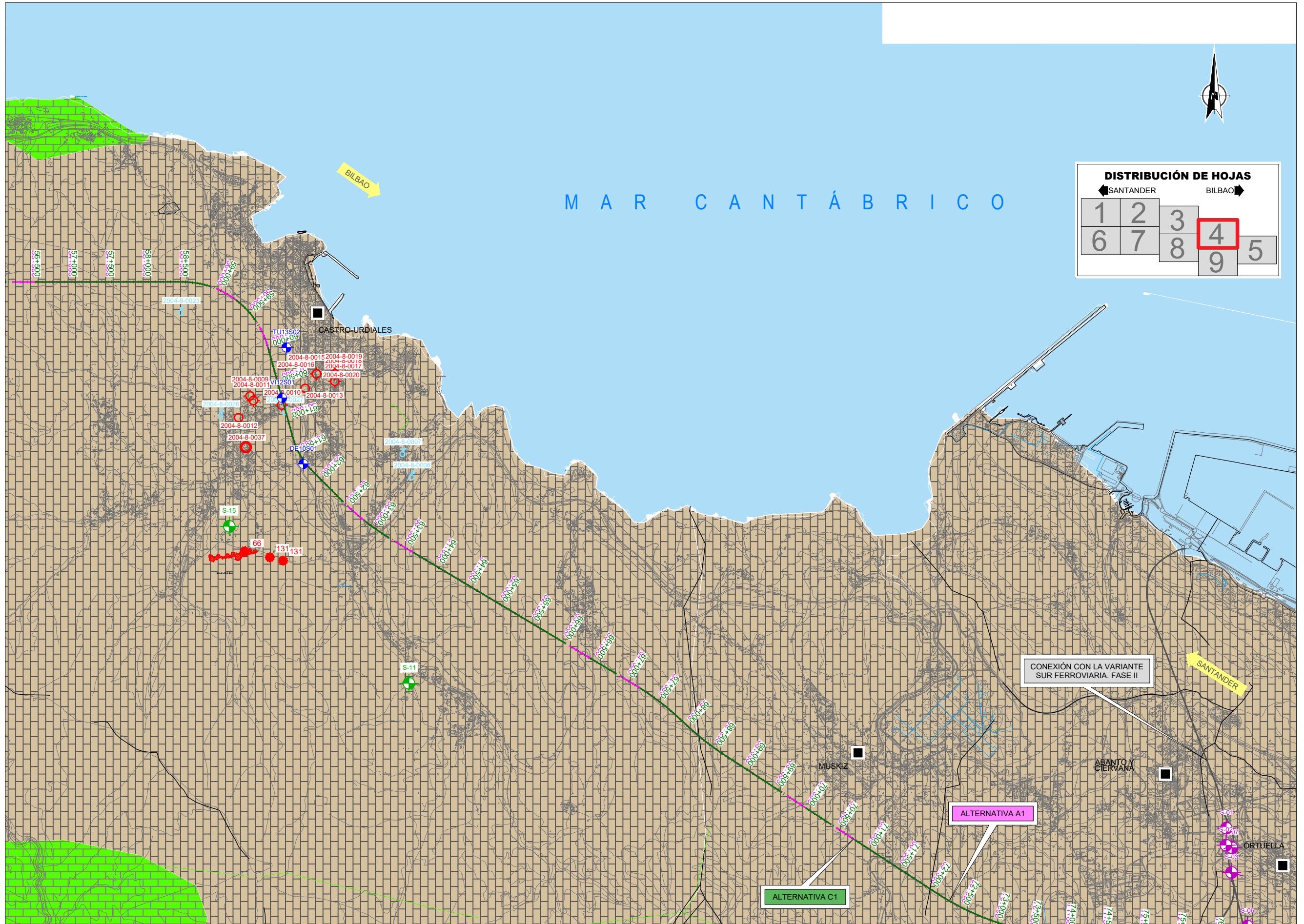
UBICACIÓN: C:\USERS\225365\Documents\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USAP\M1\07 - E BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - MIP\F203 ANEJOS 05 GEOTECNIA\BIL-SAN-F2-0105-GT-DR-0400-PLANTA HIDROGEOLOGICA



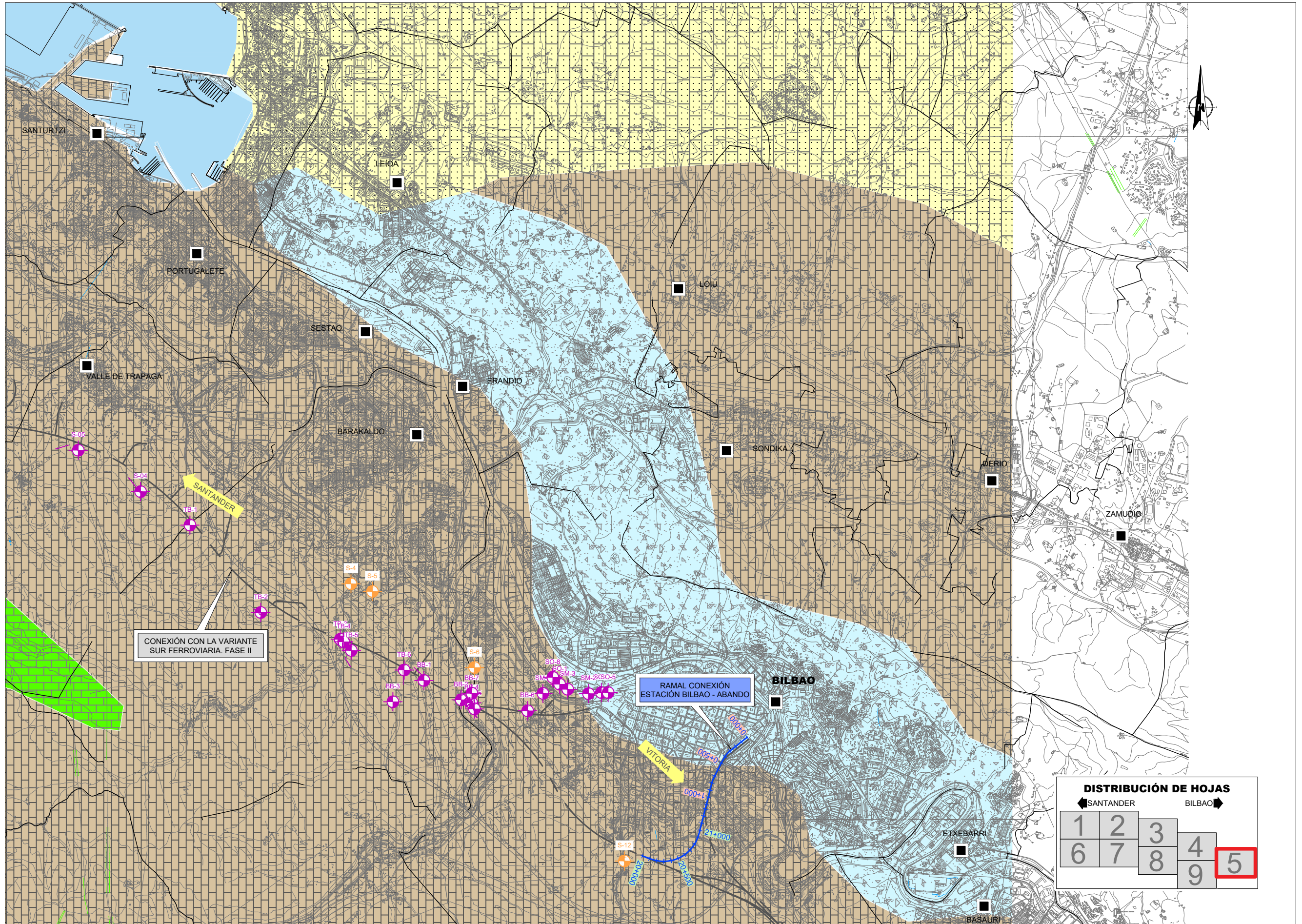
UBICACIÓN: C:\USERS\22535636\Documents\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USAS\PM1\0107 - E BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - MIP\F203 ANEJOS\05 GEOTECNIA\BILBAO\F2-0105-GT-DR-0400-PLANTA HIDROGEOLOGICA



