ANEJO 4

ANEJO Nº 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. METODOLOGÍA 1

1.2. BIBLIOGRAFÍA 1

1.2.1. CARTOGRAFÍA GENERAL 1

1.2.2. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA 1

1.2.3. BIBLIOGRAFÍA GENERAL 1

2. GEOLOGÍA 2

2.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL 2

2.2. GEOMORFOLOGÍA 3

2.3. TECTÓNICA 3

2.4. GEOLOGÍA DE DETALLE DE LA ZONA DE ESTUDIO 4

2.4.1. LITOLOGÍAS PRESENTES 4

3. HIDROGEOLOGÍA 6

3.1. MARCO HIDROGEOLÓGICO REGIONAL 6

3.1.1. MASB 090.012 ALUVIAL DE VITORIA 8

3.1.2. MASB 090.013 CUARTANGO-SALVATIERRA 9

3.2. HIDROGEOLOGÍA DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO 10

3.2.1. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LOS MATERIALES 10

3.2.2. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA 19

3.2.3. INVENTARIO DE ZONAS PROTEGIDAS 23

3.2.4. INVENTARIO DE EMPLAZAMIENTOS DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO 25

3.2.5. INVENTARIO DE SÓTANOS 27

3.2.6. SEGUIMIENTO PIEZOMÉTRICO 29

3.2.7. PIEZOMETRÍA Y ESQUEMA DE FLUJO SUBTERRÁNEO EN EL ÁMBITO DEL SOTERRAMIENTO 36

3.3. ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS OBRAS PROYECTADAS Y EL MEDIO ACUÍFERO 43

3.3.1. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DRENADOS EN FASE DE OBRA Y ESTUDIO DE UN POSIBLE SISTEMA DE DRENAJE DE FILTRACIONES 43

3.3.2. ESTUDIO DEL POSIBLE EFECTO BARRERA DE LA ESTRUCTURA SOTERRADA DEFINITIVA Y POSIBLES MEDIDAS DE RESTITUCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO 53

4. SISMICIDAD 88

5. GEOTECNIA 89

5.1. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA 89

5.1.1. SONDEOS 89

5.1.2. CALICATAS 89

5.1.3. PENETRÓMETROS DINÁMICOS 89

5.2. GEOTECNIA TRAMO 1 90

5.2.1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES 90

5.2.2. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO 99

5.2.3. AGRESIVIDAD DEL SUBSUELO AL HORMIGÓN 101

5.3. GEOTECNIA TRAMO 2 103

5.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES 103

5.3.2. AGRESIVIDAD DEL SUBSUELO AL HORMIGÓN 108

5.3.3. OBRAS DE TIERRA 109

5.4. ESPESORES DE LA CAPA DE FORMA 113

5.5. CIMENTACIÓN DE VIADUCTOS 113

6. RIESGOS GEOLÓGICOS, HIDROGEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS 113

APÉNDICE 1. MAPA GEOLÓGICO GENERAL (MAGNA)

APÉNDICE 2. MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

APÉNDICE 3. MAPA HIDROGEOLÓGICO

APÉNDICE 4. PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

4.1. TRAMO 1. INTEGRACIÓN EN VITORIA, ESCALA 1:2.000

4.2. TRAMO 2. NUDO DE ARKAUTE, ESCALA 1:5.000

4.2.1. ALTERNATIVA ESTE

4.2.2. ALTERNATIVA OESTE

APÉNDICE 5. PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO LONGITUDINAL TÚNEL. TRAMO 1

APÉNDICE 6. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

6.1. ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ (2010)

6.2. E.I. AMPLIACIÓN SUR TRANVÍA DE VITORIA (2012)

6.3. PROYECTO BÁSICO DE PLATAFORMA PARA LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ. FASE I (2012)

6.4. ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO PARA LA INSERCIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN VITORIA-GASTEIZ (2017)

6.5. CAMPAÑA COMPLEMENTARIA APROXIMACIÓN A VITORIA GASTEIZ DE LA NUEVA RED FERROVIARIA EN EL PAÍS VASCO (2018)

APÉNDICE 7. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

7.1. PROYECTO BÁSICO DE PLATAFORMA PARA LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ. FASE I (2012)

7.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO PARA LA INSERCIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN VITORIA-GASTEIZ (2017)

APÉNDICE 8. PRESIÓMETROS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO PARA LA INSERCIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN VITORIA-GASTEIZ (2017)

APÉNDICE 9. ENSAYOS RECOPILADOS

9.1. ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ (2010)

9.2. PROYECTO BÁSICO DE PLATAFORMA PARA LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ. FASE I (2012)

9.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO PARA LA INSERCIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN VITORIA-GASTEIZ (2017)

9.4. CAMPAÑA COMPLEMENTARIA APROXIMACIÓN A VITORIA GASTEIZ DE LA NUEVA RED FERROVIARIA EN EL PAÍS VASCO (2018)

APÉNDICE 10. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD RECOPILADOS

10.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO PARA LA INSERCIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN VITORIA-GASTEIZ (2017)

10.2. ESTUDIO Y SEGUIMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA - GASTEIZ (2014)

APÉNDICE 11. INVENTARIOS DE PUNTOS DE AGUA

11.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA URA – AGENCIA VASCA DEL AGUA

11.2. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO (CYE-LURGINTZA, 2014)

11.3. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS IGME

11.4. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA BASE TOPOGRÁFICA NACIONAL A ESCALA 1:25.000 CNIG

APÉNDICE 12. DATOS CLIMÁTICOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA ARKAUTI, DE LA RED DE EUSKALMET

APÉNDICE 13. DOCUMENTACIÓN RELATIVA A LA CONTRUCCIÓN DE SIFONES

13.1. APÉNDICE 3. CONSTRUCCIÓN DE SIFONES AL “PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)”. JULIO 2010

13.2. NOTA TÉCNICA SOBRE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL PARA LA EJECUCIÓN DE SIFONES EN EL “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE LOGROÑO”. MAYO 2009

1. INTRODUCCIÓN

El Estudio se divide en dos tramos claramente diferenciados:

Tramo 1: Acceso a Vitoria-Gasteiz (Estudio a escala 1:1.000).

El inicio del trazado correspondiente al 'Acceso a Vitoria-Gasteiz' se ha situado en el PK 487 de la actual línea convencional Madrid-Hendaya coincidente con las agujas de acceso a la terminal de Jundiz por el lado Vitoria. Dicho inicio se localiza en las proximidades de la localidad de Krispijana.

El final del trazado se corresponde con el inicio del tramo 2 'Nudo de Arkaute' tras el cruce del río Errekaleor.

El nuevo trazado aprovechará el recorrido de la actual línea convencional Madrid – Hendaya a su paso por Vitoria, discurriendo soterrado a lo largo del núcleo urbano. Contará con una nueva estación, también soterrada, en el emplazamiento de la actual.

Tramo 2: Nudo de Arkaute (Estudio a escala 1:5.000). 2 alternativas

Su inicio es el final del tramo 1 en las cercanías del río Errekaleor finalizando en la conexión con la Y vasca en su tramo Arrazua/Ubarrundia – Legutiano. El punto de conexión se sitúa en las cercanías del Polígono Industrial de Betoño (Vitoria) y la localidad de Zurbano.

Como primer paso, se ha procedido a recopilar toda la información geológica y geotécnica disponible.

A modo de resumen, en este Anejo se describen los siguientes aspectos:

- Descripción de los aspectos geológicos e hidrogeológicos generales y de las zonas de estudio en concreto.
- Definición de las unidades geoestructurales y litológicas reconocidas en la zona de estudio.
- Síntesis de las unidades afectadas agrupadas en unidades geotécnicas.
- Determinación cualitativa de los riesgos geológicos que pueden afectar a las unidades así definidas y clasificación de las unidades litoestratigráficas en función de ellos.
- Estimación del porcentaje da aprovechamiento de materiales excavados.
- Estudio hidrogeológico general y específico de los túneles

1.1. METODOLOGÍA

La zona de proyecto fue estudiada previamente en varios proyectos ferroviarios y de carreteras. El punto de partida para la realización del presente anejo ha sido, por tanto, la recopilación y análisis de la información existente sobre la zona objeto de estudio. Se ha contado con información de campañas geotécnicas previas realizadas en la zona, pertenecientes a los proyectos que se indican en el punto 1.2.2.

Todo ello se ha recogido en una cartografía geológica a escala 1:2.000 en A3 en el Tramo 1, y 1:5.000 en el tramo 2. Estas dos plantas se adjuntan en el apéndice correspondiente de este anejo. Se presenta también el perfil geológico interpretado de los túneles.

1.2. BIBLIOGRAFÍA

1.2.1. Cartografía general

- IGME. 1976. Mapa Geológico de España (MAGNA), escala 1/50.000, Vitoria, hoja nº 112.
- IGME. Mapa Geotécnico de España, escala 1/200.000, Bilbao, hoja nº 12.
- EVE. 1993. Mapa Geológico del País Vasco. Número 112-IV, Vitoria – Gasteiz.
- Gobierno Vasco et al. 1996. Mapa Hidrogeológico del País Vasco a escala 1:100.000

1.2.2. Bibliografía específica

- Ministerio de Fomento. 2010. Estudio Informativo del Proyecto de Integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (Prointec).
- Ministerio de Fomento. 2012. Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria/Gasteiz. Fase I (Inypsa).
- "Estudio y Seguimiento Hidrogeológico de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria - Gasteiz" (CYE – Lurgintza, 2014).
- Euskal Trenbide Sarea. 2017. Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (Saitec).
- Euskal Trenbide Sarea. 2018. Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (JMS).
- "Control de niveles Freáticos previo a la inserción de la alta velocidad en Vitoria-Gasteiz. Informe Semestral: Septiembre 2018 - Abril 2019" (SAITEC, Abril 2019).
- "Control de niveles Freáticos previo a la inserción de la alta velocidad en Vitoria-Gasteiz. Informe Semestral: Marzo - Agosto 2018" (SAITEC, septiembre 2018).

1.2.3. Bibliografía general

- Gibbons, W & Moreno, T. (Eds.) 2002. The Geology of Spain. The Geological Society, London.
- González Aleñar, V. 2011. El túnel del Regajal. Procedimientos constructivos aplicados.
- Vera, J.A. (ed.) 2004. Geología de España. SGE-IGME, Madrid.
- CNIG. Base Cartográfica Nacional a escala 1:25.000. hojas nº 112-III, 112-IV, 138-I y 138-II. Cartografía topográfica digital tanto en formato ráster como vectorial.
- Ficha de caracterización de la Masa de Agua Subterránea Aluvial de Vitoria (012).
- Ficha de caracterización de la Masa de Agua Subterránea Cuartango – Salvatierra (013).

2. GEOLOGÍA

2.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

A nivel regional, la zona de estudio, se enmarca dentro de la Unidad Geológica Cordillera Pirenaica localizada en el límite entre las placas Ibérica y Europea que supera ampliamente en extensión a la unidad geográfica del mismo nombre (Pirineos), ya que se extiende hacia el Oeste (Cordillera Cantábrica) y hacia el este, por el sur de Francia (Langueloc). En la siguiente figura se muestran las principales Unidades Geológicas de España.

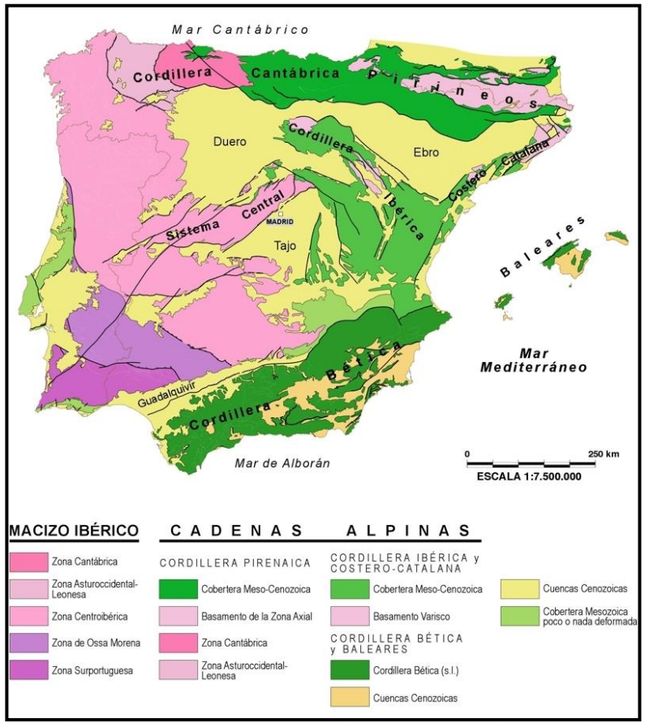


Figura 1 Principales unidades geológicas de España peninsular, Portugal y Baleares

La Cordillera Pirenaica se divide en dos grandes conjuntos, los Pirineos y la Cordillera Cantábrica, siendo el límite entre ambas unidades la Falla de Pamplona.

La Cordillera Cantábrica se ha subdivido en varios dominios: Arco Vasco, Surco Navarro-Cántabro y Plataforma Norcastellana). La zona en estudio se encuadra dentro del Surco Navarro-Cántabro, más concretamente se localiza en la denominada Cubeta Alavesa.

Esta cubeta se encuentra rellenada por materiales de edad mesozoica y cuaternaria que afloran en superficie. La idea de Surco o cubeta indica una clara subsidencia en la zona, aunque en este caso siempre ha estado compensada por procesos de sedimentación, con escasos indicios de metamorfismo y magmatismo Cretácicos.

Su límite está configurado por varios sistemas de fallas, como el de Bilbao – Alsasua por el NNE y el cabalgamiento de la Sierra de Cantabria / Montes de Tesla y su continuación ONO por las fallas de Carrales y Rumaceo. En la siguiente figura, se muestra el esquema de la división de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

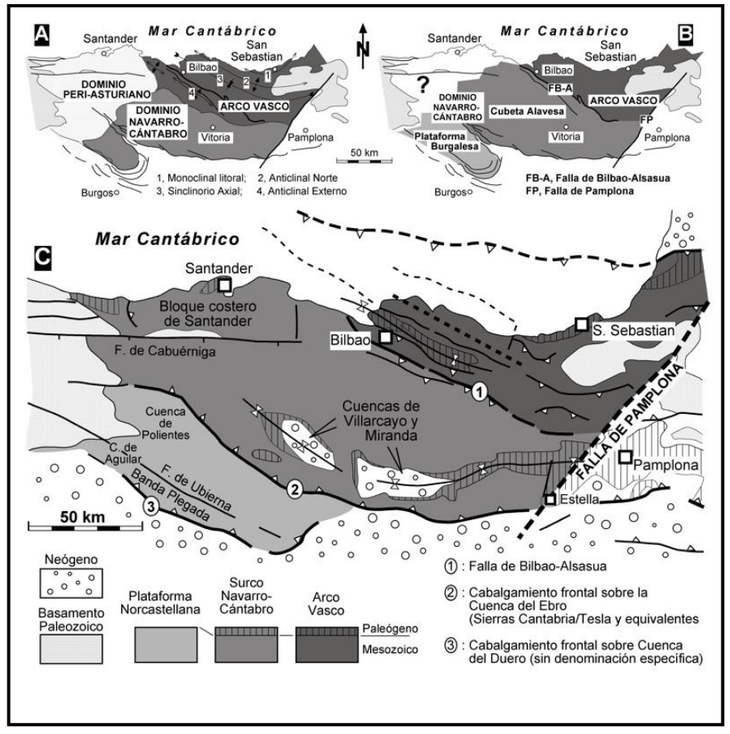


Figura 2 Esquema de división de la Cuenca Vasco-Cantábrica

Esta región queda comprendida en los Mapas Geológicos del País Vasco. Números: 112-IV, Vitoria – Gasteiz; 138-I, Nanclares; 138-II, Monte Kapildui, y Nº 112-III, Foronda, escala 1: 25.000, y está caracterizada por dos tipos de materiales básicamente:

- Aluviales y coluviales formados por materiales de naturaleza heterogénea (gravas, arenas y limos)
- Margas y margas calcáreas.

Las margas y margas calcáreas se localizan abarcando una importante área dentro de la cuenca de Vitoria. Litológicamente está formada por una sucesión de margas, arcillas y calizas arcillosas. En general, esta unidad se caracteriza por presentar una gran heterogeneidad, dispuesta en una alternancia más o menos regular donde los niveles más competentes corresponden a los estratos “duros” de margocalizas. Esta unidad presenta una potencia dentro de la zona de aproximadamente 750 m.

Sobre estos materiales se depositan arenas y arcillas con cantos de naturaleza variable y de edad cuaternaria, pudiendo considerarse permeables con un nivel freático relativamente superficial.

En la siguiente figura se puede observar a nivel regional (País Vasco), las diferentes unidades litológicas que aparecen.

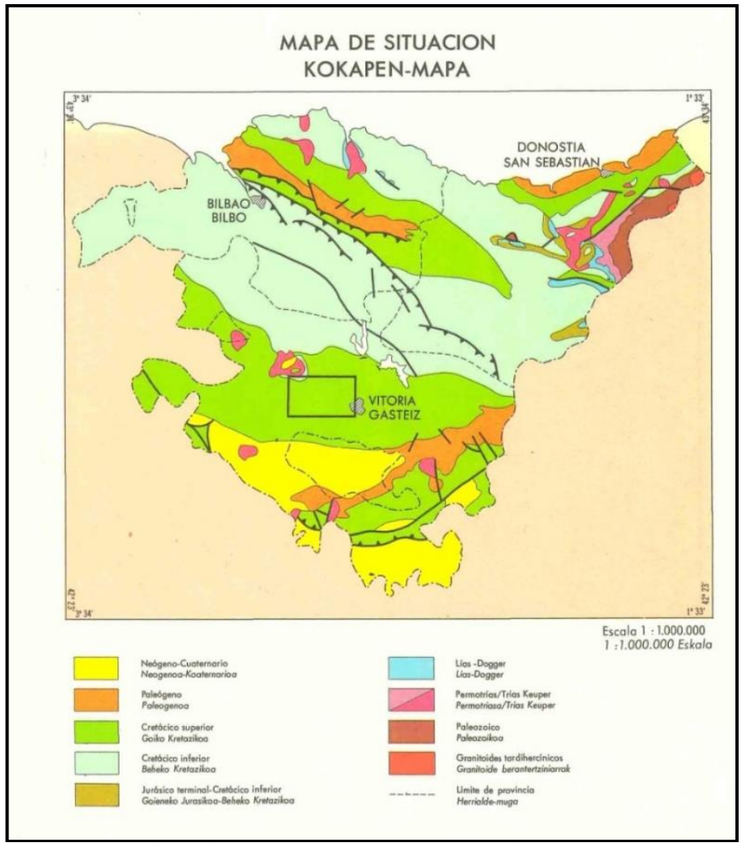


Figura 3 Unidades litológicas presentes en el País Vasco

2.2. GEOMORFOLOGÍA

A escala de región estructural, la zona de estudio corresponde a la cuenca hidrográfica, del Ebro relacionada con la estructura del dominio navarro-alavés-cantábrico (Figura 2), integrada en una morfoestructura de escala regional constituida por sinclinales de gran anchura de eje, que confieren dentro de la zona objeto de estudio una morfología plana correspondiente la cuenca de Vitoria-Gasteiz(Figura 4). Dicha cuenca aparece a partir de la depresión o canal de la Barranca – Sakana, situado entre la Sierra de Entzia – Urbasa y la de Aralar, dando lugar a la Llanada alavesa y hacia el O en la cuenca media del Zadorra, donde la dinámica fluvial ha modelado y sedimentado los depósitos.