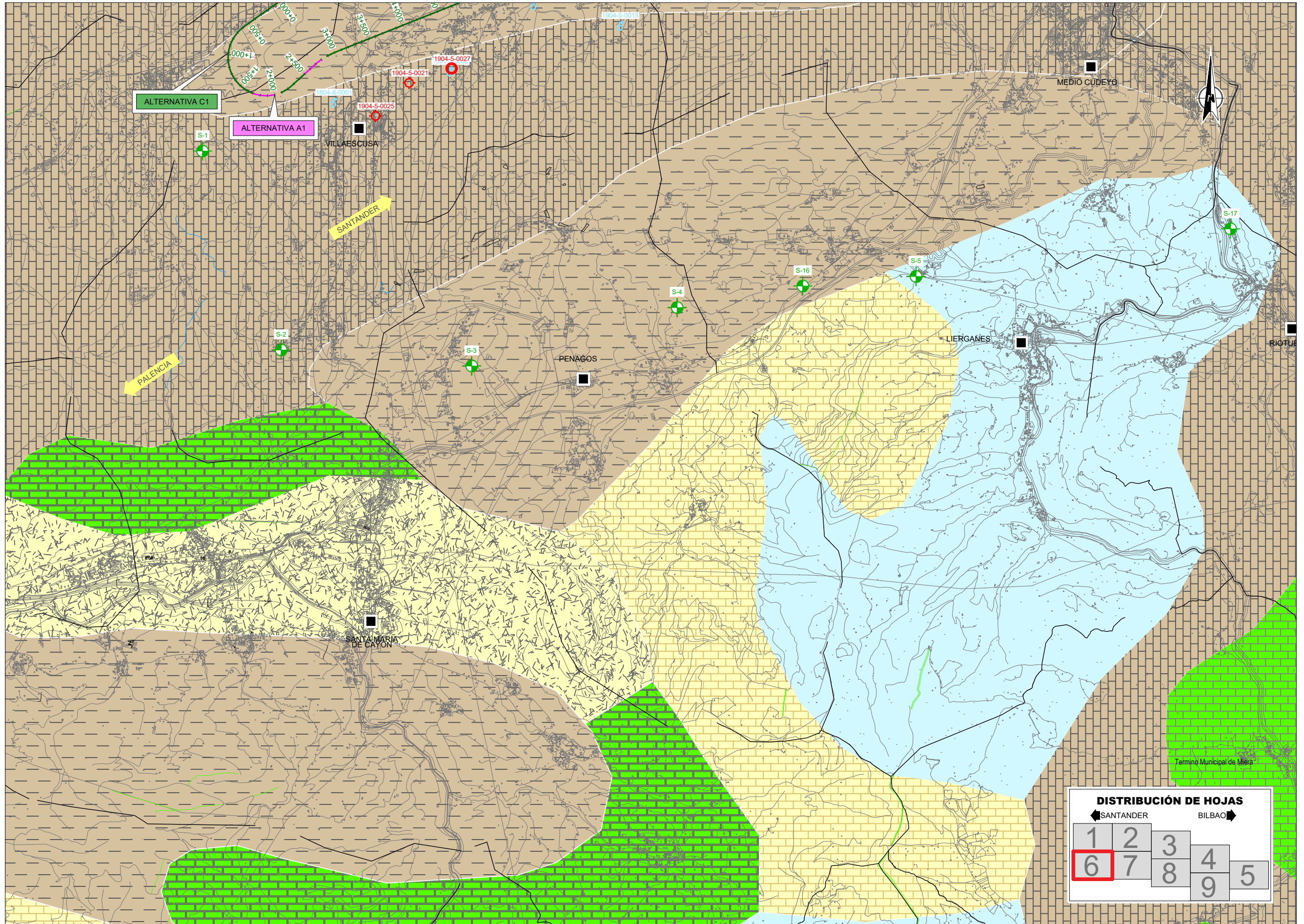
UBICACIÓN: C:\USERS\2253565\Documents\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USA\PM1\0107 - E\BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - WIP\F203 ANEJO 05 GEOTECNIA\BILBAO-SANTANDER-0105-05-05-DR-0400-PLANTA HIDROGEOLOGICA



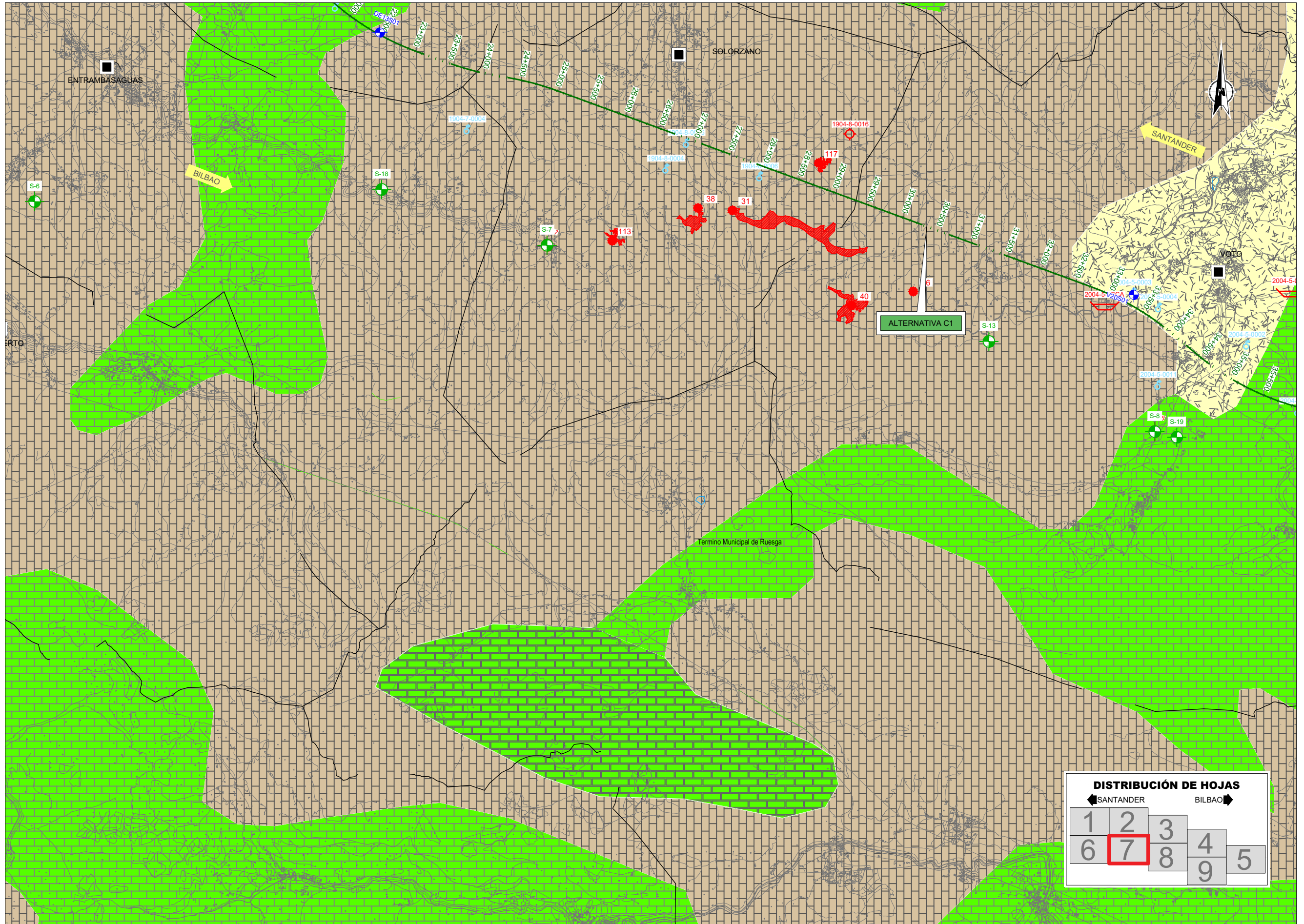
UBICACIÓN: C:\USERS\2253650\Documents\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USANIP\MI\0107 - E BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - MIPF203 ANEJOS\05 GEOTECNIA\BILBAO-SANTANDER-0105-05-GT-DR-0400-PLANTA HIDROGEOLOGICA