La zona de estudio queda definida dentro de la llanura aluvial del Zaya afluente del río Zadorra con una superficie de aproximadamente 1400 km2 y con una altitud media de 500 - 600 m y con un predominio de materiales margosos.

Esta cuenca limita al sur con los montes de Arrieta con una altitud máxima de 998 m. presentan una morfoestructura de cuestas poco marcadas.

En general, la geomorfología de la zona corresponde a la sedimentación de depósitos aluviales y coluviales que se sitúan discordantemente sobre los materiales margosos del cretácico dando lugar a una morfología llana.

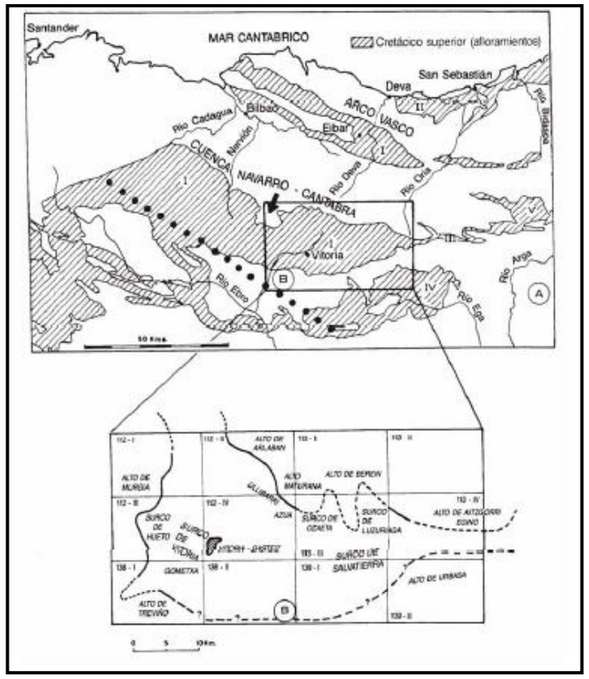


Figura 4 Surcos paleogeográficos en la zona de Vitoria

2.3. TECTÓNICA

La Unidad Paleogeográfica correspondiente al Surco Alavés es un gran sinclinorio complejo, de dirección dominante E-O, cuyo flanco Norte comparte con el anticlinorio Vizcaíno, condicionando su arquitectura sedimentaria, dando lugar a una acumulación de sedimentos calcomargosos, este sinclinorio, se encuentra flanqueado por importantes pliegues, generalmente fallados.

En realidad, se trata de tres pliegues: dos sinclinales con un anticlinal intermedio. Tienen dirección de ejes NO-SE, buzamiento axial SE, que en las margas del Campaniense desaparecen dando lugar a una serie monoclinal con buzamiento general al SE.

Otro elemento estructural, es el que se corresponde con los diapiros del Keuper, es el que confiere unas características sinsedimentarias específicas al Dominio de la Plataforma Alavesa, apareciendo en su seno o en áreas próximas de dominios limítrofes. En particular cabe destacar los diapiros de Murguía, Orduña, Estella, Salinas de Añada etc.

Por otro lado, dentro de la zona se desarrollan fracturas y fallas de tipo distensivo de escaso salto que presentan unas direcciones N 140º - 150º E y otro sistema que desarrolla fallas de dirección N 20º - 30º. Estas fracturas aparecen localizadas al Sur de la ciudad de Vitoria – Gasteiz, en las primeras estribaciones de los Montes de Vitoria

Los materiales aflorantes dentro de la zona de actuación pertenecen en su totalidad a la Unidad de Gorbea, que se corresponde con una serie monoclinal que buza hacia el Sur, tectónicamente dentro de la plataforma Alavesa (Figura 5).

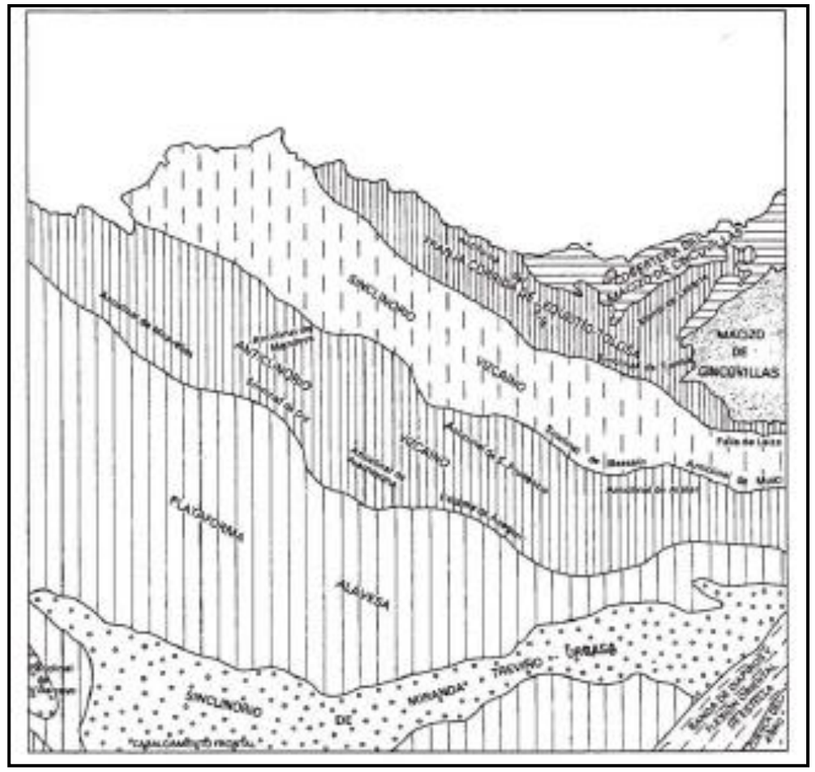


Figura 5 Mapa general de los diferentes dominios estructurales existentes en la zona.

2.4. GEOLOGÍA DE DETALLE DE LA ZONA DE ESTUDIO

La cubeta Alavesa se caracteriza por su topografía suave. La zona en estudio se encuentra ocupada por suelos cuaternarios aluviales. Como sustrato general de la zona aparecen las calizas margosas y margas del Cretácico Superior que, como ya se ha indicado, se encuentran afectados por estructuras de plegamiento de dirección NO-SE.

A continuación, se expone la descripción estratigráfica de cada una de las litologías diferenciadas.

2.4.1. Litologías presentes

Las diferentes unidades litológicas que aparecen dentro del ámbito de actuación se asocian a la Unidad de Gorbea, con tres niveles claramente diferenciados, como son:

- Cretácico superior, compuesto por calizas margosas y margas (Mg) y eluvial (El).
- Cuaternario, compuesto por depósitos aluviales actuales (Sal)
- Rellenos antrópicos (Rc y Ra).

En la figura 6, se incluye el mapa geológico de la zona en estudio extraído del MAGNA, hoja Nª 112, Vitoria. Escala 1:50.000.

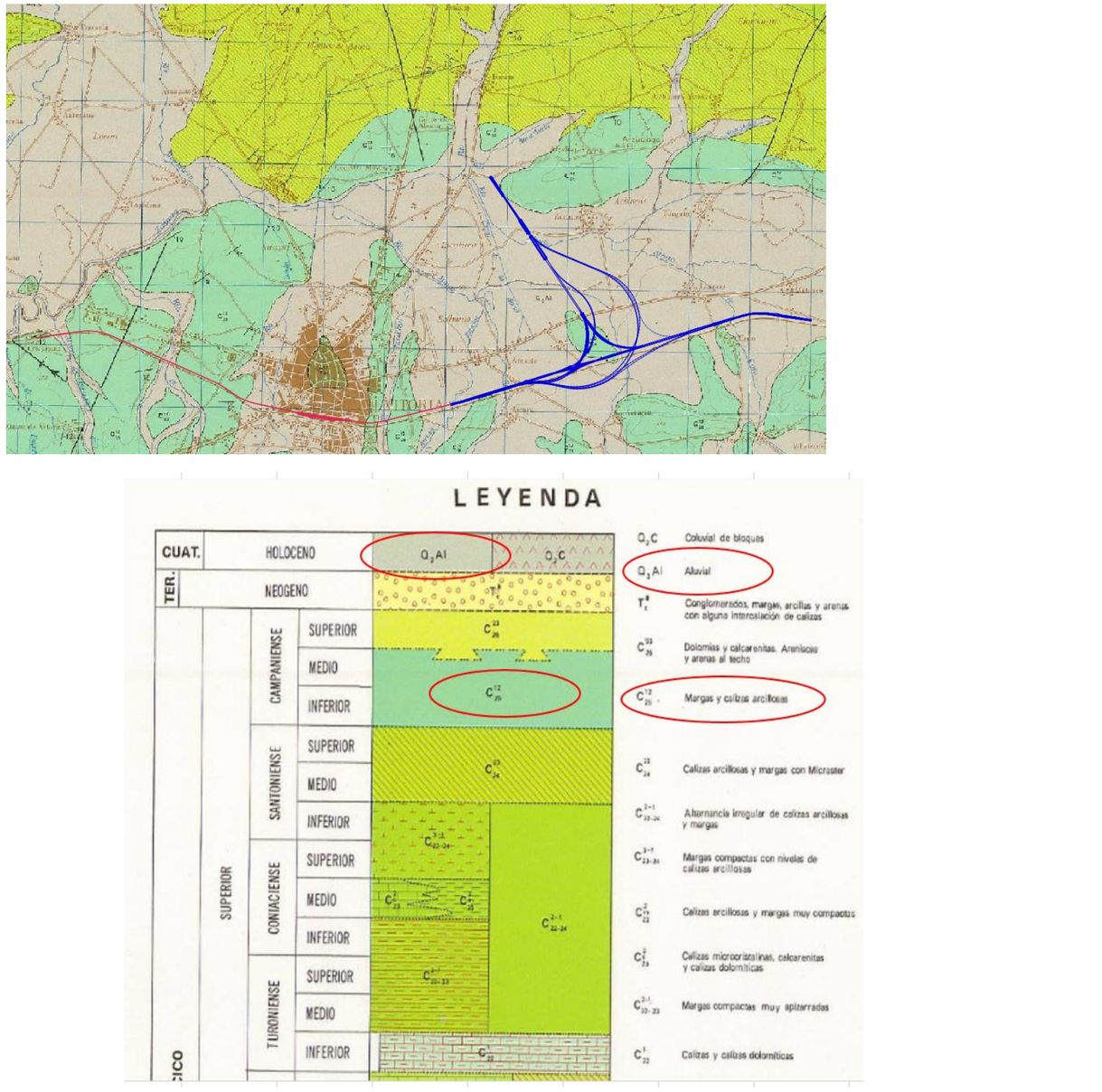


Figura 6 Fragmento del Mapa geológico general MAGNA, hoja nº 112. Vitoria, donde se han representado los dos tramos en estudio, y leyenda correspondiente

2.4.1.1. Margas grises, Mg (Cretácico superior)

El Campaniense Inferior y Medio de todo el Surco Alavés está representado por margas grises con algunas intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas), unas veces nodulosas y otras laminares. Se trata del sustrato de toda la zona de estudio. Está muy cubierto por sedimentos cuaternarios de origen aluvial. Las margas que lo forman son ricas en fósiles. Según el análisis del contenido en carbonatos, esta unidad se encontraría en el límite

entre Margas y Lutitas margosas. No existen indicios de karstificación en esta unidad, únicamente, de manera muy aislada, aparecen pequeñas disoluciones en fracturas con recristalizaciones de calcita rellenando los huecos.

Presentan una parte superior alterada que conforma un suelo eluvial (El). Este suelo se presenta como una arcilla limosa plástica, de color gris, con resto de material calcáreo no alterado tamaño grava.

En los sondeos del tramo 1 en los que se ha detectado este nivel, presenta un espesor de entre 0,20 y 3 m bajo los rellenos antrópicos. No se detecta entre los PK 5+250 y 5+470.

Sin embargo, en la zona del Nudo de Arkaute, tramo 2, los espesores detectados en las investigaciones disponibles, han sido siempre inferiores a 1 m.



Fotografía 1 Aspecto de la unidad Mg en el sondeo S-1 (Fuente: *Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz*, 2017)



Fotografía 2 Aspecto de la superficie alterada en el sondeo S-4 (Fuente: *Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz*, 2017)

2.4.1.2. Depósitos aluviales, Sal (Cuaternario)

Corresponden a los depósitos más ampliamente desarrollados en la zona de implantación del trazado en estudio. Ocupan la mayor parte del valle por donde discurren los principales ríos de la zona.

Se trata de los depósitos cuaternarios procedentes de los montes de Vitoria-Gasteiz. En general se trata de depósitos formados por potentes niveles de gravas calcáreas heterométricas, y algunos de arenas y limos.

En la zona de proyecto, en el Tramo 1, se ha detectado esta unidad entre los PK 3+700 – 5+240 y 5+620-6+440, alcanzando su máximo desarrollo en el entorno del PK 4+800, donde se ha detectado el contacto con la unidad infrayacente a 9,25 m desde la superficie del terreno.

En el tramo 2, se ha localizado a lo largo de todo el trazado. Los espesores, sin embargo, son notablemente más reducidos, de entre 2,50 y 3,30 m aproximadamente.

A grandes rasgos se pueden diferenciar 2 tipos de niveles dentro de los aluviales: Uno donde la litología dominante son las arenas y gravas, en general de pequeño diámetro (milimétricas, y ocasionalmente centimétricas) en matriz arcillo-limosa. Y otro nivel donde la granulometría fina (arcillas y limos) es la predominante.



Fotografía 3 Aspecto de dos niveles de aluvial, Sal, en la cata C-8, a la altura del 6+250 del tramo 2 (Fuente: *Proyecto Básico de Plataforma para la Integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria/Gasteiz. Fase I*, 2012)

2.4.1.3. Rellenos antrópicos (R)

Se han distinguido los siguientes tipos de rellenos antrópicos:

- Ra: Formado por vertidos sin compactar compuestos por aluviales excavados y/o roca en otros puntos, con restos de escombros de obras, etc. El espesor es variable, pasando, en el tramo 1, de unos 4 metros en la parte inicial del trazado a ser prácticamente inexistente en la parte final; en el tramo 2 no se ha detectado esta unidad.
- Rc: Terraplenes compactados formados por material seleccionado de las infraestructuras existentes (ferrocarril, viales, etc.) que han sufrido un proceso de compactación mecánico tras su vertido, así como el asfalto y hormigón que forma el firme.

3. HIDROGEOLOGÍA

La elaboración del presente apartado se ha llevado a cabo, en gran medida, a partir de los datos y conclusiones recogidos en los siguientes documentos:

- "Control de niveles Freáticos previo a la inserción de la alta velocidad en Vitoria-Gasteiz. Informe Semestral: Septiembre 2018 - Abril 2019" (SAITEC, Abril 2019).
- "Control de niveles Freáticos previo a la inserción de la alta velocidad en Vitoria-Gasteiz. Informe Semestral: Marzo - Agosto 2018" (SAITEC, septiembre 2018).
- "Campaña complementaria de exploración geotécnica para el análisis de la aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva red ferroviaria en el País Vasco" (JMS, 2018)
- "Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria-Gasteiz" (SAITEC, enero 2018).
- "Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria-Gasteiz" (SAITEC, marzo 2018).
- "Estudio y Seguimiento Hidrogeológico de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria - Gasteiz". *Nº de expediente: 3.12/06402.0020" (CYE – LURGINTZA, 2014)*. En adelante, EH VITORIA (2014)
- "Estudio Informativo del Proyecto de Integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz" (Prointec, 2010). En adelante, EI INTEGRACIÓN (2010 - 2012)
- Ficha de caracterización de la Masa de Agua Subterránea Aluvial de Vitoria (012).
- Ficha de caracterización de la Masa de Agua Subterránea Cuartango – Salvatierra (013).
- "Mapa Hidrogeológico del País Vasco a escala 1:100.000" (1996, Gobierno Vasco et al.)

Además de ellos, se ha procurado la consecución de un seguimiento hidrogeológico propio de Ineco, a partir de una serie de sondeos seleccionados tanto del Estudio Hidrogeológico como de las recientes campañas llevadas a cabo por SAITEC y JMS.

3.1. MARCO HIDROGEOLÓGICO REGIONAL

En torno a la ciudad de Vitoria-Gasteiz se localizan sedimentos cuaternarios, de espesor más o menos reducido, que constituyen un acuífero de gran interés medioambiental, puesto que tiene asociado un conjunto de lagunas y humedales (humedal de Salburua) con evidente interés por su recuperación.

Los límites cartográficos del afloramiento de materiales cuaternarios definen la Unidad Hidrogeológica 012 'Aluvial de Vitoria'.

Estos materiales se apoyan sobre un sustrato constituido por margas, calizas margosas y margocalizas, de edad Cretácico superior. Si bien sus características hidrogeológicas no resultan ni mucho menos tan interesantes como las de los depósitos cuaternarios, no puede (ni debe) obviarse una breve reseña a éstas, dentro del presente informe.

Los Dominios Hidrogeológicos, definidos por la Demarcación Hidrográfica del Ebro, que a su vez se subdividen en Unidades Hidrogeológicas (en adelante UUHH) y, más recientemente, en Masas de Agua subterránea (en adelante, MASb), no resultan exactamente coincidentes con los delimitados por el Gobierno Vasco en 1996.

El trazado afecta a los ***Dominios Hidrogeológicos del Cuaternario y de la Plataforma Alavesa***; este último está constituido por una banda de dirección este – oeste cuyo límite norte corresponde al tránsito Cretácico Inferior-Superior, y el sur al tránsito del Cretácico Superior al Terciario del Sinclinal Urbasa – Treviño. Incluye la denominada Llanada Alavesa y las sierras de Salvada, Arkamo, Badaia y Arcena.