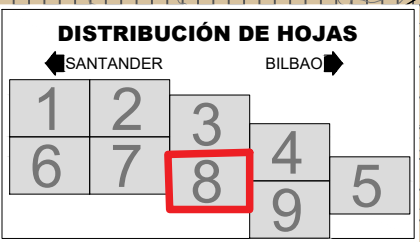
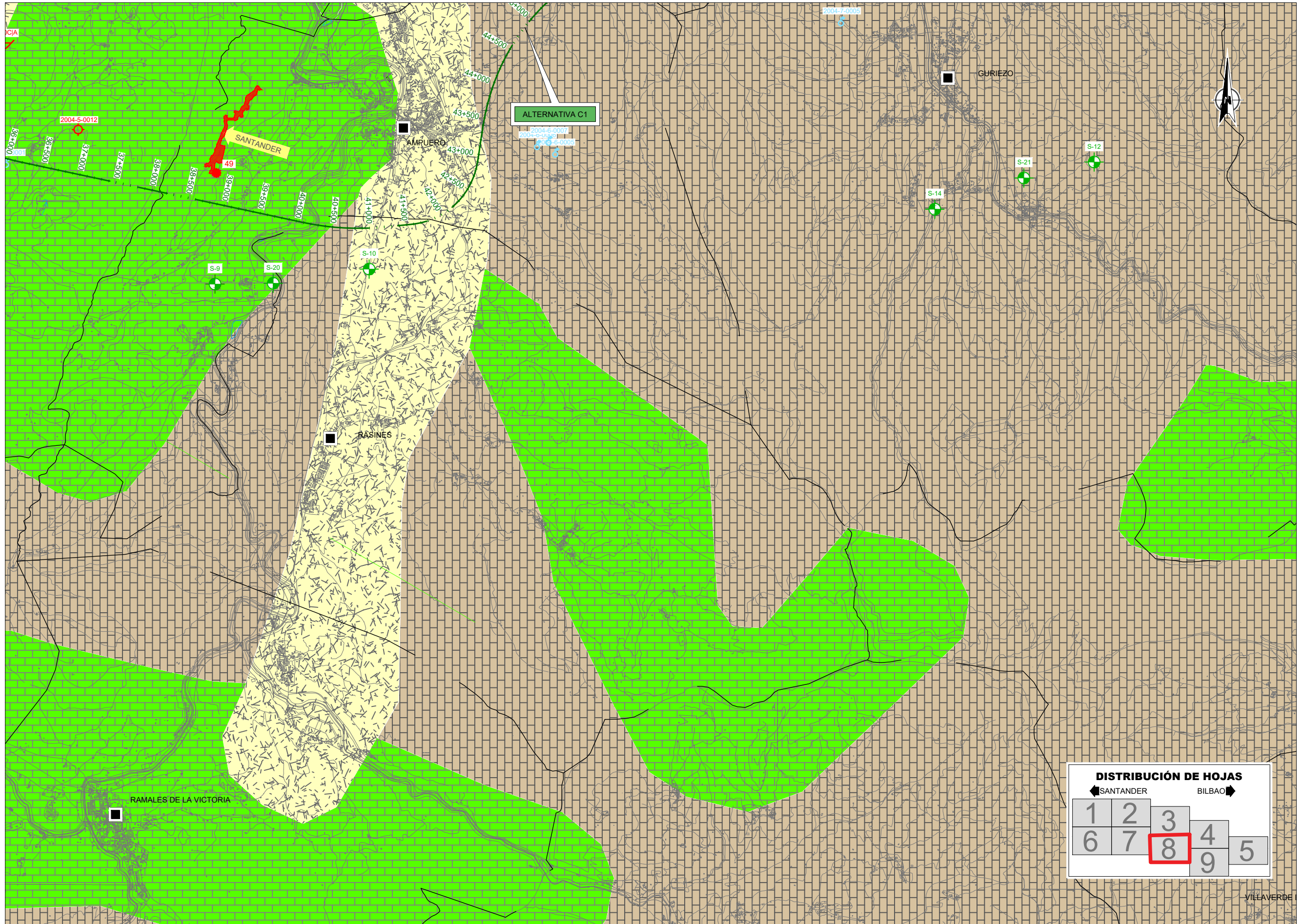
UBICACIÓN: C:\USERS\2253560\Documents\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USANIP\MI\0107 - E/BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - MIPF203 ANEJOS 05 GEOTECNIA\BILBAO-SANTANDER-0105-05-GEOTECNIA\PLANTA HIDROGEOLOGICA



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS				
◀ SANTANDER			BILBAO ▶	
1	2	3	4	5
6	7	8	9	



UBICACIÓN: C:\USERS\CIUSERS\2025\365\DOCS\DOCS\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USANIP\MI\0107 - E/BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - WIP\F203 ANEJOS\05 GEOTECNIA\BILBAO-SANTANDER-F2-0105-GT-DR-0400-PLANTA HIDROGEOLOGICA

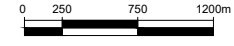


MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA GENERAL
DE TRANSPORTE TERRESTRE
DIRECCIÓN GENERAL
DEL SECTOR FERROVIARIO

TÍTULO:
ESTUDIO INFORMATIVO
DEL CORREDOR CANTÁBRICO MEDITERRÁNEO
TRAMO: BILBAO - SANTANDER

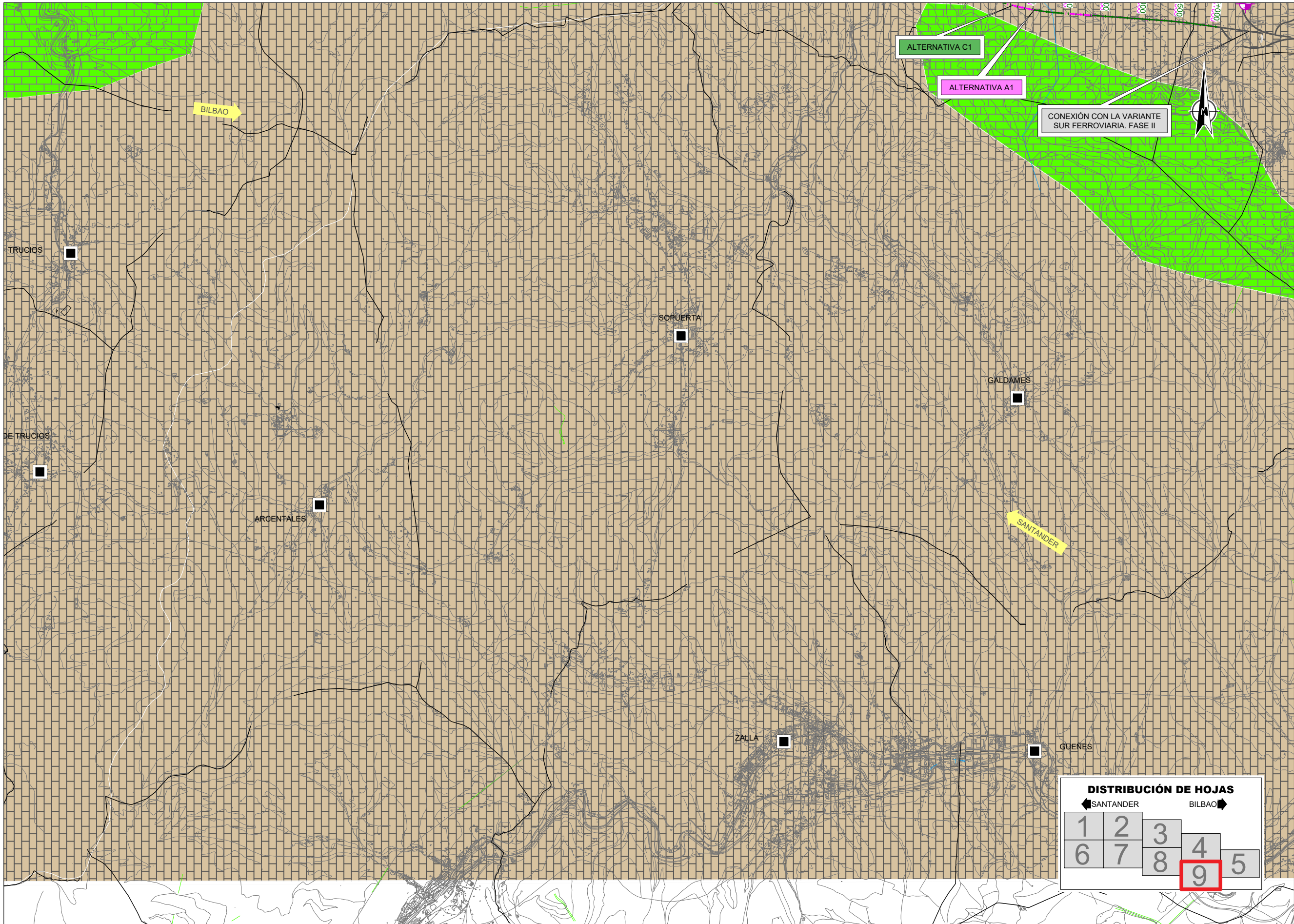
AUTORES:
 