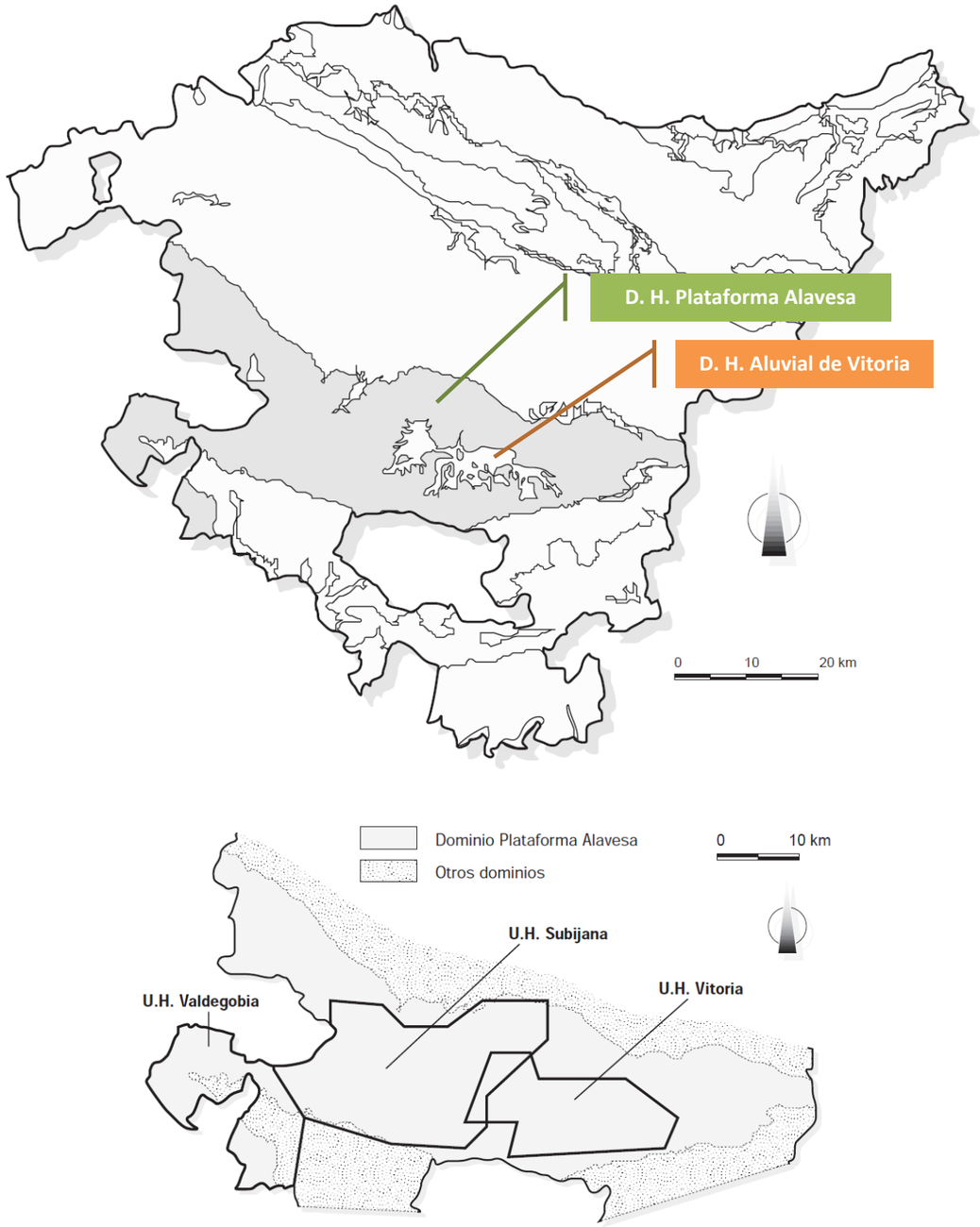


Figura 7. Arriba, situación del Dominio Hidrogeológico Cuaternario correspondiente al Aluvial de Vitoria dentro del Dominio de la Plataforma Alavesa. Abajo, localización de las tres UUHH definidas inicialmente dentro del Dominio de la Plataforma Alavesa (Mapa Hidrogeológico del País Vasco. Gobierno Vasco et al., 1996).

Dentro del citado dominio hidrogeológico, se distinguen inicialmente las ***UUHH Calizas de Subijana***, ***Aluvial de Vitoria*** y ***Valdegobía***, considerando el resto del Dominio sin interés hidrogeológico, salvo con acuíferos cuaternarios muy locales.

En la definición posterior de UUHH, abordada por el IGME en 2001, las unidades hidrogeológicas dentro del dominio en cuestión quedan reducidas a la ***UH 09.01.06 Calizas de Subijana*** y la ***UH 09.01.07 Aluvial de Vitoria***, quedando la antigua *UH de Valdegobía* integrada dentro de las correspondiente al *Sinclinal de Treviño y al Sinclinal de Villarcayo (fuera del dominio)*.

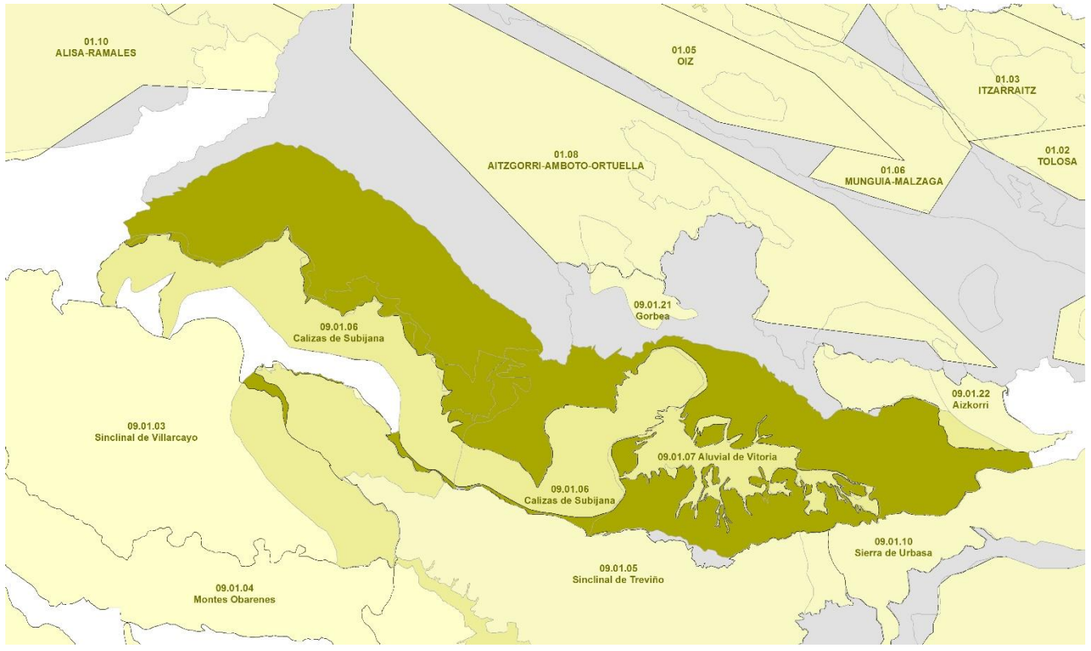


Figura 8. Unidades Hidrogeológicas definidas por IGME en el entorno del Dominio Hidrogeológico de la Plataforma Alavesa. Fuente: elaboración propia a partir de capas disponibles en el IGME.

En la actualidad, la definición de las MASb (en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua) ha terminado por imponerse, abandonándose así el concepto de unidad hidrogeológica. Se distinguen tres Masas de Agua en el entorno urbano de Vitoria: ***MASb 090.011 Calizas de Subijana***, ***MASb 090.012 Aluvial de Vitoria*** y ***MASb 090.013 Cuartango – Salvatierra***. Esta última no tiene correspondencia con ninguna Unidad Hidrogeológica definida con anterioridad.

Como se puede observar tanto en la figura precedente como en las que se muestran a continuación, el ámbito de las estructuras objeto del presente estudio se enmarca dentro de las dos últimas MASb citadas: ***090.012 (ES091MSBT012) Aluvial de Vitoria*** y ***MASb 090.013 (ES091MSBT013) Cuartango – Salvatierra.***

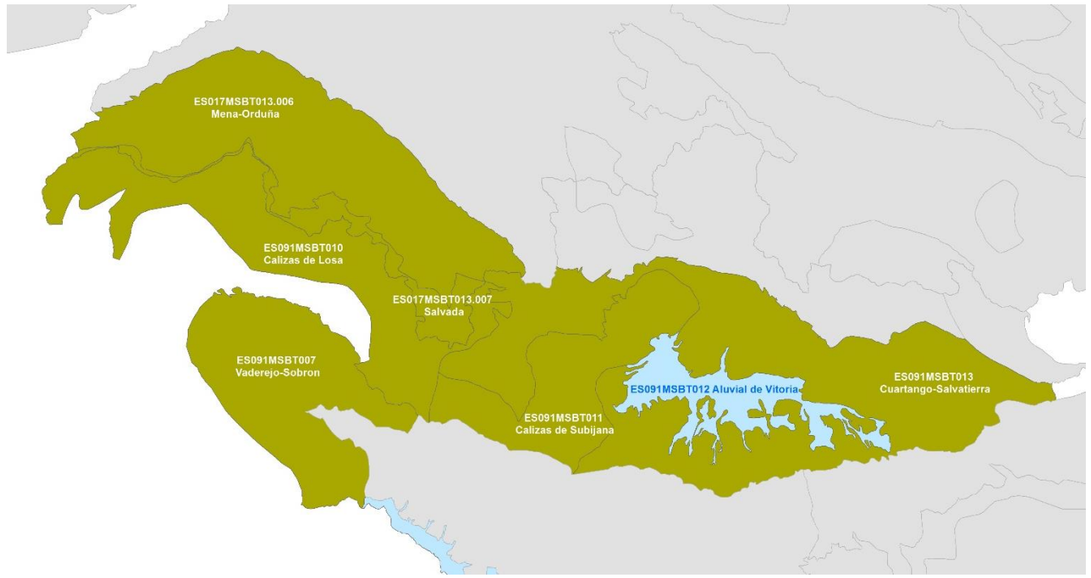


Figura 9. Masas de Agua Subterránea definidas actualmente en el Dominio Hidrogeológico de la Plataforma Alavesa. Fuente: elaboración propia a partir de capas disponibles en el URA.

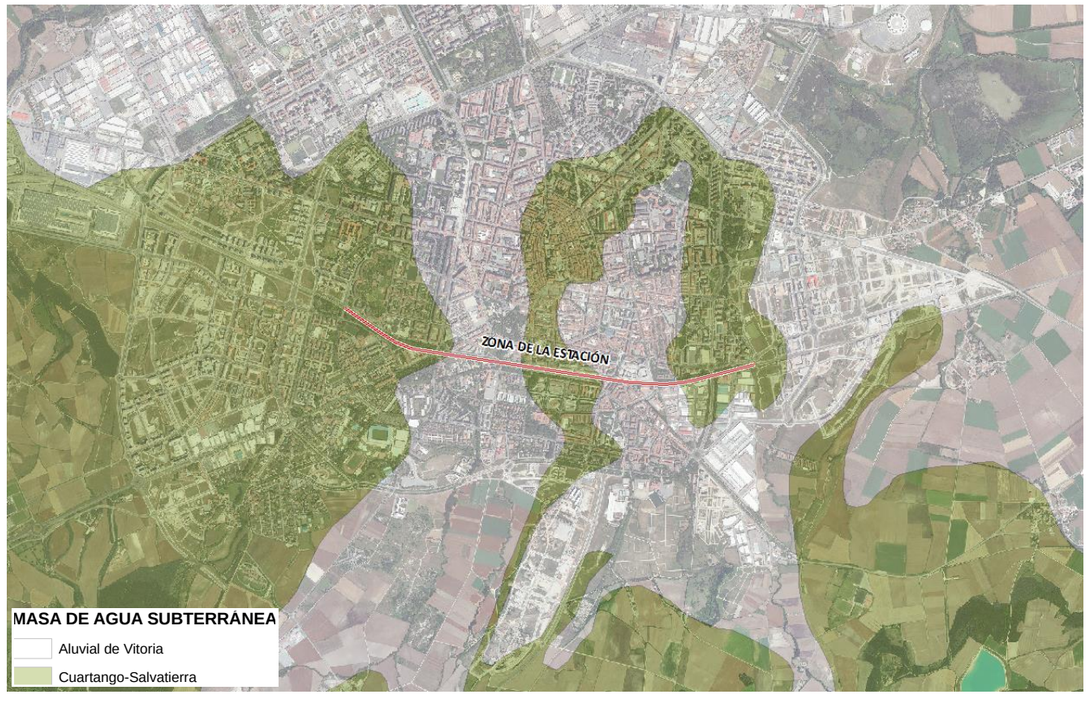


Figura 10. Masas de Agua subterránea en el entorno urbano de Vitoria: MASb 090.011 Calizas de Subijana y MASb 090.012 Aluvial de Vitoria. Fuente: elaboración propia a partir de capas disponibles en el URA.

En la siguiente tabla se ofrece una correlación entre las actuales Masas de Agua subterránea y las Unidades Hidrogeológicas:

CUENCA HIDROGRÁFICA	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA (DMA)		UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	
	CODIGO	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	CODIGO	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS
EBRO	090.011 (ES091MSBT011)	Calizas de Subijana	09.01.06	Calizas de Subijana
	090.012 (ES091MSBT012)	Aluvial de Vitoria	09.01.07	Aluvial de Vitoria
	090.013 (ES091MSBT013)	Cuartango – Salvatierra	---	---

Seguidamente se hace una breve descripción de las Masas de Agua subterránea afectadas por los trabajos propuestos en el presente informe. No se incluye, por tanto, la descripción de la unidad *090.011 Calizas de Subijana*, que queda fuera del ámbito de los mismos.

3.1.1. MASb 090.012 Aluvial de Vitoria

Situada en el sector occidental de la Llanada Alavesa, en la cuenca alta del río Zadorra. Está limitada por los macizos del Gorbea, Amboto y Urkila al norte, y por los montes de Vitoria al S. Los límites están definidos por la extensión lateral de las formaciones aluviales de los ríos Mayor, Alegría, Zaya y Zadorra, en las proximidades de Vitoria.

En el ámbito de esta masa de agua subterránea se identifican un solo acuífero, formado por los depósitos aluviales, si bien dentro de él pueden distinguirse tres sectores diferenciados: Occidental, Oriental y Dulantzi.

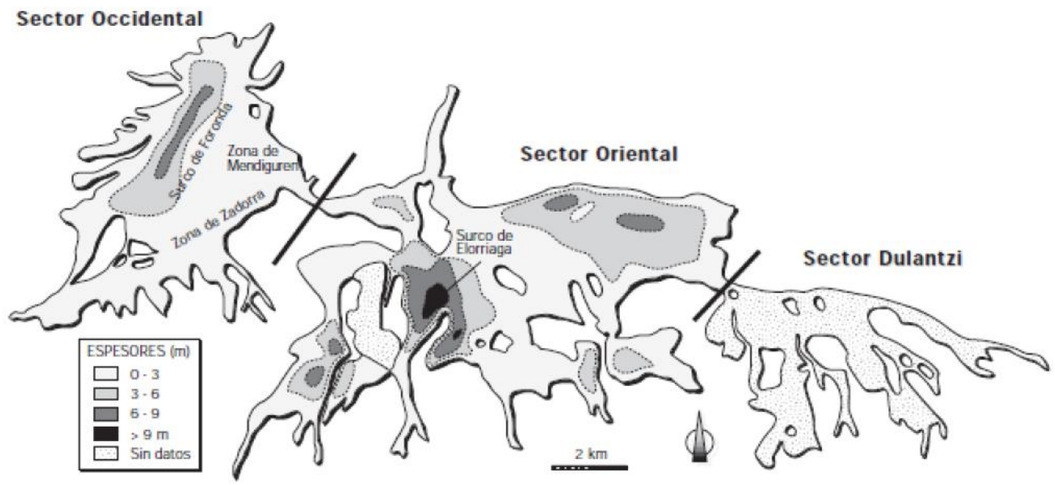


Figura 11. Sectores de la Masa de Agua subterránea 012 Aluvial de Vitoria sobre mapa de isopacas (isoespesores de los depósitos aluviales). Fuente: Arrate 1994.

El espesor del acuífero en el sector occidental es inferior a 1 m, con la salvedad del denominado Surco de Foronda, donde se ha registrado un espesor máximo de 7 m. En el sector oriental se reconocen espesores entre 4 y 11 m, en una geometría compleja de surcos y umbrales. En el sector de Dulantzi se han reconocido espesores de hasta 5 m.

El sustrato que limita los materiales aluviales está formado en la parte noroccidental por las calizas del carst de Apodaka (Turoniense inferior - Santiniense medio) al oeste, por margas y margocalizas del Santoniense medio en el sector central y por las margas Campanienses al sur.

Por lo que respecta a los parámetros hidrogeológicos que caracterizan el comportamiento del acuífero, en las zonas de mayor espesor del sector oriental, los valores de transmisividad toman valores generalmente entre 100 y 300 m²/día, con permeabilidades del orden de 20 m/día. En las zonas de borde, la mayor presencia de materiales finos da como resultado unos valores de transmisividad muy bajos, inferiores a 10 m²/día.

En el sector occidental, los valores son algo menores debido a la mayor proporción de finos, del orden de 70 m²/día, con una permeabilidad de 15 m/día.

El coeficiente de almacenamiento varía considerablemente, desde valores máximos de 0,2 a valores del orden de 0,003, que indican condiciones de confinamiento. Esta circunstancia se comprueba en las inmediaciones de las balsas de Betoño y Zurbano, donde se han registrado episodios de surgencia en algunos piezómetros de hasta 0,5 m por encima de la cota topográfica. El confinamiento de estas zonas se debe al mayor espesor del paquete arcilloso que puede alcanzar un espesor superior a 2 m.

Sin embargo, en el sector occidental el coeficiente de almacenamiento es superior 0,2 y el radio de influencia de 20 m, lo que indica condiciones libres. El Sector de Elorriaga tiene un comportamiento de acuífero confinado, con incidencia de la superficie topográfica en la piezometría, mientras que el Sector Occidental, en la zona de Foronda tiene comportamiento de acuífero libre.

A modo de resumen los resultados de los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento obtenidos en ensayos de bombeo son (EVE 1986):

SECTOR	ÁREA	T (m²/día)	S
Occidental	Antezana	70	---
Oriental	Elorriaga	185 – 305	0,003 – 0,004
	Zapardiel	125	---
	Zurbano	2	---
	Durana	670 – 1.100	---
Dulantzi	Alegría	15	---

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones sobre la superficie del aluvial, así como de los excedentes de riego. La red superficial tiene carácter influente sobre el acuífero en algunos lugares del sector oriental, así como en periodos de avenidas. Otros mecanismos incluyen la infiltración desde las redes urbanas y de las aportaciones de escorrentías laterales. En el sector occidental, se ha comprobado la aportación subterránea a través de las calizas cretácicas, de recursos procedentes del carst de Apodaka, que son finalmente

drenados por el río Zubialde. Esta transferencia es la responsable de algunas importantes surgencias de este sector: Foronda, Lendia y Kas.

La descarga se produce de manera difusa a la red de drenaje y a través de zonas húmedas. Las más importantes son las de Otaza en el sector Occidental, y las lagunas de Zurbano y Betoño en el sector oriental (lagunas de Salburua).

Ello permite deducir, en el sector occidental, un flujo de dirección N-S, congruente con las direcciones de los cursos superficiales, hacia donde se producen las principales descargas del acuífero. El gradiente oscila entre 1,8 10^{-3} a 7,5 10^{-3}. En el sector oriental, por su parte, las direcciones de flujo son igualmente coincidentes con las de la red superficial, con un sentido radial hacia las balsas de Betoño y Zurbano, que constituyen igualmente el nivel de base local para las descargas de esta zona. El gradiente varía entre $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ a $8{,}8 \cdot 10^{-3}$. Por último, en el sector de Dulantzi, el flujo se produce de este a oeste en la mitad septentrional y de sur a norte en la meridional. El gradiente promedio varía entre $4{,}0 \cdot 10^{-3}$ a $9{,}6 \cdot 10^{-3}$.

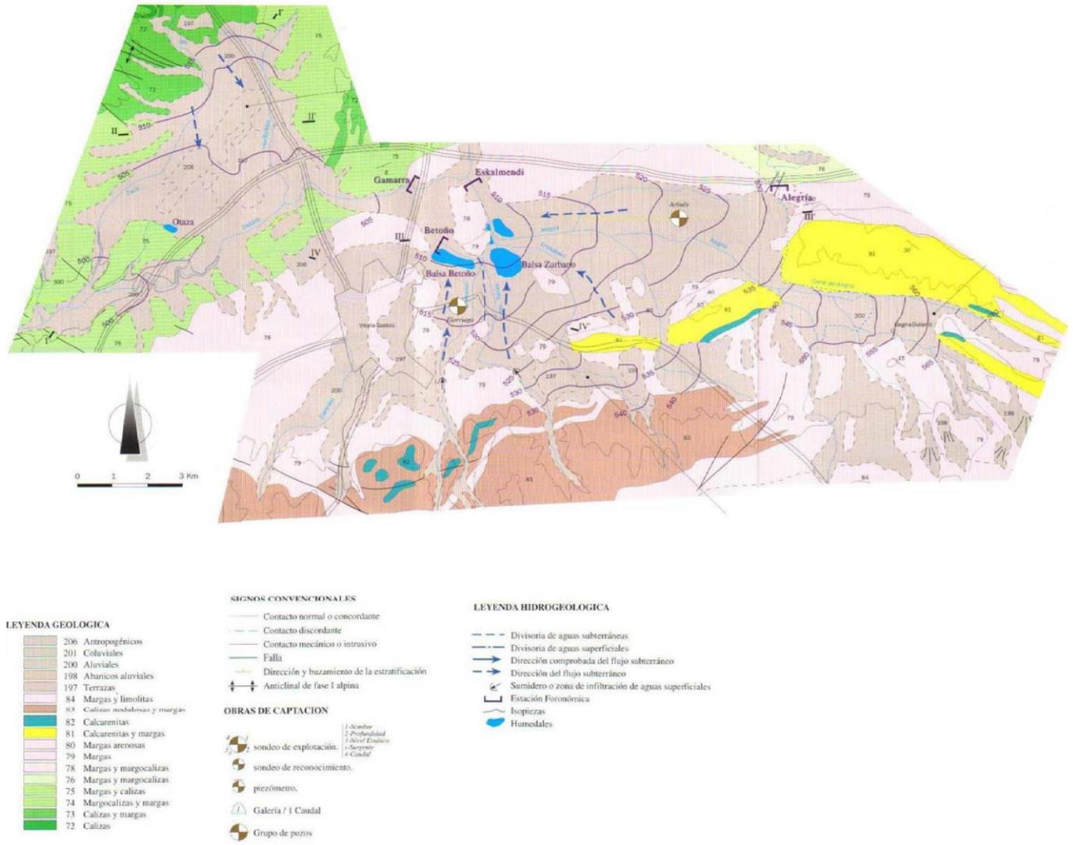


Figura 12. Mapa Hidrogeológico del Aluvial de Vitoria (Fuente: EVE a través de la Ficha de caracterización de la MASb 012 Aluvial de Vitoria).

La piezometría del acuífero resulta muy somera en todo el entorno urbano, con profundidades entre 0 y 7 m, según los registros efectuados en el citado *EH VITORIA (2014)*. Es habitual la presencia de manantiales aledaños al núcleo urbano (donde el nivel piezométrico intersecta la topografía). Las oscilaciones del mismo están fuertemente condicionadas por la pluviometría. En este sentido, se han llegado a registrar variaciones de hasta 4-6 m en algunos puntos, si bien de forma excepcional.

Las conclusiones de este estudio revelan que el gradiente general es en dirección al río Zadorra, que marca el nivel de base y se considera como un límite de descarga del sistema hidrogeológico. Este río discurre de este a oeste a través de la Llanada Alavesa, encajado en el sustrato margoso-margocalizas, y dejando colgados los acuíferos cuaternarios con los que tiene contacto lateral.

En el sector occidental el flujo está condicionado por los afloramientos de las margo-calizas cretácicas, funcionando como barreras en tres zonas, Surco de Foronda, zona de Mendiguren y la zona del Zadorra. El cuaternario en esta zona tiene poca importancia. El flujo general es aproximadamente de N-S, en el sector oriental, pese a que el acuífero se estrecha. En el sector Dulantzi existen dos divisorias de aguas subterráneas. Las direcciones de flujo son igualmente coincidentes con las de la red superficial, con un sentido radial hacia las balsas de Betoño y Zurbano.

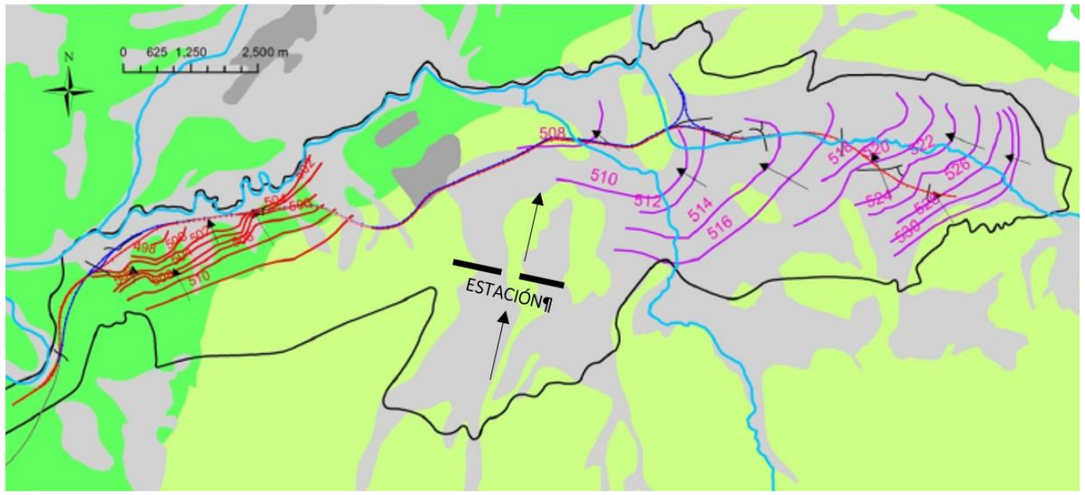


Figura 13. En color fucsia, isopiezas del acuífero aluvial obtenidas en el Estudio Hidrogeológico efectuado en 2014. En color rojo, las isopiezas correspondientes al sustrato margocalizo en el sector NO. Fuente: CYE – Lurgintza, 2014.

3.1.2. MASb 090.013 Cuartango-Salvatierra

Esta masa de agua ocupa una extensión de 594 km², fundamentalmente en Araba/Álava y una pequeña extensión del Condado de Treviño, en provincia de Burgos.

Se sitúa en la Llanada Alavesa, bordeando los depósitos aluviales de Vitoria y la masa de Calizas de Subijana. Limita al S con la Sierra de Urbasa y al N, con la Sierra de Aizkorri y los embalses de Urrunaga y Ullibarri.

El límite N se establece según contacto de los materiales margosos y carbonatados del Cretácico superior con las lutitas del Albiense. El límite S, según el contacto de los materiales Cretácico-Terciario continental y base de las series calcáreas maastrichtienses. Hacia el O, el límite bordea las Calizas cretácicas de Subijana y de Losa hasta alcanzar la divisoria hidrográfica de la cuenca.

Se trata de una serie monoclinal de materiales del Cretácico superior, con suaves buzamientos hacia el S. Está formado por una potente serie compuesta fundamentalmente de margas y margocalizas que incluyen el periodo Cenomaniense - Campaniense. La serie alberga un importante paquete carbonatado, correspondiente a estribaciones de las Calizas de Subijana, que afloran en el sector NE. No obstante, éstas no se ven afectadas por los trabajos propuestos en el presente Estudio.

A tenor de la baja permeabilidad de la mayor parte de la extensión de esta masa de agua, cabe suponer que la circulación subterránea se restrinja a flujos someros, cuya dirección estará muy condicionada por la topografía local y en dirección a la red de drenaje superficial.

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones. La descarga se realiza principalmente hacia los materiales cuaternarios de la masa Aluvial de Vitoria y la red hidrográfica (con la que está en contacto directo en aquellos cauces encajados suficientemente), además de pequeños manantiales.

La piezometría de esta masa de agua, en la zona de la estación, viene reflejada por el seguimiento realizado durante la campaña del Estudio Geotécnico previo para la inserción de la alta velocidad en Vitoria del 2017. Se hallan niveles muy someros, con profundidades entre 3 y 9 m, que resultan muy similares a las del acuífero aluvial. Ello hace pensar en la existencia en una conexión hidráulica entre ambos.

Por su parte, las isopiezas determinadas dentro del *EH VITORIA (2014)* para este sustrato margoso indican la existencia de un flujo en dirección prácticamente N-S, hacia el cauce del río Zadorra, que constituiría el nivel de base regional y la principal zona de descarga.

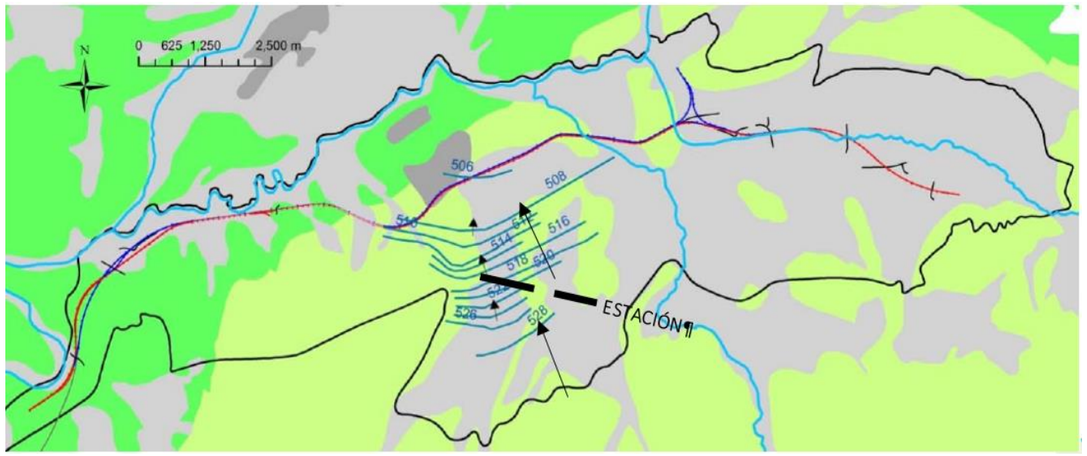
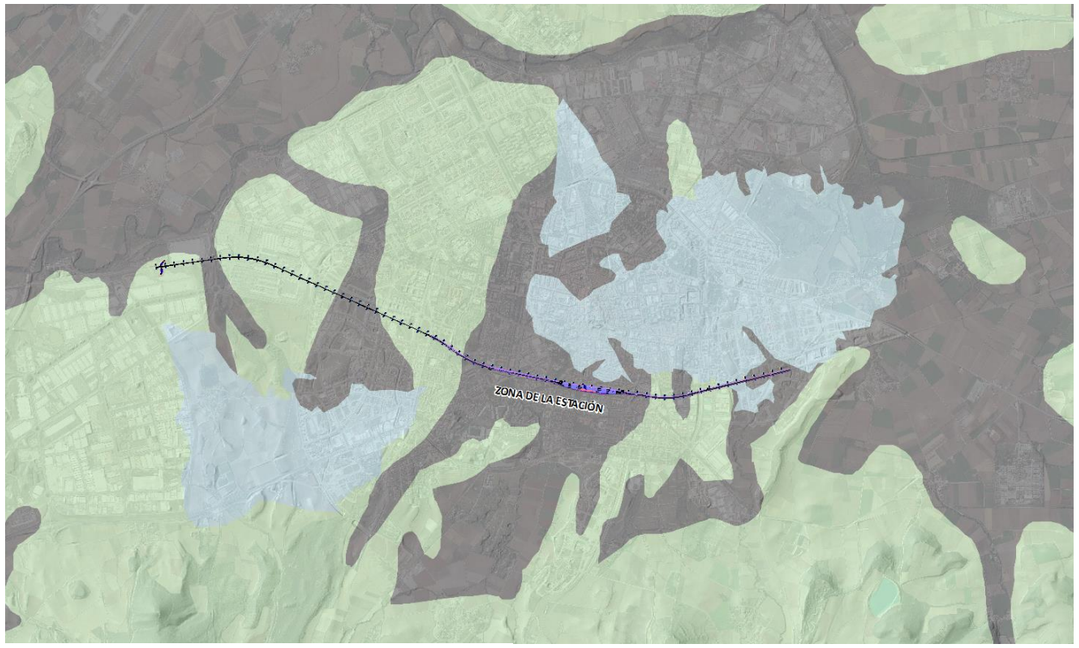


Figura 14. En color azul, isopiezas del sustrato cretácico obtenidas en el Estudio Hidrogeológico efectuado en 2014. Fuente: CYE – Lurgintza, 2014.

3.2. HIDROGEOLOGÍA DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO

3.2.1. Caracterización hidrogeológica de los materiales

De forma general se ha procedido a clasificar las unidades geológicas identificadas en el ámbito del presente Estudio en relación con las categorías de permeabilidad establecidas por el IGME en el "*Mapa Litoestratigráfico y de Permeabilidades a escala 1:200.000*" (marzo 2015). Asimismo, éstas se correlacionan con un determinado Tipo Hidrogeológico definido dentro del "*Mapa Hidrogeológico a escala 1:200.000*" (marzo 2015).



LITOLOGÍAS / PERMEABILIDAD		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
CON AGUAS UTILIZABLES – FISURADAS Y SOLUBLES	CARBONATADAS	C-MA	C-A	C-M	C-B	C-MB
CON AGUAS UTILIZABLES – POROSAS	DETRÍTICAS (Cuaternario)	Q-MA	Q-A	Q-M	Q-B	Q-MB
CON AGUAS UTILIZABLES – POROSAS	DETRÍTICAS	D-MA	D-A	D-M	D-B	D-MB
CON AGUAS UTILIZABLES – POROSAS	VOLCÁNICAS (Piroclásticas y lávicas)	V-MA	V-A	V-M	V-B	V-MB
CON AGUAS UTILIZABLES – FISURADAS	META-DETRÍTICAS	M-MA	M-A	M-M	M-B	M-MB
CON AGUAS UTILIZABLES – FISURADAS	ÍGNEAS	I-MA	I-A	I-M	I-B	I-MB
CON AGUAS UTILIZABLES – SOLUBLES	EVAPORÍTICAS	E-MA	E-A	E-M	E-B	E-MB

Figura 15. Leyenda y Mapa Litoestratigráfico y de Permeabilidades a escala 1:200.000 en la zona objeto del presente Estudio. Fuente: IGME (marzo 2015).

Como se puede apreciar en el *Mapa de Permeabilidades*, los depósitos cuaternarios correspondientes al acuífero Aluvial de Vitoria, se clasifican como de ***Muy Alta Permeabilidad*** dentro del tipo detrítico ***Q-MA***. Por el contrario, el sustrato margoso cretácico se clasifica como de ***Muy Baja Permeabilidad***, dentro del tipo carbonatado ***C-MB***. Por último, en color azul se indica la existencia de masas de agua superficial, claramente excediendo el ámbito real de las mismas.