ESCALA ORIGINAL:
1:25.000
Numérica:
DIN A-1
Gráfica:


Nº DE PLANO:
4
HOJA 08 DE 09

TÍTULO DEL PLANO:
ANEJO 05. GEOTECNIA
PLANTA HIDROGEOLOGICA

UBICACIÓN: C:\USERS\22536560\Documents\SENER\INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A. \USA\PM\11\07 - E\BILBAO-SANTANDER\PROJECT FILES\02_CAD\01 - WIP\F203 ANEJOS\05 GEOTECNIA\BILBAO\F2-01\05-01-GT-DR-0400-PLAN\AHIDROGEOLOGICA



MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA GENERAL
DE TRANSPORTE TERRESTRE
DIRECCIÓN GENERAL
DEL SECTOR FERROVIARIO

TÍTULO:
ESTUDIO INFORMATIVO
DEL CORREDOR CANTÁBRICO MEDITERRÁNEO
TRAMO: BILBAO - SANTANDER

AUTORES:

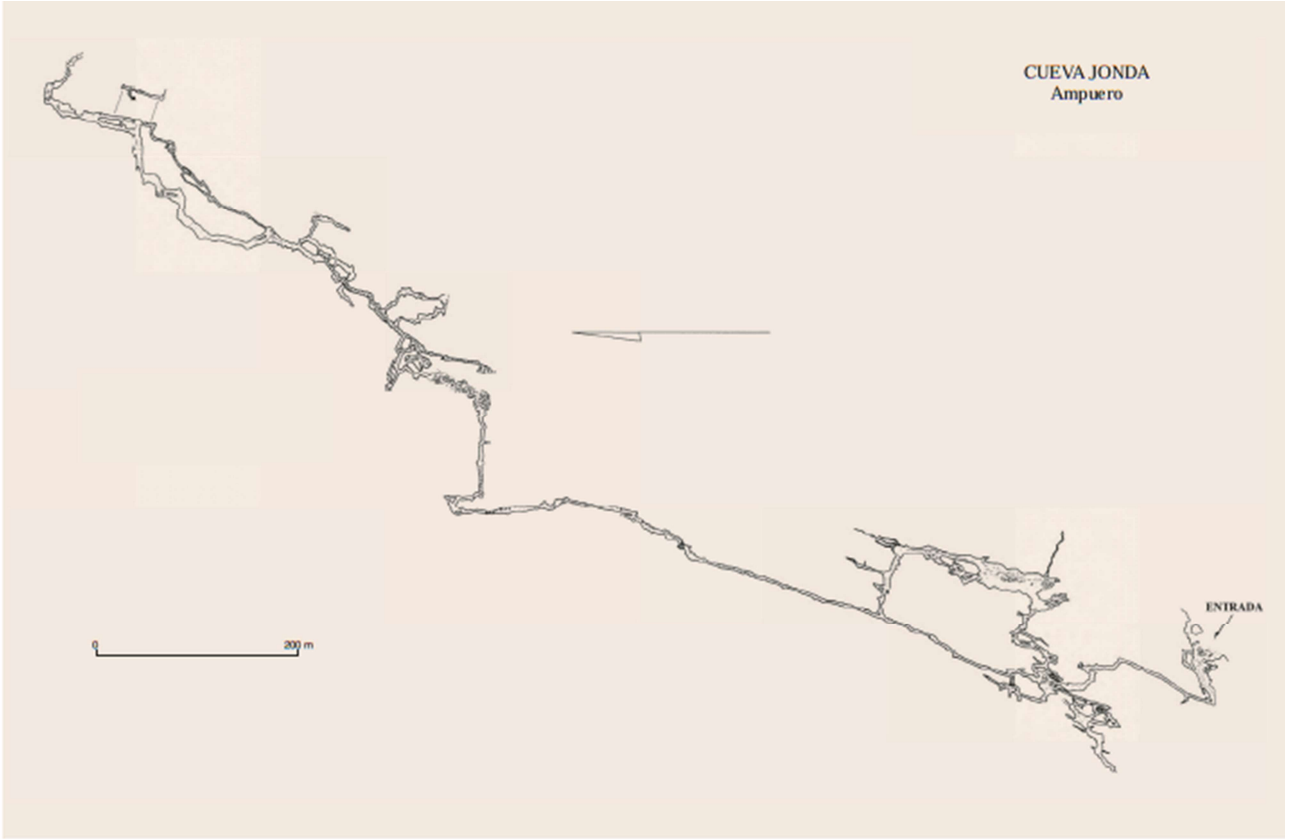
ESCALA ORIGINAL:
1:25.000
DIN A-1
Gráfica:

Nº DE PLANO:
4
HOJA 09 DE 09

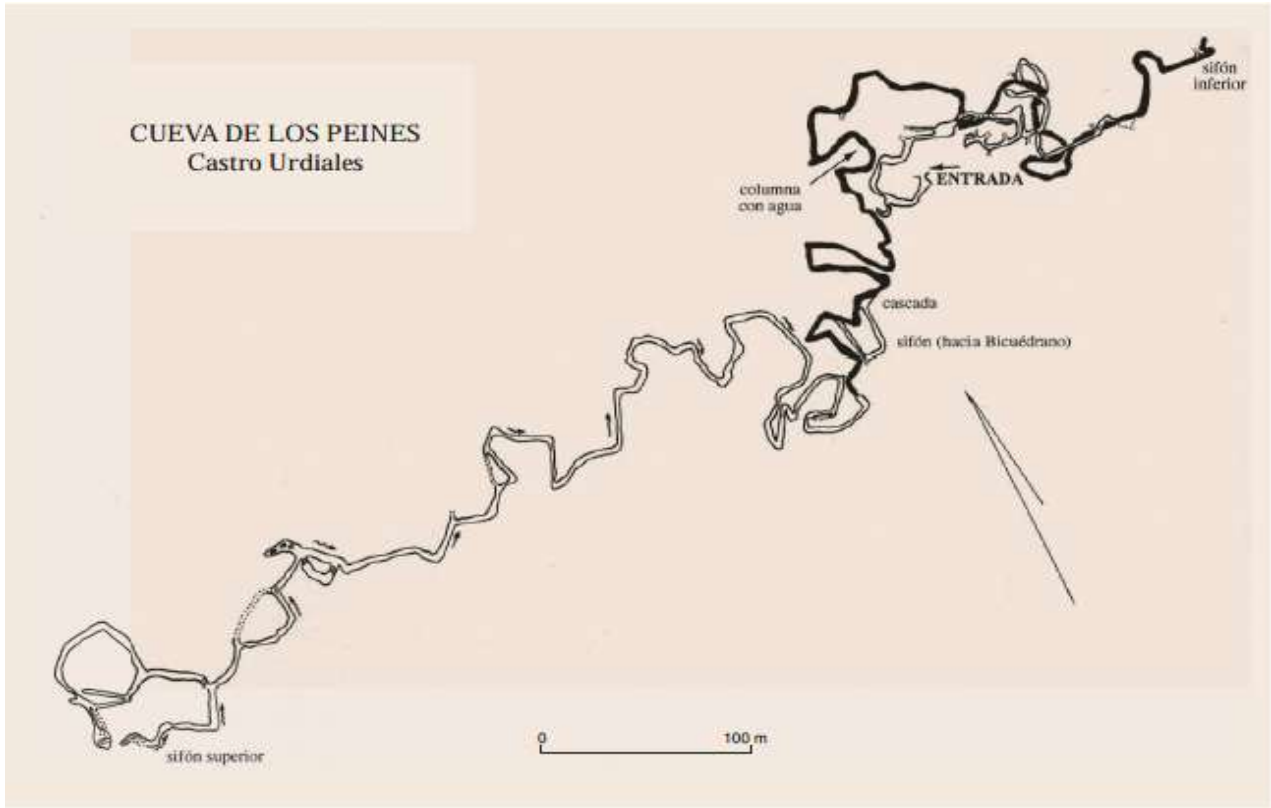
TÍTULO DEL PLANO:
ANEJO 05. GEOTECNIA
PLANTA HIDROGEOLOGICA

APÉNDICE 2 INVENTARIO DE SISTEMAS KARSTICOS

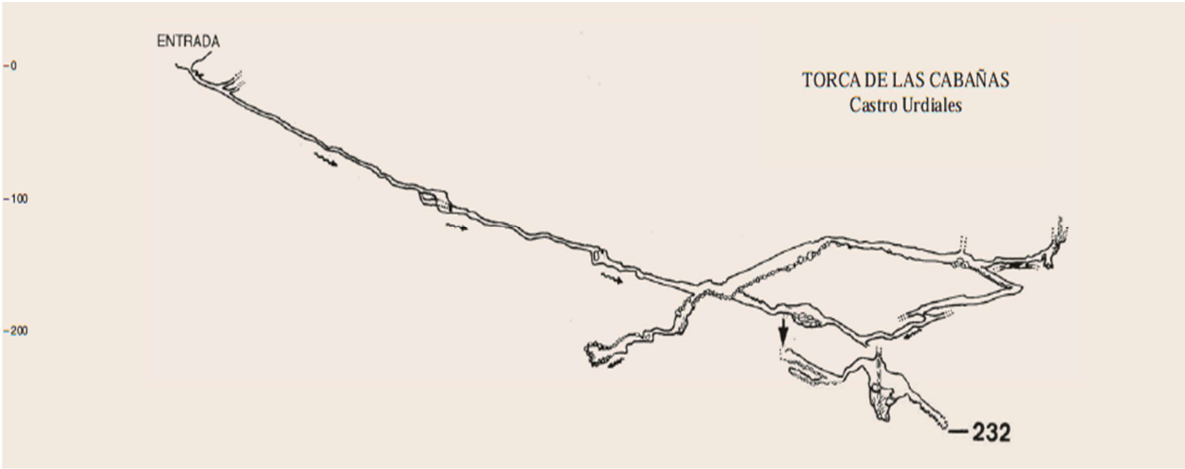
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva Jonda		49	Ampuero	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pág. 59.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
463654	4798331	146	4376	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
38+580	C1	427	No	
DESCRIPCIÓN				
Se encuentra al pie de la Sierra de Breñas, en la parte mas baja del Barranco de la Cueva. Está excavada en un contacto de materiales, calizas del complejo Urganiano que descansa sobre facies Weald. Funciona como colector del "Barranco de la Cueva" y , ya en su interior, recibe dos nuevos aportes de agua. Un importante manantial en el pueblo de Marrón podría ser el destino de las aguas o bien en San Miguel de Aras.				



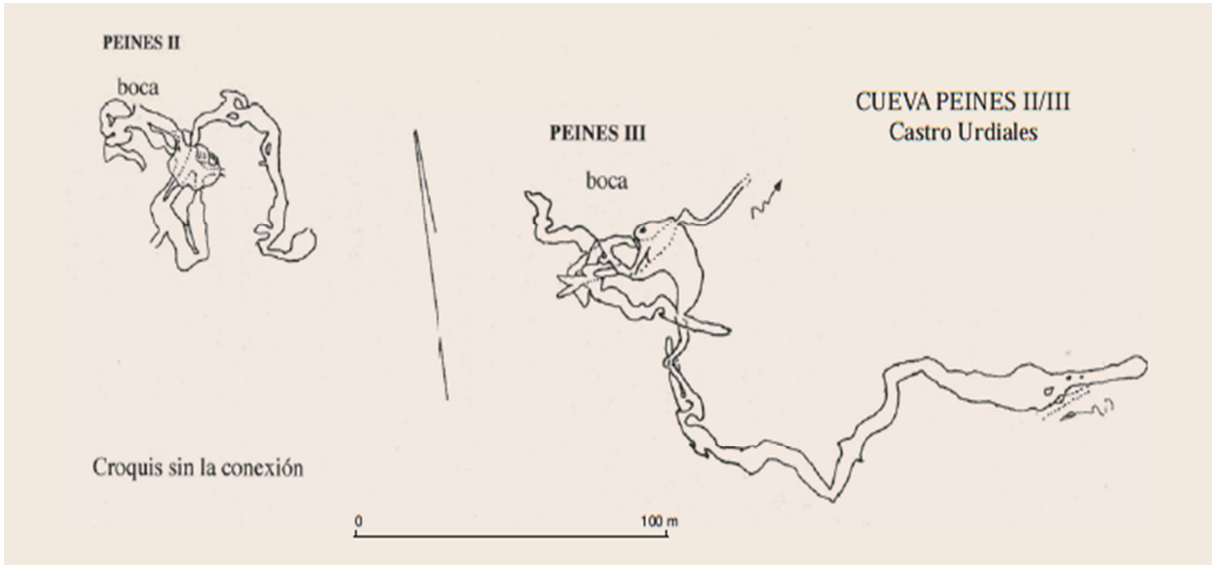
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva de los Peines		66	Castro Urdiales	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pág. 201.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
481534	4799441	85	3000	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
56+050	A1	1450	No	
PK	ALTERNATIVA			
62+040	C1			
DESCRIPCIÓN				
La cavidad puede dividirse en dos partes, por un lado las galerías descendentes de la entrada, y la galería del río, embalsado en su mitad próxima a La Suma. La primera parte, siempre descendente y llegando al río en varios puntos, se seca y con abundantes puntos de concreccionamiento. La segunda parte está siempre recorrida por el río y significa el desarrollo mayor de la cueva. Surge en un sifón con aguas que proceden de Torca Palomas y recorre libremente varios centenares de metros de galerías hasta embalsarse. El punto más bajo de la cueva es el sifón terminal que a cerca de 400 m resurge en la fuente de La Suma, que abastece con su aguas la red de algunas localidades cercanas.				



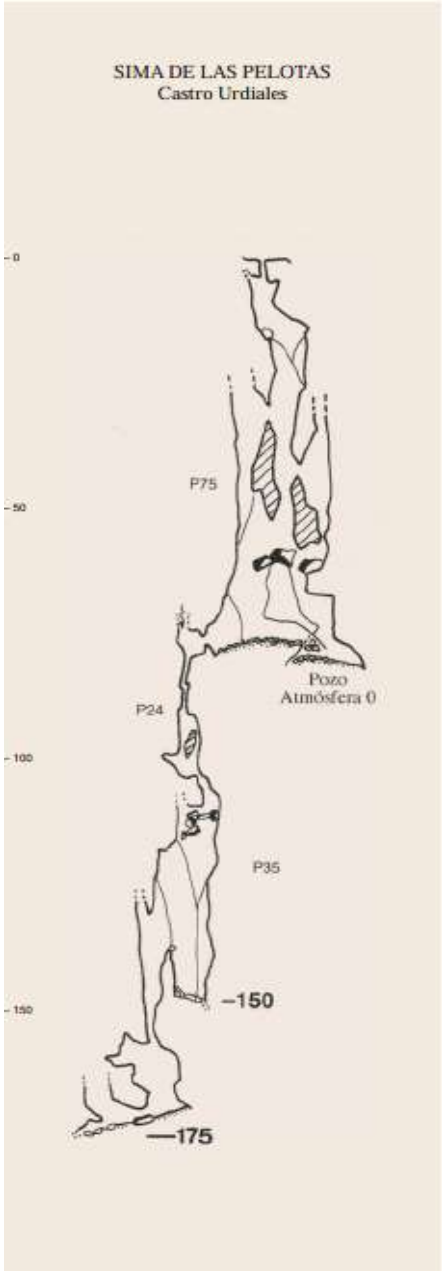
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Torca de las Cabañas		98	Castro Urdiales	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag. 209.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
477034	4803816	520	1896	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
51+570	A1	685	NO	
PK	ALTERNATIVA			
54+560	C1			
DESCRIPCIÓN				
Se desarrolla sobre suelo de areniscas wealdienses. En la galeria mas baja a -232m presenta formaciones de yeso.				



NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva de Peines II/III		131	Castro Urdiales	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pág. 214.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
481879	4799371	65	1200	
COORDENADAS ETRS89				
X	Y	Z		
482059	4799326	60		
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
56+520	A1	1153	No	
PK	ALTERNATIVA			
62+510	C1			
DESCRIPCIÓN				
Ambas cuevas están próximas a la de Los Peines, también al ir de La Peña. Peines II lleva hasta una galería descendiente hasta el río, siempre embalsado, que finaliza sifonado agua abajo. Esta cueva es conocida desde hace muchos años por su utilización como basurero. Peines III también presenta una galería por la que se alcanza el río, embalsado. Por otro galería se llega a un pozo en cuya base hay un curso activo, no embalsado, que procede de un sifón, y que presumiblemente sea tributo del embalse de Los Peines.				

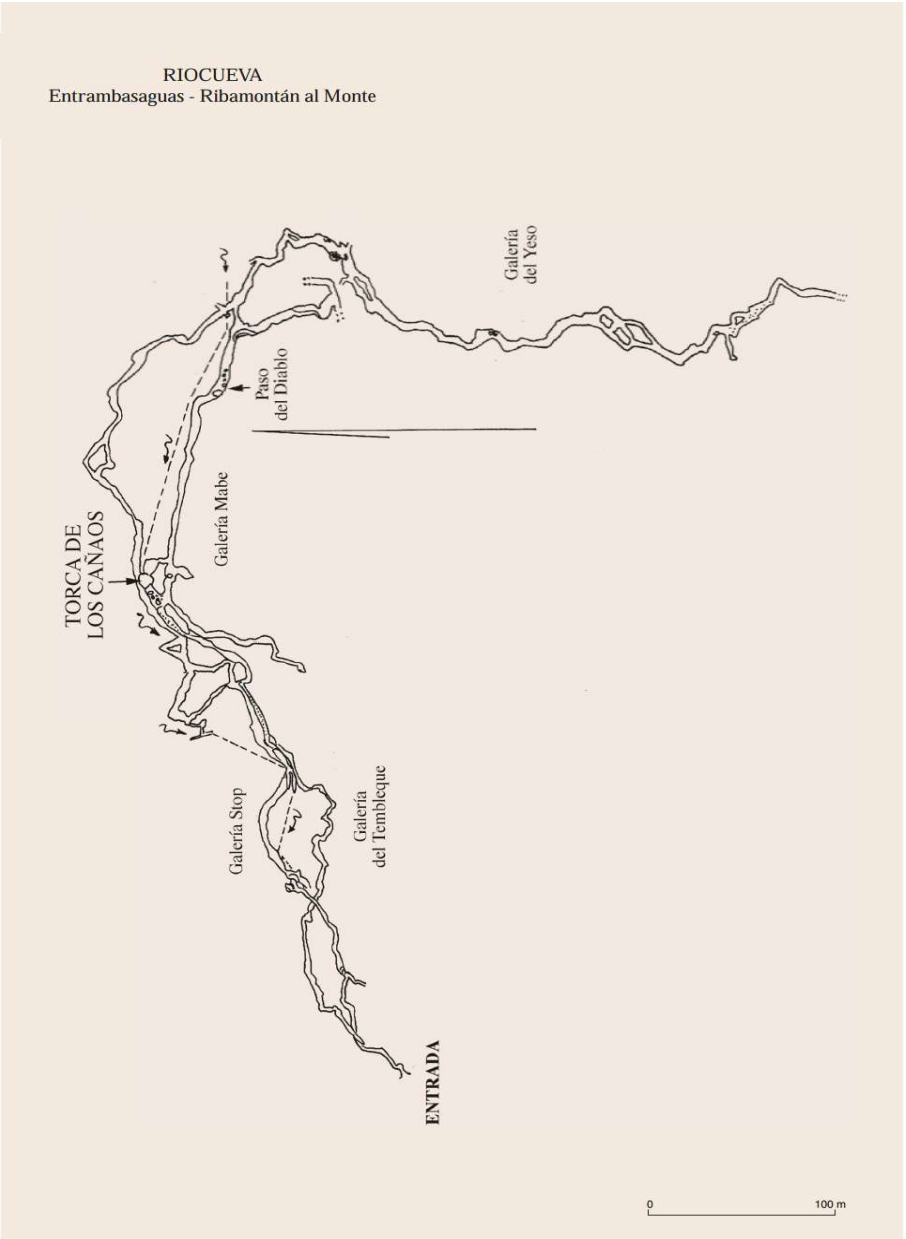


NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Sima de las Pelotas		239	Castro Urdiales	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pág. 218.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
476059	4804436	485	-175	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
50+580	A1	1385	No	
PK	ALTERNATIVA			
53+570	C1			
DESCRIPCIÓN				
Se abre en la falda Norte del Monte Cerredo, en una zona llana de hierba.				

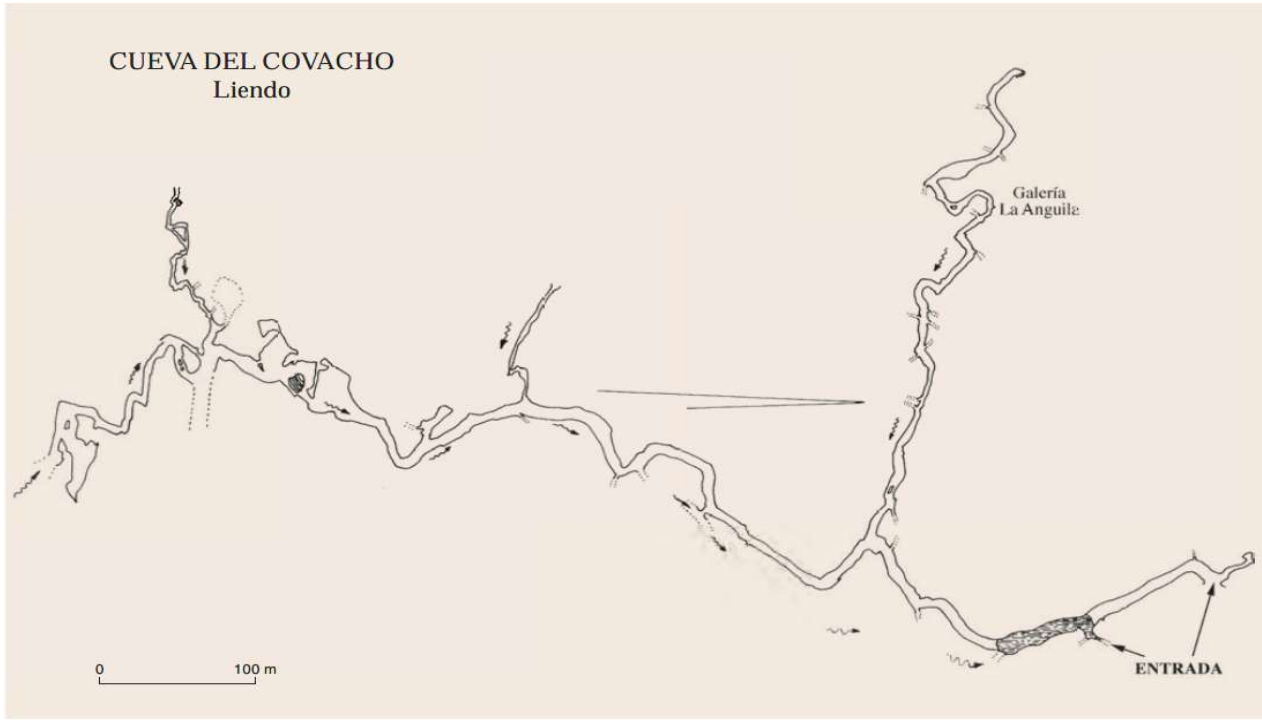


NOMBRE		N.º	MUNICIPIO	Fuente
Sima July		358	Castro Urdiales	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pág. 221.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
476564	4804326	525	-110	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
51+070	A1	1253	No	
PK	ALTERNATIVA			
54+060	C1			
DESCRIPCIÓN				
Se abre en el flanco Norte de una de las crestas (607m) al Oeste de Alto de Cerredo (643m).				