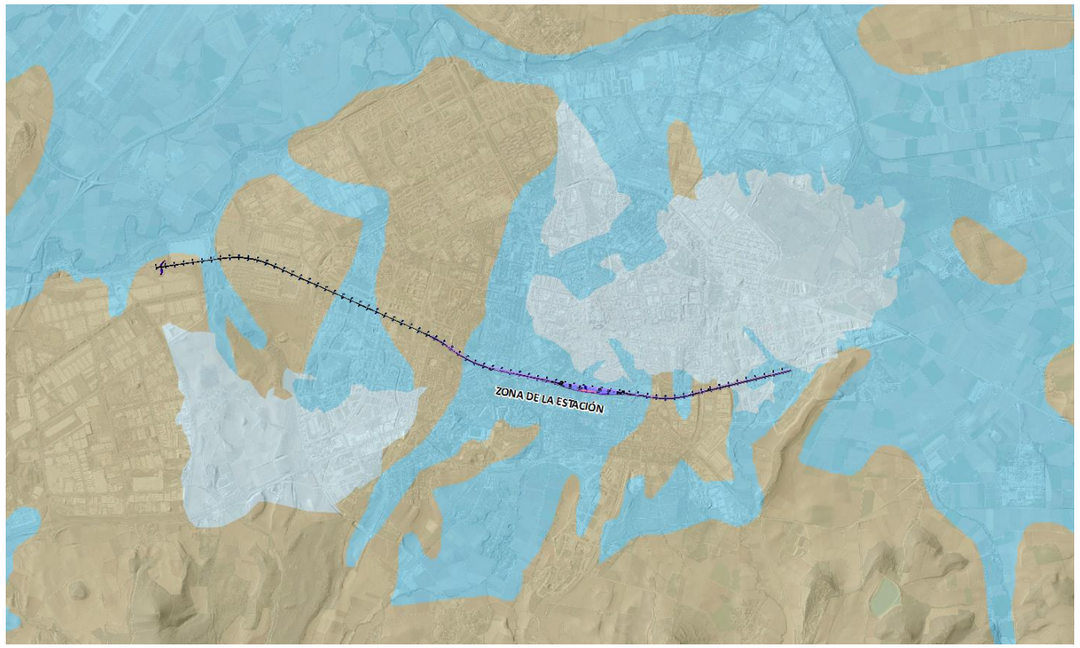


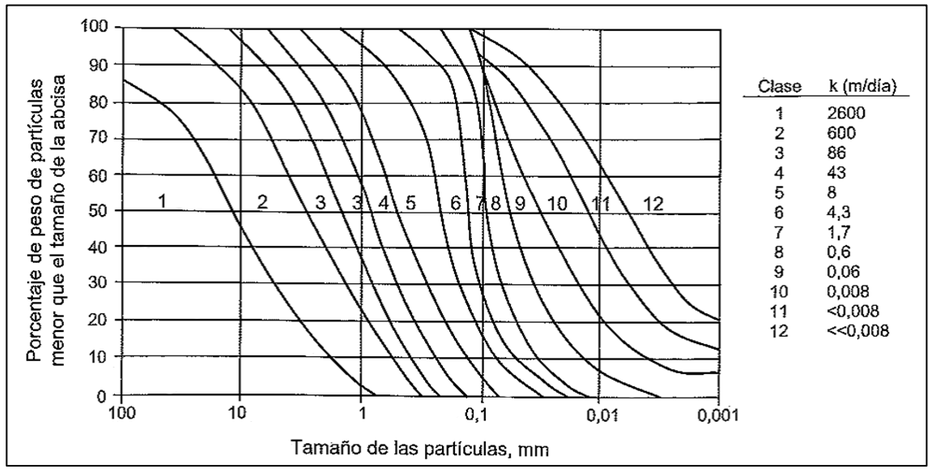
Figura 16. Leyenda y Mapa Hidrogeológico a escala 1:200.000 en la zona objeto del presente Estudio. Fuente: IGME (marzo 2015).

Por lo que respecta al *Mapa Hidrogeológico*, los depósitos cuaternarios del Aluvial de Vitoria se clasifican en el tipo ***IIa Formaciones detríticas y cuaternarias de permeabilidad alta o muy alta****, así como formaciones volcánicas de permeabilidad muy alta*. El sustrato margoso cretácico, coherentemente se clasifica dentro del tipo ***IIIb Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad*** *y formaciones metadetríticas, ígneas y evaporíticas de permeabilidades baja y media*. Siguen apreciándose las masas de agua superficial, claramente excediendo el ámbito real de las mismas.

3.2.1.1. Metodologías empleadas para estimación de parámetros hidrogeológicos

La caracterización de la permeabilidad de los materiales ha tomado como datos de partida los ensayos in situ y las curvas granulométricas elaboradas tanto en el EI INTEGRACIÓN (2010 – 2012) y en el EH VITORIA (2014) como en las dos campañas geotécnicas llevadas a cabo recientemente; la primera, por SAITEC (2017) para el "Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz", y la segunda, en la Campaña Complementaria, por JMS (2018).

Puesto que se dispone de varios ensayos granulométricos por tamizado, se ha considerado oportuno proceder con la proyección de las curvas correspondientes sobre ***Ábaco de Breddin (1963)***. Breddin (1963) estableció una clasificación de gráfica de los terrenos consistente en 12 clases cuyas características se dan en la siguiente tabla.



CLASE	PERMEABILIDAD Según HAZEN (1910) cm/s	CLASE ACUÍFERO		CLASE PERMEABILIDAD
1	3	ACUÍFERO	Muy bueno	Muy Alta
2	0.7		Muy bueno	Muy Alta
3	0.1		Bueno	Alta
4	0.05		Regular	Media
5	9E-03		Pobre	Baja
6	5E-03		Pobre	Baja
7	2E-03		Muy Pobre	Muy Baja
8	7E-04		Muy Pobre	Muy Baja
9	7E-05		Impermeable	Prácticamente Impermeable
10	1E-05	ACUICLUDO	Impermeable	Prácticamente Impermeable
11	< 1E-05		Impermeable	Prácticamente Impermeable
12	<< 1E-05		Impermeable	Prácticamente Impermeable

Figura 17. Arriba, ábaco de Breddin (1963). Abajo, clases de permeabilidad y equivalentes cuantitativos establecidos por Breddin (1963).

La definición original de las regiones de permeabilidad en el gráfico fue establecida para la región alemana de Nordrhein – Weftfalen, pero puede dar una estimación bastante aproximada de la permeabilidad de cualquier material no consolidado, cuya granulometría no sea muy diferente a las representadas. Si la curva granulométrica queda contenida aproximadamente dentro de una determinada clase, la clasificación resulta sencilla.

No obstante, cuando la curva granulométrica del material atraviesa dos o más clases, la aplicación de este método resulta más compleja. En este caso, según Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega, 1983, se recomienda obtener una permeabilidad media entre ellas, más próxima a la de menor orden. En el caso que nos ocupa, puesto que sabemos que la fracción más fina es la que condiciona este parámetro, se ha optado por asignarle la clase que presente el diámetro d_{20} ó d_{10}; en su defecto, el del diámetro más bajo alcanzado.

* * * *

Por otro lado, la posibilidad de obtención de valores concretos de paso de diámetros granulométricos pequeños (d_{10} y d_{20}), permite la aplicación de otros métodos estimativos analíticos que ofrecen resultados cuantitativos concretos. Estos son el ***Método de Hazen (1911)*** y de ***Kasenow (2002)***.

Para ello, además de las curvas granulométricas de las últimas campañas realizadas, se recurrido también a obtenidas las campañas de las fases 3 (2006) y 4 (2008) del Proyecto Constructivo anterior.

La estimación de los valores de permeabilidad aplicando el Método de la ***U. S. Bureau of Reclamation*** (***Kasenow, 2002****),* recogida en *"Determination of Hydraulic Conductivity from Grain Size* Analysis*", Kasenow, M. 2002. pg. 83,* se basa en el diámetro menos restrictivo **d_{20}**, mediante el empleo de la expresión:

$$K\ (m/día) = 311 \cdot d_{20}^{2,3}$$

… donde **d_{20}** corresponde al diámetro (en mm) que deja pasar el 20% de los granos de la muestra. El resultado obtenido viene dado en m/día.

En contraste con ella, la ***Fórmula de Hazen (1911)***, arroja valores más precisos, puesto que se basa en el **d_{10}**. No obstante, son escasos los análisis granulométricos que llegan a dar este diámetro, dentro de los análisis geotécnicos convencionales (frecuentemente hay que recurrir a granulometrías por sedimentación):

$$K\ (m/día) = 8{,}64 \cdot C \cdot d_{10}^{\ 2}$$

… donde d_{10} corresponde al diámetro (en mm) que deja pasar el 10% de los granos de la muestra, y C es un coeficiente que depende del tamaño de grano y de la uniformidad U, que a su vez se define como:

$$U = d_{60} / d_{10}$$

… siendo **d_{60}** corresponde al diámetro (en mm) que deja pasar el 60% de los granos de la muestra. El sedimento se considera mal clasificado para valores de U > 6 (poco uniforme y heterogéneo); por el contrario, se considera bien clasificado para U < 3 (uniforme, homométrico).

Teniendo en cuenta los valores del parámetro U y la granulometría predominante de la muestra, finalmente se estima el coeficiente C de Hazen según el siguiente gráfico (elaborado a partir de valores numéricos - Weight, 2008).

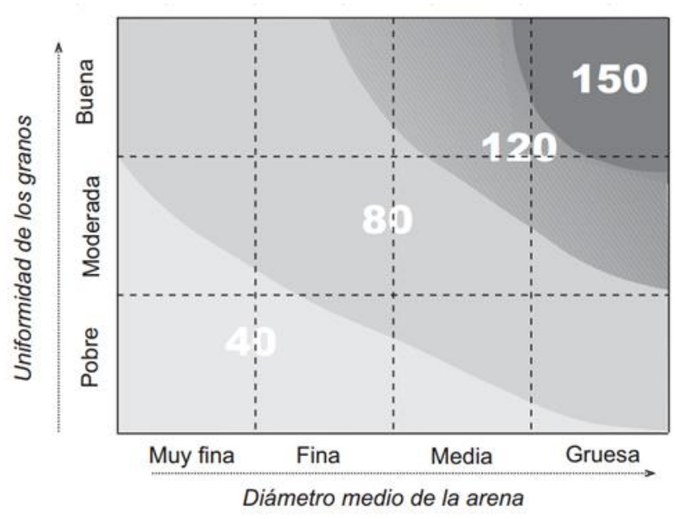


Figura 18. Gráfico para la estimación del coeficiente C de Hazen (dibujado a partir de valores numéricos de Weight, 2008)

Cabe mencionar que, de todos los análisis granulométricos disponibles, para la aplicación de estos dos últimos métodos analíticos, se han utilizado únicamente aquellos cuyas curvas han llegado a cortar, o se han aproximado, a los diámetros **d_{10}** y/o **d_{20}**. El resto de ellas, no han resultado de utilidad en estas estimaciones, puesto que la permeabilidad viene condicionada por la fracción granulométrica más fina, limitándose a la aplicación del Ábaco de Breddin (1963).

Por otra parte, se llama la atención sobre el tipo de media utilizada para los valores, logarítmica en lugar de aritmética. Al comparar entre sí órdenes de magnitud diferentes, la utilización de medias lineales (como la aritmética) otorga un peso 10 veces superior al valor máximo obtenido, frente a los que presentan un orden de magnitud inmediatamente inferior (y sucesivamente). En este sentido, el valor medio que se obtendría quedaría claramente sobreestimado, en caso de calcularlo de forma lineal (media aritmética), y su orden de magnitud tendería a aproximarse al del valor máximo individual de la población de datos.

* * * *

Por lo que respecta a la obtención de la ***Porosidad Total*** en materiales rocosos se ha empleado el siguiente método. Primeramente, a partir de la densidad aparente y del contenido en agua, se ha estimado la densidad seca mediante las siguientes relaciones:

$$\gamma_{ap} = \gamma_s \cdot (1 + \frac{w\%}{100}); \qquad \gamma_s = \frac{\gamma_{ap}}{(1+\frac{w\%}{100})}$$

A continuación, la porosidad total se ha estimado a partir de la siguiente expresión (tomado de Custodio y Llamas, 1983):

$$m_t = \frac{\gamma_{ap} - \gamma_s}{\gamma_{ap}}$$

En suelos, la porosidad total también puede estimarse a partir de la granulometría, utilizando los diámetros $\mathbf{d_{10}}$ y $\mathbf{d_{60}}$, mediante la expresión de Vukovic y Soro (1992), citada en Odong (2008):

$$m = 0{,}255 \cdot (1 + 0{,}83^{u})$$

… donde, nuevamente, nos encontramos con el coeficiente de uniformidad U, definido como:

$$U = d_{60} / d_{10}$$

3.2.1.2. Sustrato margoso cretácico

La permeabilidad del sustrato margoso se ha determinado en función de los ensayos tipo Lugeon realizados tanto en el *EH VITORIA (2014)* como en la campaña realizada por SAITEC entre finales de 2017 e inicios de 2018. Asimismo, se cuenta con un Bombeo de Ensayo completo desarrollado durante el *EH VITORIA (2014)*, cuyos resultados también se han tenido en cuenta para la presente caracterización de la permeabilidad. En las siguientes tablas se resumen los resultados obtenidos en cada estudio. La información original sobre estos ensayos se ha extraido en el Apéndice 10.

CAMPAÑA GEOTÉCNICA – HIDROGEOLÓGICA SAITEC-INGE 2018					
SONDEO	**FECHA**	**PROFUNDIDADES (m)**	**MATERIAL**	**K (m/s)**	**K (cm/s)**
S-1	18/10/2017	10,2 - 15,2	Margocalizas	1.20E-06	1.20E-04
S-2	19/10/2017	19,8 - 24,8	Margocalizas	1.02E-07	1.02E-05
S-3	26/10/2017	17,3 - 20,3	Margocalizas	3.95E-08	3.95E-06
S-4	29/10/2017	21,0 - 26,0	Margocalizas	1.79E-08	1.79E-06
S-5	24/10/2017	18,5 - 23,5	Margocalizas	1.37E-08	1.37E-06
S-6	21/10/2017	10,85 - 15,85	Margocalizas	1.34E-08	1.34E-06
S-7	20/10/2017	9,7 - 14,7	Margocalizas	2.47E-08	2.47E-06
S-8	23/10/2017	15,2 - 20,2	Margocalizas	1.77E-07	1.77E-05
S-9	23/10/2017	14,4 - 19,4	Margocalizas	5.33E-08	5.33E-06
			MEDIA LOG.:	**5.37E-08**	**5.37E-06**
			MÁXIMO:	**1.20E-06**	**1.20E-04**
			MÍNIMO:	**1.34E-08**	**1.34E-06**

CAMPAÑA GEOTÉCNICA – HIDROGEOLÓGICA CYE-LURGINTZA 2014						
SONDEO	**PROFUNDIDAD, m**		**PERMEABILIDAD**		**MATERIALES**	**OBSERVACIONES**
	inicio	**fin**	**U.L.**	**m/s**		
PZP-3+795	8.00	13.00	1.4	1.91E-06	Cm, Cmc	
PZP-3+795	18.00	23.00	1.2	1.71E-06	Cm, Cmc	
PZP-4+785	10.00	15.00	1.0	1.34E-06	Cm, Cmc	
PZP-4+785	20.20	25.20	1.1	1.60E-06	Cm, Cmc	
PZP-6+050	7.00	12.00	0.9	1.28E-06	Cm, Cmc	
PZP-6+050	14.00	19.00	0.9	1.27E-06	Cm, Cmc	
PZP-8+665	7.00	12.00	11,4*		Cm, Cmc	presión máxima alcanzada: 1bar
PZP-8+665	10.00	15.00	7,0*		Cm, Cmc	presión máxima alcanzada: 0bar
PZP-8+665	9.00	14.00	9,2*		Cm, Cmc	presión máxima alcanzada: 2,5bar

CAMPAÑA GEOTÉCNICA – HIDROGEOLÓGICA CYE-LURGINTZA 2014						
SONDEO	**PROFUNDIDAD, m**		**PERMEABILIDAD**		**MATERIALES**	**OBSERVACIONES**
	inicio	**fin**	**U.L.**	**m/s**		
PZP-8+665	20.00	25.00	0.4	6.24E-05	Cm, Cmc	
PZP-9+630	7.00	12.00	5,1 y 7,1*		Cm, Cmc	presión máxima alcanzada: 4bar
PZP-9+630	17.00	22.00	2,7 y 8,1*		Cm, Cmc	presión máxima alcanzada: 1,5bar
Media Logarítmica:			**0.93**	**2.55E-06**		
Máximo:			**1.4**	**6.24E-05**		
Mínimo:			**0.4**	**1.27E-06**		

** Estimado en base a los datos disponibles*

En el caso de los ensayos provenientes el *EH VITORIA (2014)*, se observa que en cinco de ellos no ha podido llevarse a término la prueba debido a que no se conseguía alcanzar la presión máxima adecuada. Los resultados parciales de estos ensayos no se han tenido en cuenta en las estadísticas de la tabla.

No obstante, se cuenta también con un ensayo puntual de permeabilidad tipo Lefranc a carga constante, también realizado en para el *EH VITORIA (2014)*. En la siguiente tabla se resumen sus características y resultado.

SONDEO	**PROFUNDIDAD, m**			**PERMEABILIDAD K (m/s)**	**TIPO**	**MATERIALES**
	inicio	**medio**	**fin**			
PZS-9+630	3.00	4.50	6.00	5.61E-06	CONSTANTE	Cm, Cmc margas

Como se puede ver, existe una discrepancia de casi dos órdenes de magnitud entre los valores medios (logarítmicos) obtenidos en una y otra campaña; en la campaña correspondiente al *EH VITORIA (2014)* se han obtenido, en general, valores más altos de permeabilidad, en torno a 2,55E-06 m/s (incluido el obtenido en el ensayo Lefranc), mientras que en la campaña más reciente de SAITEC-INGE de 2018, los valores se permeabilidad del sustrato margoso se han determinado en tornos a 5.37E-08 m/s (medias logarítmicas). Es preciso considerar que se trata de dos emplazamientos distintos, distanciados casi 3 kilómetros entre sí. Cabe, pues, la posibilidad de que exista cierta variación espacial en la horizontal dentro de dicho sustrato.

El Bombeo de Ensayo de larga duración llevado a cabo dentro del *EH VITORIA (2014)* no arroja más luz sobre esta discrepancia. Mientras que las interpretaciones según Theis y Jacobs de la fase de bombeo arrojan resultados en torno a 1,0E-06 m/s, más próximos a los ensayos Lugeon realizados dentro del mismo estudio, la fase de recuperación da un valor de la permeabilidad en torno a 3,5E-08 m/s, más cercano a los resultados de los ensayos in situ de la campaña de 2018. En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados de la interpretación del Bombeo de Ensayo, tal y como figura en la documentación original.

MÉTODO	**T m2/día**	**COEF. ALMACENAMIENTO**	**K m/día**	**K m/s**
Theis	3.83	4.27x10-4 (0,000427)	0.102	1.18056E-06
Jacob	2.82		0.075	8.68056E-07
Recuperación	1.18		0.003	3.47222E-08

Considerando la totalidad de los ensayos de permeabilidad in situ llevados a cabo en el *EH VITORIA (2014)*, así como los resultados de las interpretaciones del Bombeo de ensayo, se obtiene una media logarítmica para el sustrato margocalizo de **1,38E-06 m/s.**

En cualquier caso, la media logarítmica del conjunto de datos de permeabilidad recopilados de las distintas fuentes arroja un valor de **2,97E-07 m/s** (**≈ 3,0E-07 m/s**).

Tomando como referencia, en este caso, la tabla de la *Clasificación de terrenos* incluida en Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega (1983), se encuentra que el promedio logarítmico de los ensayos efectuados en la campaña de SAITEC, 5.37E-08 m/s (4.64E-03 m/día), clasificaría al sustrato como un ***Acuitardo***, cercano a los terrenos prácticamente impermeables. Por su parte, el valor promedio obtenido en los ensayos llevados a cabo en 2014, 2.55E-06 m/s (2.20E-01 m/día), lo situaría dentro de los ***Acuíferos Pobres***, muy próximo al Acuitardo. Por último, el dato medio obtenido del conjunto de valores de permeabilidad recopilados para esta unidad, 3.00E-07 m/s (2.59E-02 m/día), clasifica el sustrato margoso en el límite entre las dos categorías anteriores, inclinándose más hacia el *Acuitardo*.

10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Clasificación geológica	Gravas limpias		Gravas y arenas, o arenas gruesas		Arenas finas o con mezcla de limos		Limos o arcillas arenosas		Arcillas compactas
Clasificación hidrogeológica	Buen acuífero				Acuífero pobre		Acuitardos		Prácticamente impermeable

(*) Valores en m/día.

Figura 19. Clasificación de terrenos según su permeabilidad (tomado de Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega, 1983).

Por lo que respecta a la estimación de la porosidad, el conjunto de los datos de Densidad seca (γ_d), Densidad aparente (γ_{ap}) y contenido en agua (w%) han permitido estimar la porosidad total de la unidad de marga y margocalizas cretácicas, según la metodología expuesta en Custodio y Llamas (1983).

En la siguiente tabla se resumen los valores utilizados y los resultados obtenidos:

CAMPAÑA	SONDEO	PROF. (m)		TIPO MUESTRA	ESTADO			Porosidad TOTAL (m) (*)	
		DE	A		w (%)	γ_{ap} (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	Porosidad TOTAL (m) (*)	Porosidad TOTAL % (m)
Campaña complementaria EG (2018)	S-101	6.90	7.15	TP	3.57	2.55	2.46	0.034	3.4%
	S-102	8.00	8.30	TP	2.06	2.62	2.57	0.020	2.0%
	S-103	9.05	9.30	TP	3.13	2.54	2.46	0.030	3.0%
	S-104	6.10	6.30	TP	4.35	2.55	2.44	0.042	4.2%
	S-105	4.10	4.60	TP	4.24	2.52	2.42	0.041	4.1%
EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	19.70	20.00	TP-4	1.21	2.63	2.60	0.011	1.1%
	S-2	18.00	18.25	TP-3	1.48	2.63	2.59	0.015	1.5%
		21.50	21.80	TP-4	2.13	2.60	2.55	0.019	1.9%
		24.25	24.55	TP-6	0.98	2.60	2.58	0.008	0.8%
		27.00	27.40	TP-7	1.10	2.64	2.61	0.011	1.1%
	S-3	25.55	25.90	TP-4	1.80	2.53	2.49	0.018	1.8%
		28.35	28.70	TP-5	1.49	2.58	2.54	0.016	1.6%
		33.70	34.05	TP-7	1.94	2.58	2.53	0.019	1.9%
		37.35	37.70	TP-8	1.70	2.62	2.58	0.015	1.5%
E.I. Proyecto de integración ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	S-4	7.40	7.70	TP-2	2.48	2.52	2.46	0.024	2.4%
		16.45	16.75	TP-4	2.10	2.57	2.52	0.021	2.1%
		20.00	20.30	TP-5	2.94	2.57	2.50	0.027	2.7%
	S-5	9.70	10.10	TP-2	1.88	2.56	2.51	0.020	2.0%
		21.10	21.40	TP-4	2.15	2.60	2.55	0.019	1.9%
		25.30	25.60	TP-5	2.77	2.60	2.53	0.027	2.7%
	S-6	9.60	9.95	TP-1	1.88	2.60	2.55	0.019	1.9%
		10.40	10.80	TP-2	1.83	2.59	2.54	0.019	1.9%
	S-7	10.00	10.30	TP-2	3.38	2.56	2.48	0.031	3.1%
		19.20	19.60	TP-4	1.87	2.54	2.49	0.020	2.0%
		24.50	25.00	TP-5	3.67	2.55	2.46	0.035	3.5%
	S-8	11.60	12.10	TP-1	2.19	2.55	2.50	0.020	2.0%
		16.70	17.05	TP-2	2.10	2.56	2.51	0.021	2.1%
		24.75	24.90	TP-4	1.30	2.58	2.55	0.012	1.2%
	S-9	8.40	8.80	TP-1	1.31	2.63	2.60	0.011	1.1%
		14.40	15.00	TP-2	1.60	2.58	2.54	0.016	1.6%
		20.40	20.80	TP-3	1.00	2.65	2.60	0.019	1.9%
	S-1	7.35	7.85	TP-1	2.10	2.63	2.58	0.019	1.9%
		11.30	11.70	TP-2	1.40	2.62	2.58	0.015	1.5%
		15.30	15.70	TP-3	2.10	2.59	2.54	0.019	1.9%
		20.80	21.20	TP-4	1.80	2.62	2.58	0.015	1.5%
	S-2	9.95	10.50	TP-1	3.10	2.61	2.53	0.031	3.1%
		15.27	15.80	TP-2	2.50	2.59	2.53	0.023	2.3%
		2.92	21.45	TP-3	2.80	2.60	2.53	0.027	2.7%
						Promedio:		0.021	2.1%
						Máximo:		0.042	4.2%
						Mínimo:		0.008	0.8%

No se dispone de datos suficientes para estimar la *Porosidad eficaz*.

Se cuenta también con un dato de Coeficiente de almacenamiento procedente del Bombeo de Ensayo efectuado en el EH VITORIA (2014). Éste se cifra en **4.27x10-4** (**0,000427**) ó **0,047%.**

3.2.1.3. Eluvial

Únicamente ha sido posible determinar su permeabilidad de forma cualitativa, a partir de la representación de las correspondientes curvas granulométricas obtenidas en la campaña llevada a cabo por SAITEC (2017) sobre el ***Ábaco de Breddin (1963)***.

Como puede observarse en ella, la permeabilidad resulta inferior a 1.0E-07 m/s (entre 1.0E-07 m/s y 1.0E-08 m/s), equivalente a 8.64E-03 m/día. En la *Clasificación de terrenos* incluida en Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega (1983), el Eluvial se clasificaría como ***Acuitardo***, cercano a los terrenos prácticamente impermeables.

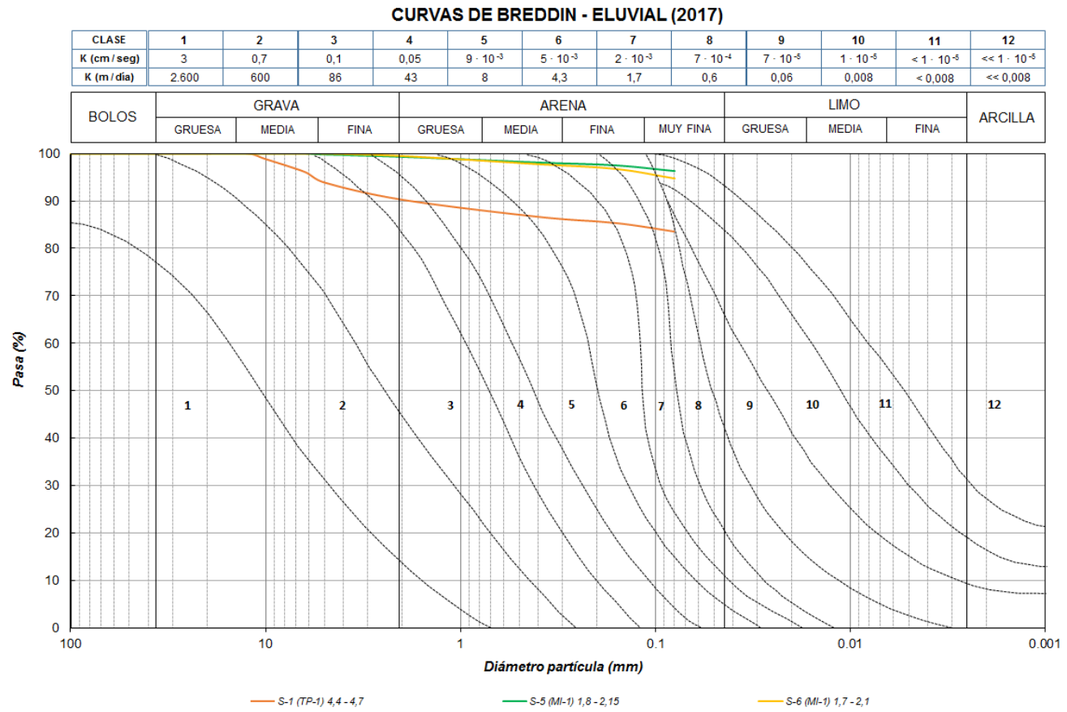


Figura 20. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña de 2017, sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

No se dispone de datos suficientes para estimar ni la *Porosidad total ni la Porosidad eficaz*.

3.2.1.4. Depósitos aluviales cohesivos

Integrado fundamentalmente por limos y arcillas, se dispone de un dato puntual de permeabilidad procedente del ensayo Lefranc a carga variable realizado para el *EH VITORIA (2014)* en el sondeo PQ-8+220, entre las profundidades 4,50 y 5,15 m. El resultado del mismo se cifra en 6.11E-07 m/s.

SONDEO	PROFUNDIDAD, m			PERMEABILIDAD K (m/s)	TIPO	MATERIALES
	inicio	medio	fin			
PQ-8+220	4.50	4.83	5.15	6.11E-07	VARIABLE	Qal, limos marrones y a muro algo de arenas

Asimismo, se dispone también de varios análisis granulométricos procedentes tanto del EI INTEGRACIÓN (2010 - 2012), como del *EH VITORIA (2014)*, o de una de las campañas geotécnicas más recientes (SAITEC, 2017). Éstos han permitido realizar una estimación cualitativa de su permeabilidad, a través de la representación de sus correspondientes curvas sobre el ***Ábaco de Breddin (1963)***. En las siguientes figuras se ilustran cada uno de estos análisis:

Como puede observarse en todas ellas, la permeabilidad resulta inferior a 1.0E-07 m/s (entre 1.0E-07 m/s y 1.0E-08 m/s), equivalente a 8.64E-03 m/día. En la *Clasificación de terrenos* incluida en Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega (1983), los depósitos aluviales cohesivos se clasificarían como ***Acuitardo***, cercanos a los terrenos prácticamente impermeables.

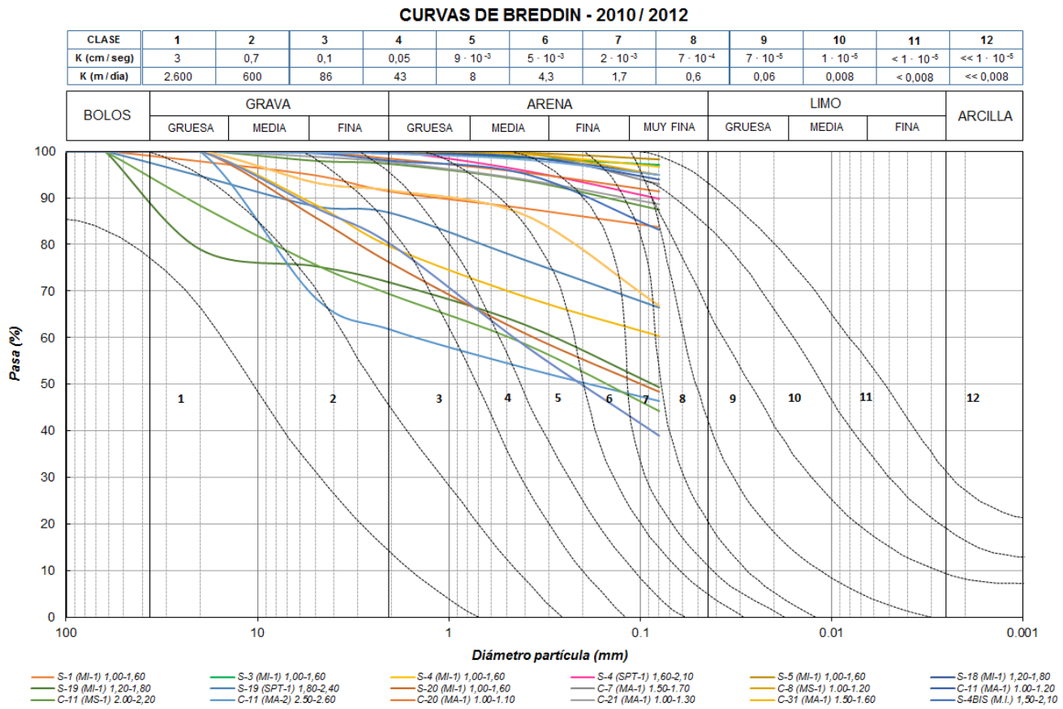


Figura 21. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña del EI INTERGRACIÓN (2010-2012), sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

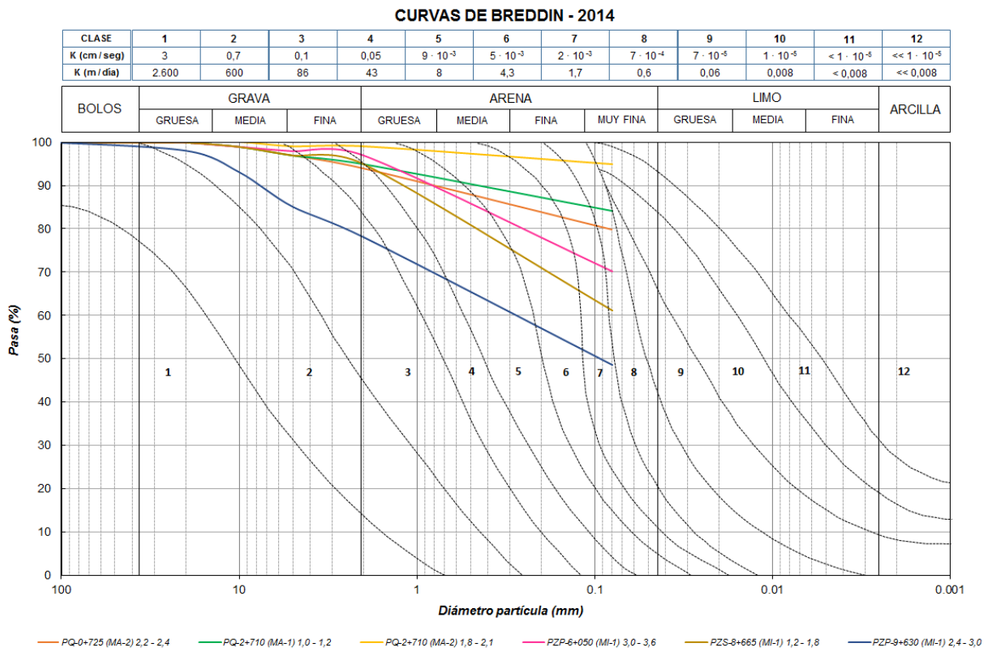


Figura 22. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña del EH VITORIA (2014), sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

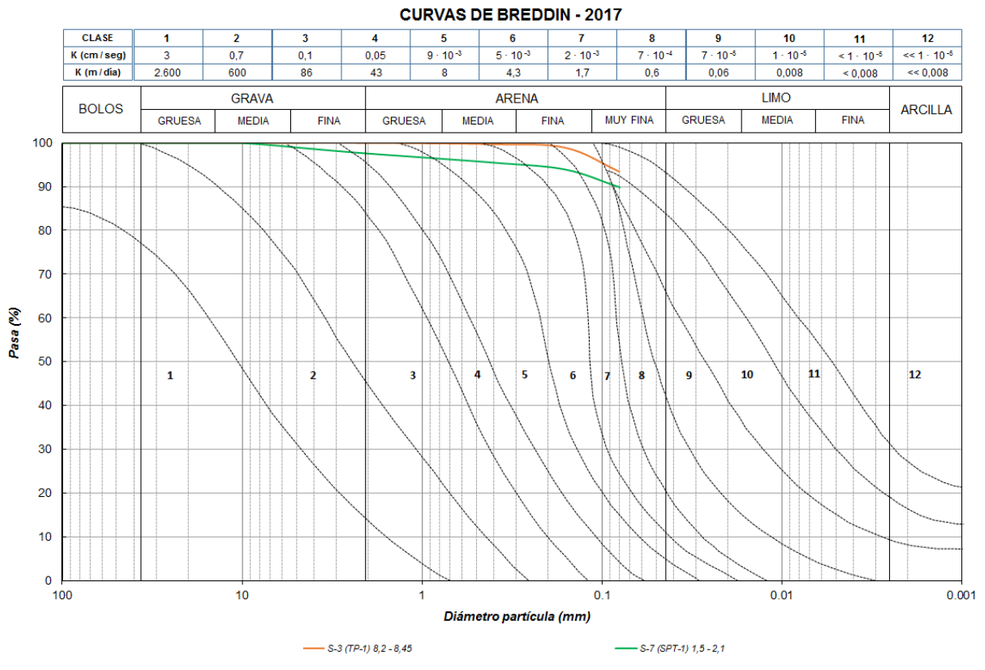


Figura 23. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña de 217, sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

No se dispone de datos suficientes para estimar ni la *Porosidad total ni la Porosidad eficaz*.

3.2.1.5. Depósitos aluviales granulares

Se compone fundamentalmente arenas limosas y gravas arenosas. Se dispone de dos datos puntuales de permeabilidad procedente de sendos ensayos Lefranc a carga constante realizado para el EH VITORIA (2014) en el sondeo PZS-8+665 En la siguiente tabla se resumen las características de los mismos y los resultados obtenidos.

SONDEO	PROFUNDIDAD, m			PERMEABILIDAD K (m/s)	TIPO	MATERIALES
	inicio	medio	fin			
PZS-8+665	2.50	2.75	3.00	4.74E-05	CONSTANTE	Qal, arenas limosas
PZS-8+665	4.00	4.50	5.00	2.45E-04	CONSTANTE	Qal, arenas limosas y gravas

Por su parte, y como en casos anteriores, se dispone de numerosos análisis granulométricos procedentes tanto del EI INTEGRACIÓN (2010 - 2012), como del EH VITORIA (2014), o de una de las campañas geotécnicas más recientes (SAITEC, 2017). La representación de sus correspondientes curvas sobre el ***Ábaco de Breddin (1963)*** permiten realizar estimaciones sobre su permeabilidad. En las siguientes figuras se ilustran cada uno de estos análisis.