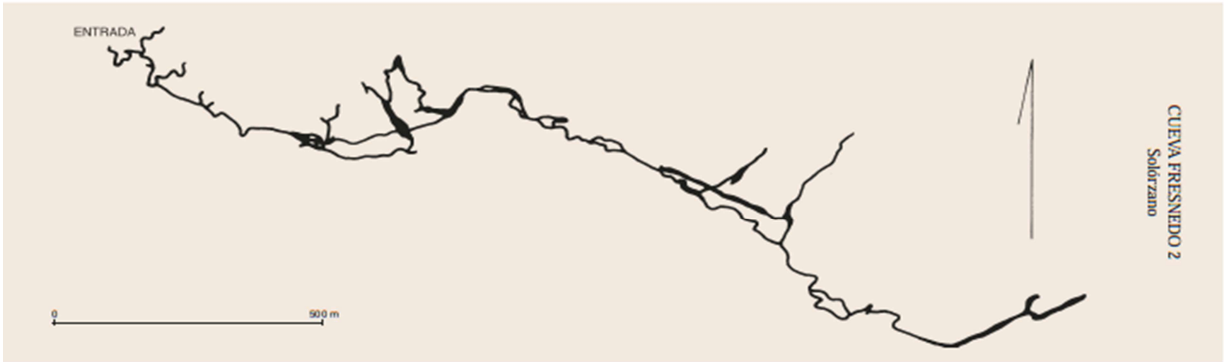
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Riocueva		64	Entrambasaguas	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pág. 274.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
443249	4805571	30	3113	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
16+530	C1	437	No	
DESCRIPCIÓN				
La entrada horizontal de la cueva es la surgencia de un modesto río que algunos metros después se une al Aguanaz. La cavidad contiene una galería activa, no siempre transitable, y uno o dos niveles fósiles que a menudo comunican con ella. Son galerías en general estrechas, de altibajos, con sectores secos y húmedos. hay que destacar la cristalizaciones de yeso, con aspecto sucio, que abundan en la galería de este nombre.				



NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva del Covacho		55	Liendo	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 311.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
469799	4803341	40	4000	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCION AL TRAZADO	
44+070	A1	298	No Cruce de la cueva bajo un tramo en terraplén	
DESCRIPCIÓN				
Posee dos bocas, al pie de la carretera local, distantes entre sí unas decenas de metros. La unicación más al norte, amplia y menos activa, conecta rápidamente con la otra, pequeña, activa y que da lugar a un abrevadero. En general, la cavidad es activa en gran parte de las galerías, con suelo arcilloso o tubos a presión. Tiene un tramo inundado cerca de la entrada Sur, la activa; la otra entrada sólo funciona en trop-plein. Conocida de muy antiguo, la cueva ha debido ser muy visitada en sus primeros metros. Sus aguas están represadas para servicio público.				



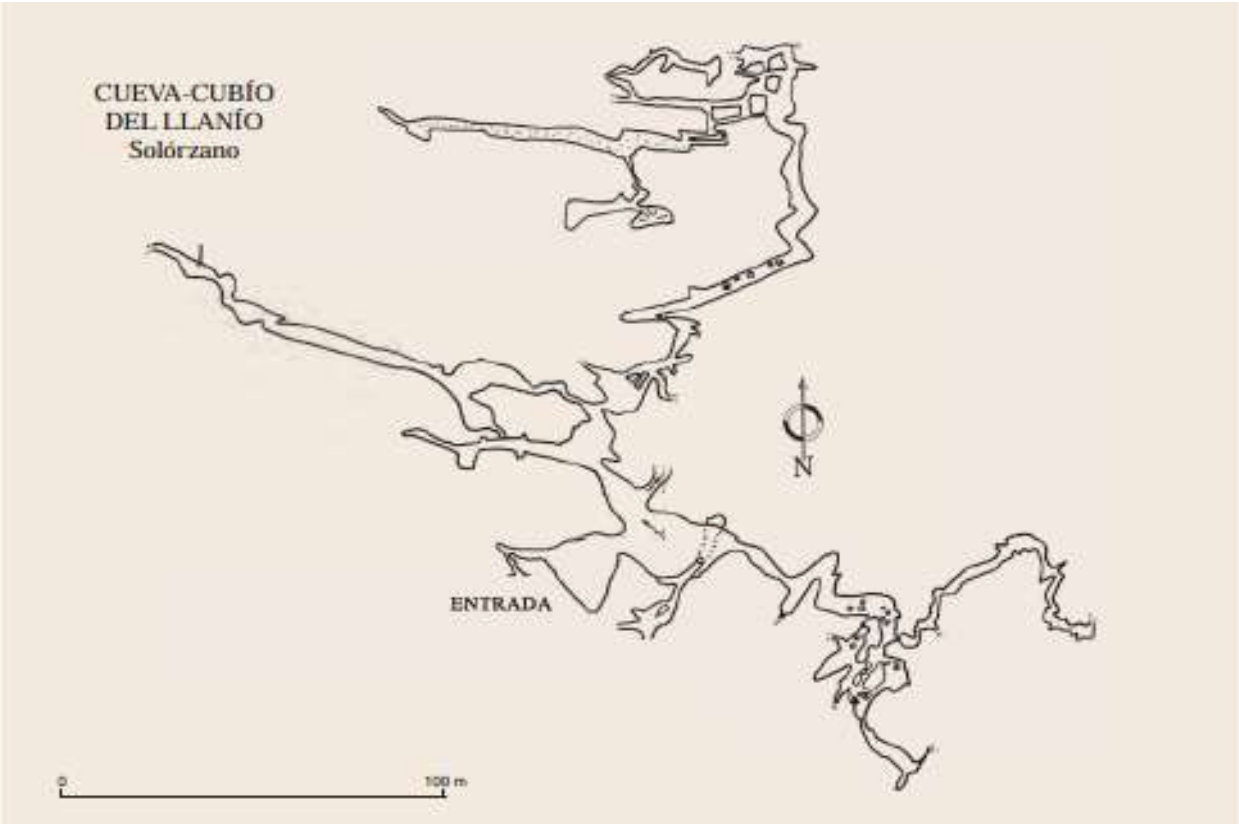
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva Fernedo 2		31	Solórzano	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 741.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
453149	4801191	140	7420	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
27+560	C1	700	No	
DESCRIPCIÓN				
Son características de la cavidad, aparte de su gran desarrollo, la presencia de abundante barro en determinados puntos próximos a la entrada, la ausencia de desniveles importantes y la uniformidad en el tamaño de sus rectas galerías, con frecuencia de 5 m de altura por 5 de anchura.				



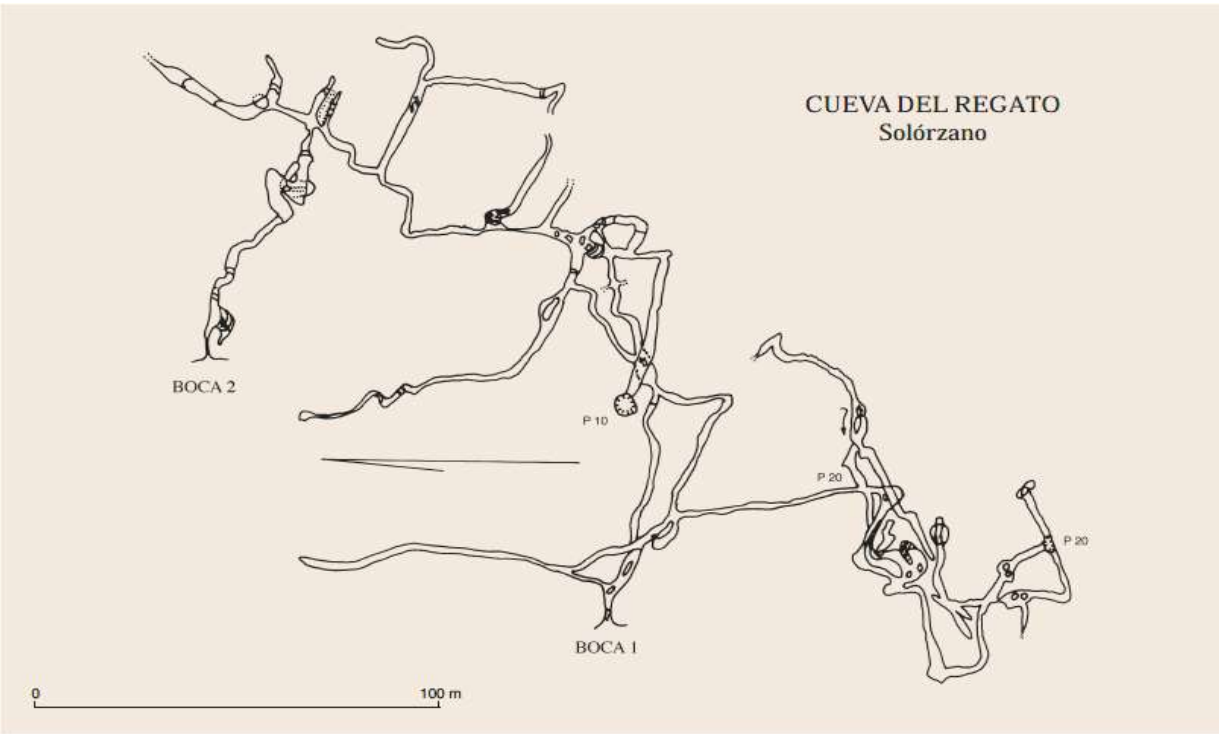
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva del Torno		38	Solórzano	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 743.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
452682	4801222	207	5471	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
27+070	C1	837	No	
DESCRIPCIÓN				
La cueva se inicia con un pequeño laberinto de galerías, con estechos pasos, que dan lugar a un laminador y luego una sala de 50 m de larga, con formaciones. Un río que atraviesa la sala desaparece por ésta y, previsiblemente, surgirá en el nacimiento del Campiezo (cabecera del calle de Solórzano).				



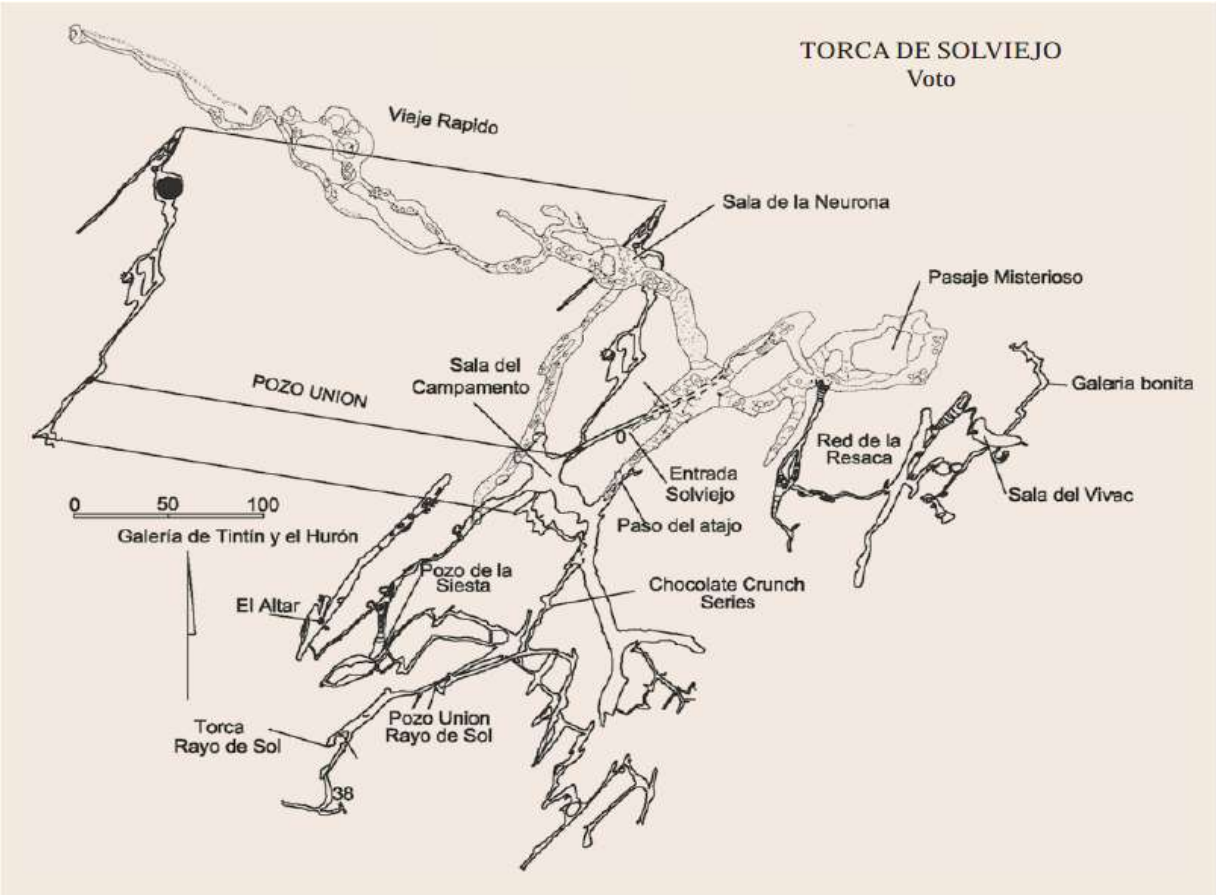
NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva-cubío del Llanío		113	Solórzano	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 745.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
451520	4800779	163	1525	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
26+500	C1	1658	No	
DESCRIPCIÓN				
La cavidad se inicia con acceso a un ancho laminador y poco después a un curso de agua. Son características de la cueva, un nivel horizontal a una cota intermedia, donde se desarrolla gran parte de ella, varios pozos que conectan con el nivel inferior y una chimenea de + 32 m.				



NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Cueva del regato		117	Solórzano	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 746.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
454319.3	4801830.9	215.0	1435	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
28+540	C1	300	No	
DESCRIPCIÓN				
En general, la cividad se desarrolla sore diaclasas, tanto juzgando por la seccion de las galerías como por la clásica configuración del conjunto de la red, laberíntica y estrecha. En el interior hay varios pozos, como máximo 20 m, y el desnivel total es de 95 m aproximadamente. hay 2 cursos de agua.				



NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Torca de Solviejo		40	Voto	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 802.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
454764	4799901	183	5023	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
29+550	C1	1350	No	
DESCRIPCIÓN				
Ambos accesos se encunetran en la cabecera del valle del río Clarión, en su ladera Norte, unos 100m sobre el manantial de Los Boyones, con el que la red probablemente no tenga relacion hidrológica alguna.				
El conjunto es una complicada red de galería de origen freático y vadoso donde se muestra las sucesivas etapas de su desarrollo.				



NOMBRE		Nº	MUNICIPIO	Fuente
Torca de Simón II		76	Voto	José León García (2010). "Catálogo grandes cavidades. Cantabria subterránea." Pag 808.
COORDENADAS ETRS89			DESARROLLO (m)	
X	Y	Z		
455599	4800091	150	2416	
PK	ALTERNATIVA	DISTANCIA EJE (m)	AFECCIÓN AL TRAZADO	
30+090	C1	880	No	
DESCRIPCIÓN				
Se trata de un conjunto de galerías laberínticas, de dimensiones aceptables, que descienden hasta pasar por debajo de Simón I. las corrientes de aguas que discurren por ellas probablemente tengan su salida por la Cueva del Churro.				