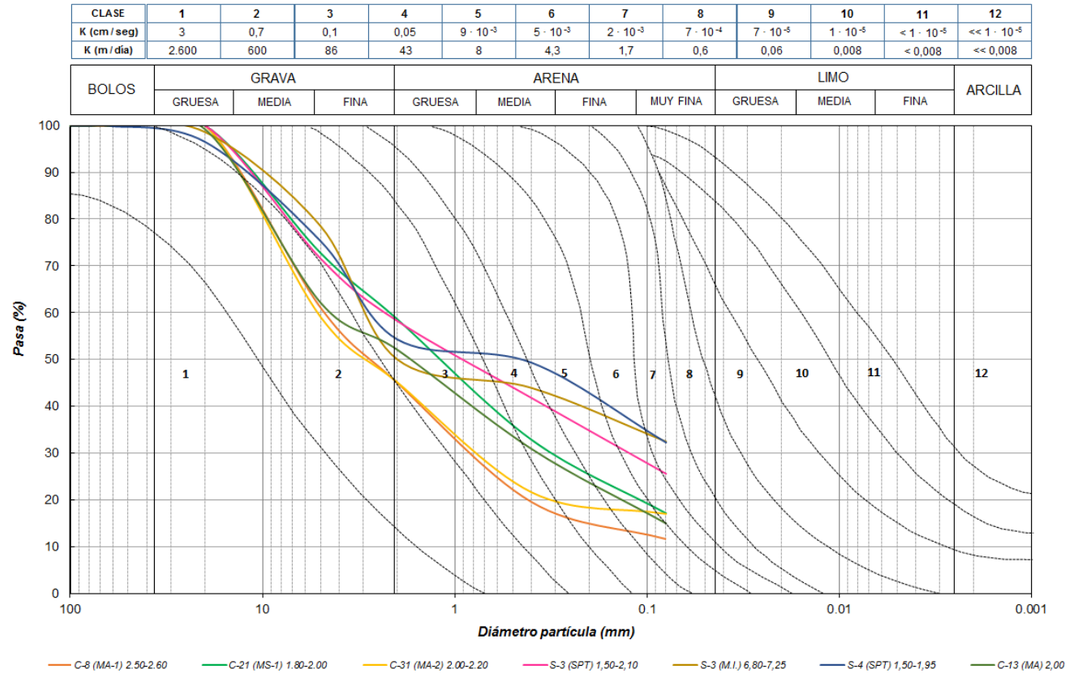


Figura 24. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña del EI INTERGRACIÓN (2010-2012), sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

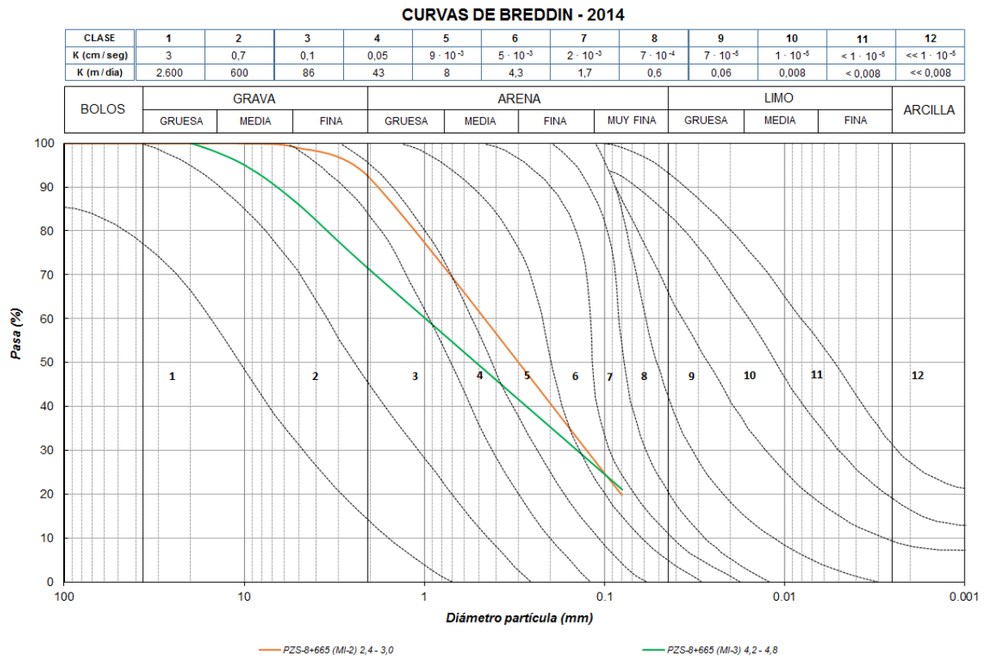


Figura 25. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña del EH VITORIA (2014), sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

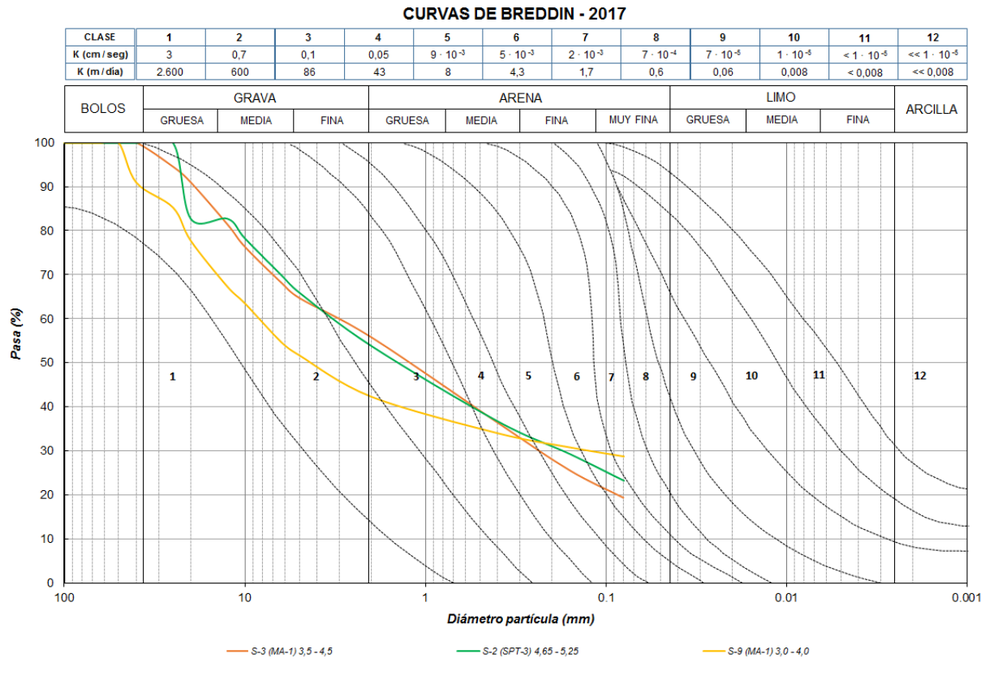


Figura 26. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña de 217, sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

Como se puede apreciarse en ellos, las prolongaciones de curvas hacia los diámetros d_{20} y d_{10} en las fracciones más gruesas se encuentran entre las clases 5 y 6, a las que corresponden permeabilidades entre 5.0E-05 a 9.0E-05 m/s. Las fracciones más finas, presentan su prolongación en las clases 9 y 10, con permeabilidades asignadas entre 7.0E-07 y 1.0E-07 m/s.

A partir de las granulometrías ha sido posible también realizar estimaciones analíticas, mediante la aplicación de las Fórmulas de ***Kasenow (2002)*** y ***Hazen (1911)***. En la siguiente tabla se resumen los parámetros utilizados en el cálculo y los resultados obtenidos.

Tomando como referencia, nuevamente, la tabla de la *Clasificación de terrenos* incluida en Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega (1983), se encuentra que los valores obtenidos a partir de los Ábacos de Breddin (1963) en las fracciones más finas, 7.0E-07 y 1.0E-07 m/s (equivalentes a 6.05E-02 y 8.64E-03 m/día), las sitúan dentro de los ***Acuitardos***. Sin embargo, los valores de las fracciones más gruesas, 5.0E-05 a 9.0E-05 m/s (equivalentes a 4.32E+00 y 7.78E+00 m/día), lo hacen dentro de la categoría de ***Acuífero Pobre***, si bien muy próximo a *Buen Acuífero.*

	10^4 10^3	10^2 10	1 10^{-1}	10^{-2} 10^{-3}	10^{-4} 10^{-5}
Clasificación geológica	Gravas limpias	Gravas y arenas, o arenas gruesas	Arenas finas o con mezcla de limos	Limos o arcillas arenosas	Arcillas compactas
Clasificación hidrogeológica	Buen acuífero		Acuífero pobre	Acuitardos	Prácticamente impermeable

(*) Valores en m/día.

Figura 27. Clasificación de terrenos según su permeabilidad (tomado de Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega, 1983).

Por su parte, los valores obtenidos mediante la aplicación de las fórmulas de Kasenow (2002) y Hazen (1911), entre 3.11E+00 y 1.66E+00 m/día, confirman la clasificación obtenida anteriormente de ***Acuífero Pobre***, muy próximo a *Buen Acuífero.*

ESTIMACIÓN PERMEABILIDAD														
SONDEO	FECHA	MUESTRA Y PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	FORMULA DE KASENOW (2002)			FÓRMULA DE HAZEN (1911)					
				D_{20} (mm)	PERMEABILIDAD (m/día)	PERMEABILIDAD (m/s)	D_{10} (mm)	D_{60} (mm)	U	C	PERMEABILIDAD (m/día)	PERMEABILIDAD (m/s)
S-2	27/11/2017	S-2 (SPT-3) 4,65 - 5,25	Aluvial: Gravas redondeadas en matriz arcillosa.	0.05	**3.17E-01**	**3.66E-06**	---	---	---	---	---	---
S-9	27/11/2017	S-9 (MA-1) 3,0 - 4,0	Aluvial: Gravas carbonatadas redondeadas en matriz limo arenosa.	0.088	**1.16E+00**	**1.34E-05**	---	---	---	---	---	---
PZS-8+665	2014	PZS-8+665 (MI-2) 2,4 - 3,0	Arenas-limos y gravas	0.0805	**9.46E-01**	**1.10E-05**	---	---	---	---	---	---
PZS-8+665	2014	PZS-8+665 (MI-3) 4,2 - 4,8	Gravas	0.07	**6.86E-01**	**7.94E-06**	---	---	---	---	---	---
S-2 (TRAMO 1)	2010	S-2 (SPT-2) 5,0 - 5,45	Arenas-limos y gravas	0.08	**9.33E-01**	**1.08E-05**	---	---	---	---	---	---
C-8 (TRAMO 2)	2012	C-8 (MA-1) 2.50-2.60		0.41	**4.00E+01**	**4.63E-04**	0.06	4.8	80.00	100	**3.11E+00**	**3.60E-05**
C-31 (TRAMO 2)	2012	C-31 (MA-2) 2.00-2.20		0.31	**2.10E+01**	**2.43E-04**	---	---	---	---	---	---
C-13 (TRAMO 2)	2010	C-13 (MA) 2,00		0.12	**2.37E+00**	**2.74E-05**	---	---	---	---	---	---
C-21 (TRAMO 2)	2012	C-21 (MS-1) 1.80-2.00		0.105	**1.74E+00**	**2.02E-05**	---	---	---	---	---	---
S-3 (TRAMO 1)	2010	S-3 (SPT) 1,50-2,10		0.042	**2.12E-01**	**2.45E-06**	---	---	---	---	---	---
			Media Logarítmica:		**1.66E+00**	**1.93E-05**						
			Máximo:		**4.00E+01**	**4.63E-04**						
			Mínimo:		**2.12E-01**	**2.45E-06**						

Aplicando la Fórmula de Vukovic y Soro (1992) (citada en Odong, 2008), y utilizando el coeficiente de uniformidad calculado para la expresión de Hazen (1911) puede realizarse una estimación de la Porosidad Total. En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos:

SONDEO	FECHA	MUESTRA Y PROFUNDIDAD (m)	FÓRMULA DE HAZEN (1911)						VUKOVIC Y SORO, 1992 (citado en Odong, 2008)	
			D_{10} (mm)	D_{60} (mm)	U	C	K (m/día)	K (m/s)	POROSIDAD TOTAL (me)	POROSIDAD TOTAL % (me)
C-8 (TRAMO 2)	2012	C-8 (MA-1) 2.50-2.60	0.06	4.8	80.00	100	**3.11E+00**	**3.60E-05**	**0.26**	**25.5%**

No se dispone de datos suficientes para estimar la *Porosidad eficaz*.

3.2.1.6. Rellenos

A partir de la representación de las correspondientes curvas granulométricas obtenidas en la campaña llevada dentro del EH VITORIA (2014) sobre el ***Ábaco de Breddin (1963)***, ha sido posible estimar de forma cualitativa su permeabilidad.

Como puede observarse en ella, los diámetros d_{20} y d_{10} considerando la prolongación de las curvas hacia la derecha, se sitúa en las categorías 11 y 12, lo que les otorga una permeabilidad inferior a 1.0E-07 m/s (entre 1.0E-07 m/s y 1.0E-08 m/s). La única excepción la constituye la muestra del sondeo PZP-4+785, que se prolonga en dichos diámetros dentro de la clase 9, a la que corresponde una permeabilidad en torno a 7,0E10 -7 m/s.

Ésta ha permitido realizar también una estimación analítica, mediante la aplicación de la ***Fórmula de Kasenow (2002)***. En la siguiente tabla se resumen los parámetros utilizados en el cálculo y los resultados obtenidos.

SONDEO	FECHA	MUESTRA Y PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	FORMULA DE KASENOW (2002)		
				D_{20} (mm)	PERMEABILIDAD (m/día)	PERMEABILIDAD (m/s)
PZP-4+785	2014	PZP-4+785 (MI-1) 3,0 - 3,6	Relleno	0.02	**3.85E-02**	**4.45E-07**

No se dispone de datos suficientes para estimar ni la *Porosidad total ni la Porosidad eficaz*.

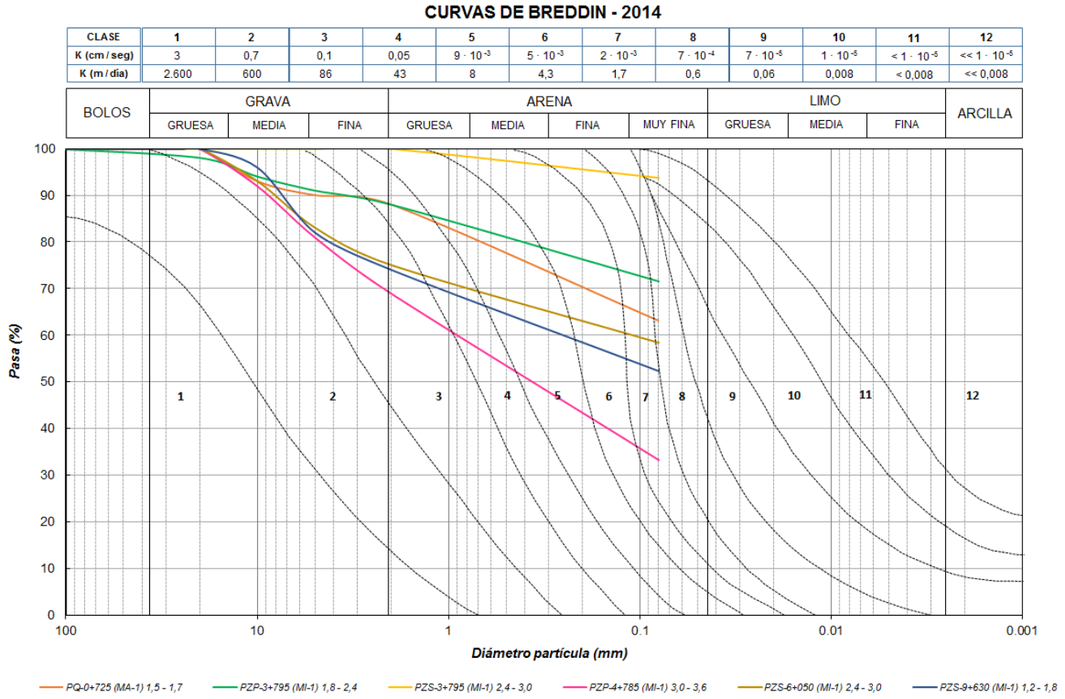


Figura 28. Superposición de las curvas granulométricas del eluvial, obtenidas a partir de ensayos granulométricos por tamizado en la campaña del EH VITORIA (2014), sobre Ábaco de Breddin (elaboración propia).

3.2.2. Inventario de puntos de agua

Se ha procedido a la recopilación desde distintas fuentes de datos de todos los puntos de agua susceptibles de captar cualquiera de las MASb existentes en el ámbito del Estudio. La totalidad de ellos se muestra en la imagen que se presenta a continuación; en ella se ha señalado con un marco blanco, lo que en el presente estudio se considera como el ámbito próximo de los trabajos.

Por su parte, en los siguientes subapartados (así como en el Apéndice 11) se detallan los puntos dentro del ámbito delimitado como más próximo a los trabajos y susceptibles de verse afectados por los mismos.

3.2.2.1. Prospecciones de proyectos anteriores

Se han tenido en cuenta las prospecciones llevadas a cabo tanto en las campañas geotécnicas más recientes (SAITEC 2017 y JMS 2018), así como las ejecutadas en el E. Hidrogeológico (2014) y en las campañas correspondientes al Estudio Informativo previo (2010 – 2012). En la siguiente lista se resumen todas ellas.

CAMPAÑA	SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS			ÁMBITO ACTUACIÓN
			X	Y	Z	
Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)	S-101	8,7	525971	4743375	522	Tramo 1: soterramiento
	S-102	8,5	526124	4743354	523	Tramo 1: soterramiento
	S-103	9,6	526470	4743261	527	Tramo 1: soterramiento
	S-104	6,7	527190	4743136	528	Tramo 1: soterramiento
	S-105	5,8	527869	4743248	524	Tramo 1: soterramiento
Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	20,1	525722,49	4743435,46	520	Tramo 1: soterramiento
	S-2	35,5	526349,94	4743335,32	523,6	Tramo 1: soterramiento
	S-3	40	526809,4	4743291,85	526,69	Tramo 1: soterramiento
	S-4	40	527251,33	4743217,37	530,69	Tramo 1: soterramiento
	S-5	35	527690,59	4743255,93	528,33	Tramo 1: soterramiento
	S-6	25	527956,11	4743276,04	523,29	Tramo 1: soterramiento
	S-7	25	528375	4743340	529,79	Tramo 1: soterramiento
	S-8	25,5	526752,48	4743203,82	525,57	Tramo 1: soterramiento
	S-9	24,9	527015,41	4743172,52	526,97	Tramo 1: soterramiento
Estudio Hidrogeológico de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria - Gasteiz (2014)	PZS 3+795	6.20	524217.72	4744264.51	515.68	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PQ 7+270	6.00	527188.20	4745809.40	513.12	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PQ 7+805	7.00	527723.90	4745852.00	511.21	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PQ 8+220	6.00	528161.50	4745878.80	510.26	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PZP 8+665	30.00	528581.30	4745615.10	511.49	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PZS 8+665	8.35	528582.70	4745613.80	512.53	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PZS 8+688	7.20	528605.00	4745628.00	510.39	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PZP 8+694	45.80	528609.00	4745625.00	513.74	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PQ 9+125	9.00	529033.40	4745791.80	512.75	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PZP 9+630	---	529601.00	4745822.00	513.92	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	PZS 9+630	9.00	529595.00	4745828.00	514.18	Tramo 2: Nudo de Arkaute
Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)	S-1	12,1	529686	4747016	511,3	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-3	13,6	529927	4746418	511,8	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-4	12	530006	4746211	512,2	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-5	11,8	530025	4746215	512,3	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-18	13	533553	4745326	522,1	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-19	12	533590	4745301	522,1	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-20	13,6	533602	4744915	524	Tramo 2: Nudo de Arkaute

CAMPAÑA	SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS			ÁMBITO ACTUACIÓN
			X	Y	Z	
E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)	S-1E	10.2	527515	4743156	531,75	Tramo 1: soterramiento
	S-2E	10.5	527517	4743116	534,48	Tramo 1: soterramiento
Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	S-2	35,1	528473,72	4743438,36	526	Tramo 1: soterramiento
	S-3	25	530066,24	4743988,81	519,89	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-4	23	529726,47	4746426,56	512,55	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-4 bis	9,5	529893,75	4746426,56	512,55	Tramo 2: Nudo de Arkaute

3.2.2.2. Inventario de puntos de agua URA – Agencia Vasca del Agua

Procedente de la información del Registro de Aguas, se dispone de la capa de información geográfica correspondiente a las captaciones de aguas subterráneas de todo el territorio vasco. Entre ellas, se ha procedido a seleccionar únicamente las que se encuentran dentro del ámbito próximo de los trabajos objeto del presente estudio, obteniéndose un total de 308 captaciones subterráneas. Dada la extensión de los registros, se presenta la tabla completa de sus características en el Apéndice 11.

3.2.2.3. Inventario de puntos de agua Estudio Hidrogeológico (CYE-LURGINTZA, 2014)

Además de los sondeos y el pozo perforados ex profeso para el Estudio Hidrogeológico en cuestión, en él se abordó un inventario de puntos de agua propio. Dicho inventario se ha incorporado al presente Estudio Informativo.

Cabe mencionar que parte de los puntos inventariados en su momento se corresponden con los de la Base de Datos Hidrogeológicos del IGME. Éstos no se incluyen en este apartado, sino en el siguiente.

Aparte de los anteriormente citados, se ha encontrado un total de 50 puntos de agua dentro del ámbito considerado. En la siguiente tabla se resumen sus características.

IPA	ACUIFERO	X	Y	Z	MASb	N.P. Máx.	N.P. Min.	Tipo
MT- 0081	SUPERFICIAL	528468.62	4745291.97	512.00	Aluvial de Vitoria	3.30	3.30	Manantial
MT- 0088 Laguna	SUPERFICIAL	529873.61	4744971.94	511.24	Aluvial de Vitoria	0.00	0.00	Laguna
BR-0342	SUPERFICIAL	530401.59	4744556.93	513.70	Aluvial de Vitoria	1.00	1.00	Balsa de riego
PZ- 0057	SUPERFICIAL	523018.63	4745592.11	504.00	Aluvial de Vitoria	4.60	1.70	Pozo
PZ- 0059	SUPERFICIAL	523243.63	4745692.10	504.00	Aluvial de Vitoria	3.80	1.00	Pozo
PZ- 0399	SUPERFICIAL	529093.63	4745979.95	510.70	Aluvial de Vitoria	1.80	1.00	Piezómetro
PZ- 0405	SUPERFICIAL	528808.64	4746082.95	510.00	Aluvial de Vitoria	1.80	1.10	Pozo
PZ- 0361	SUPERFICIAL	530781.59	4744511.92	516.00	Aluvial de Vitoria	2.20	0.50	Pozo
PZ- 0494	SUPERFICIAL	530033.59	4744147.94	515.10	Aluvial de Vitoria	1.80	0.30	Pozo
PZ- 0527	SUPERFICIAL	530298.58	4744061.94	516.60	Aluvial de Vitoria	2.50	0.60	Pozo
PZ- 0632	SUPERFICIAL	529243.59	4744391.96	515.20	Aluvial de Vitoria	2.60	1.00	Pozo
PZ- 0844	SUPERFICIAL	531206.67	4746759.70	518.00	Aluvial de Vitoria	2.60	0.60	Pozo
PZ- 0116	SUPERFICIAL	530519.53	4744693.43	514.60	Aluvial de Vitoria	0.30	0.30	Pozo
PZ- 0336	SUPERFICIAL	529890.59	4744223.95	515.23	Aluvial de Vitoria	0.72	0.72	Pozo
PZ-0348	SUPERFICIAL	530566.00	4744493.00	515.37	Aluvial de Vitoria	1.35	1.35	Pozo
PZ-0653	SUPERFICIAL	522593.59	4743482.14	529.43	Cuartango-Salvatierra	7.71	7.71	Pozo
PZ- 0827	SUPERFICIAL	524177.06	4744452.05	515.00	Cuartango-Salvatierra	4.66	3.38	Pozo
PZ- 0925	SUPERFICIAL	529074.00	4744341.00	519.14	Aluvial de Vitoria	4.40	4.40	Pozo
Pl- 0958	SUPERFICIAL	523007.96	4745030.49	505.00	Aluvial de Vitoria	1.70	1.00	Pozo
PI- 0076	SUPERFICIAL	527660.62	4745429.99	514.00	Cuartango-Salvatierra	4.40	3.40	Piezómetro
PI- 0418	SUPERFICIAL	527663.31	4745440.99	514.00	Cuartango-Salvatierra	4.30	3.10	Piezómetro
PI- 0828	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	3.80	2.00	Piezómetro
PI- 0829	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	6.40	5.40	Piezómetro
PI- 0831	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	6.70	4.70	Piezómetro
PI- 0832	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	5.60	4.30	Piezómetro
PI- 0833	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	6.90	4.50	Piezómetro
PI- 0868	SUPERFICIAL	528338.69	4745749.69	510.50	Aluvial de Vitoria	2.20	0.90	Piezómetro
PI- 0869	SUPERFICIAL	528317.16	4745749.69	511.00	Aluvial de Vitoria	3.40	2.20	Piezómetro
Pl-0830	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	4.60	4.60	Piezómetro
SE-0086	SUPERFICIAL	529096.76	4746061.95	510.63	Aluvial de Vitoria	1.10	1.10	Piezómetro
SE-0087	SUPERFICIAL	529090.76	4745907.95	510.68	Aluvial de Vitoria	1.20	1.20	Piezómetro
SE-0749	SUPERFICIAL	528623.00	4745005.00	511.00		0.00	0.00	Piezómetro
PR- 0947	PROFUNDA	523987.00	4744940.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	5.30	5.30	Pozo
PR- 0935	PROFUNDA	528149.00	4744333.00	517.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	Pozo riego
PR- 0936	PROFUNDA	526156.00	4745332.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	2.90	2.90	Pozo riego
PR- 0940	PROFUNDA	525057.00	4743764.00	527.00	Cuartango-Salvatierra	11.00	11.00	Pozo riego
PR- 0941	PROFUNDA	526669.00	4742796.00	529.00	Cuartango-Salvatierra	3.60	3.60	Pozo riego
PR- 0942	PROFUNDA	526834.00	4744681.00	514.00	Cuartango-Salvatierra	6.80	6.80	Pozo riego
PR- 0943	PROFUNDA	525502.26	4743673.54	519.00	Cuartango-Salvatierra	6.20	6.20	Pozo riego
PR- 0945	PROFUNDA	525860.00	4743239.00	522.00	Aluvial de Vitoria	3.80	3.80	Pozo riego
PR- 0953	PROFUNDA	526946.00	4742545.00	533.00	Cuartango-Salvatierra	5.80	5.80	Pozo riego
PR- 0937	PROFUNDA	526207.00	4745511.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0938	PROFUNDA	526214.00	4745409.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0939	PROFUNDA	525862.00	4746679.00	508.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0944	PROFUNDA	525462.00	4743848.00	521.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0948	PROFUNDA	524151.00	4745029.00	510.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0949	PROFUNDA	524240.00	4745080.00	508.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0950	PROFUNDA	524445.00	4745259.00	508.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0951	PROFUNDA	524416.00	4745346.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0952	PROFUNDA	525733.00	4743435.00	521.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---

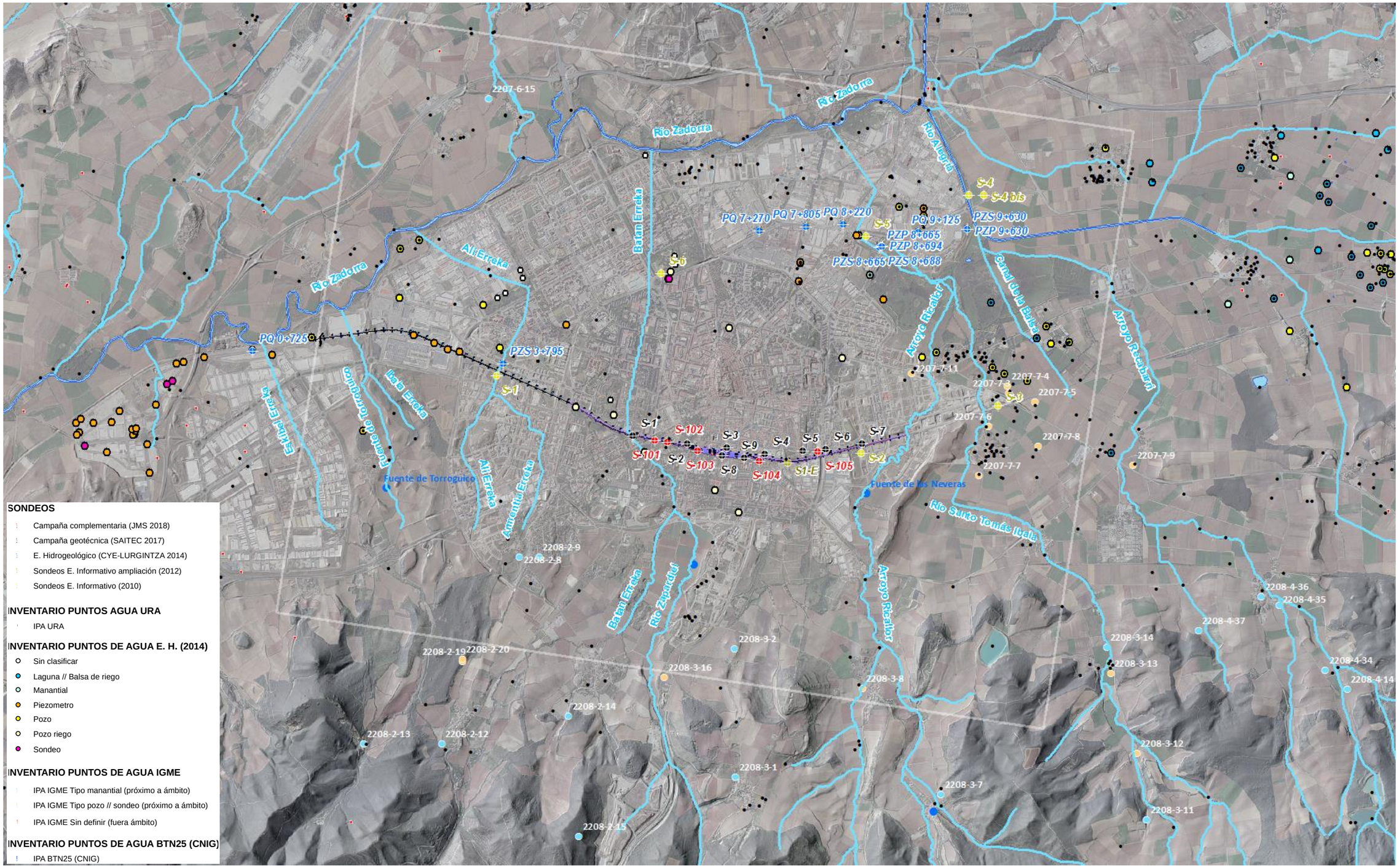


Figura 29. Inventarios de Puntos de Agua recopilados para el presente Estudio (elaboración propia).

3.2.2.4. Inventario de puntos de agua Base de Datos Hidrogeológicos IGME

Como se comentaba, gran parte del Inventario propio de la Base de Datos Hidrogeológicos del IGME se encontraba incorporado al inventario del *EH VITORIA* (2014). En las siguientes tablas se sintetizan las características de aquellos puntos que se encuentran dentro del ámbito considerado.

MANANTIALES – BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS CONS IGME																		
HOJA	**OCT.**	**PUNTO**	**C. HIDRO**	**UNIDAD HIDROGEO**	**SISTEMA ACUIFERO**	**MUNICIPIO**	**TOPONIMIA**	**COTA**	**TIPO**	**USOS AGUA**	**PERÍMETRO**	**ORGANISMO**	**ESCALA**	**HUSO**	**SECTOR**	**X (ED50)**	**Y (ED50)**	**X (ETRS89)**	**Y (ETRS89)**
2207	6	15	EBRO	Aluvial de Vitoria	Acuífero aislado	VITORIA		500.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	524152.00	4747542.00	524045.67	4747334.02
2208	2	8	EBRO	Unidades aisladas	Acuífero aislado	VITORIA		550.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	524511.00	4742232.00	524404.55	4742024.05
2208	2	9	EBRO	Unidades aisladas	Acuífero aislado	VITORIA		550.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	524738.00	4742239.00	524631.55	4742031.04
2208	3	2	EBRO	Unidades aisladas	Acuífero aislado	VITORIA		575.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	527012.00	4741170.00	526905.52	4740962.00

PERFORACIONES SUBTERRÁNEAS – BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS CONS IGME																				
HOJA	**OCT.**	**PUNTO**	**C. HIDRO**	**UNIDAD HIDROGEO**	**SISTEMA ACUIFERO**	**MUNICIPIO**	**TOPONIMIA**	**COTA**	**TIPO**	**PROF**	**MÉTODO PERFORACIÓN**	**FECHA OBRA**	**MOTOBOMBA**	**USOS AGUA**	**PERÍMETRO**	**ORGANISMO**	**ESCALA**	**HUSO**	**X (ED50)**	**Y (ED50)**	**X (ETRS89)**	**Y (ETRS89)**
2207	7	3	EBRO	Aluvial de Vitoria	Terrazas aluviales del Ebro y afluentes (62.01.00.00.00)	VITORIA		480.0	Sondeo	75	Percusión	1977	Obra sin equipo de extracción	Desconocido	No tiene perímetro de protección	I.T.G.E. / I.G.M.E	1:50.000	30	530189.00	4744135.00	530082.59	4743926.90
2207	7	4	EBRO	Aluvial de Vitoria	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA	ARCAUTE-CHORROTEA 1	518.0	Pozo	5,64				Agricultura	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	530170.00	4744220.00	530063.59	4744011.90
2207	7	5	EBRO	Aluvial de Vitoria	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		520.0	Pozo	3,47				Desconocido	No tiene perímetro de protección		1:50.000	30	530490.00	4744030.00	530383.59	4743821.89
2207	7	6	EBRO	Unidades aisladas	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		521.0	Pozo	4,53				Desconocido	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	529950.00	4743750.00	529843.58	4743541.91
2207	7	7	EBRO	Unidades aisladas	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		526.0	Pozo	8,5				Desconocido	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	529840.00	4743180.00	529733.57	4742971.91

PERFORACIONES SUBTERRÁNEAS – BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS CONS IGME																				
HOJA	**OCT.**	**PUNTO**	**C. HIDRO**	**UNIDAD HIDROGEO**	**SISTEMA ACUIFERO**	**MUNICIPIO**	**TOPONIMIA**	**COTA**	**TIPO**	**PROF**	**MÉTODO PERFORACIÓN**	**FECHA OBRA**	**MOTOBOMBA**	**USOS AGUA**	**PERÍMETRO**	**ORGANISMO**	**ESCALA**	**HUSO**	**X (ED50)**	**Y (ED50)**	**X (ETRS89)**	**Y (ETRS89)**
2207	7	8	EBRO	Unidades aisladas	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		525.0	Pozo	6,07				Desconocido	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	530530.00	4743520.00	530423.58	4743311.89
2207	7	11	1	EBRO	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	FUENTE DEL BARRIO OCHATEGUI		514.0		1.0		1995		Abastecimiento a núcleos urbanos	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	529060.00	4744360.00	528953.60	4744151.93
2208	3	8	1	EBRO	Acuífero aislado	VITORIA		575.0	Pozo	6				Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	528490.00	4740716.00	528383.51	4740507.96

3.2.2.5. Inventario de puntos de agua Base Topográfica Nacional (1:25.000) CNIG

Por último, se ha procedido a extraer las surgencias de las capas de información geográfica correspondientes a las hojas 112 y 138 de la Base Topográfica Nacional. En la siguiente tabla se resume la información disponible de aquellas ubicadas dentro del ámbito considerado para el presente estudio.

ID	HOJA	FECHA ALTA	FECHA BAJA	NOMBRE	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	Z
72495681	43014	2015/10/28		Fuente de Torroguico			
72495840	44014	2015/10/28		Fuente de las Neveras	528431.56	4742757.00	531.90
72495857	44015	2015/10/28			526435.45	4741935.65	540.80

3.2.3. Inventario de Zonas Protegidas

Para la elaboración del presente apartado se han tenido en cuenta tanto la información cartográfica disponible en el Portal GeoEuskadi (URA) como la documentación e información cartográfica existente en el Portal de la Confederación Hidrográfica del Ebro, relacionada con el Plan Hidrológico de Cuenca 2015-2021. Esto incluye el Registro de Zonas protegidas recogido en el Anejo II a la Memoria del mismo.

A continuación, se analizan las que tienen repercusión hidrogeológica, directa o indirecta, en relación al ámbito definido para los trabajos en el presente Estudio. En la figura que se muestra seguidamente, se presenta la ubicación de las Zonas protegidas.

3.2.3.1. Captaciones para Abastecimiento actual a núcleos de población

La designación de las zonas de captación de agua para abastecimiento viene establecida en el artículo 7 de la DMA, transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el artículo 99 bis del TRLA. En la demarcación existen actualmente 830 captaciones de agua para abastecimiento de carácter superficial y 2.428 subterráneas.

Según la información disponible en el PHC 2015-2021, en el ámbito definido para el presente Estudio no se hallan captaciones o aprovechamientos para el abastecimiento actual a núcleos urbanos. En la figura siguiente, pueden apreciarse las captaciones cercanas a dicho ámbito con sus respectivas zonas de salvaguarda.

3.2.3.2. Zonas para Futuro Abastecimiento a núcleos de población

Además de proteger las actuales captaciones para abastecimiento, la DMA permite la designación de zonas de protección para las áreas que se van a destinar preferentemente a la captación de agua para abastecimiento en el futuro. En el caso de la demarcación del Ebro se han seleccionado 44 áreas de reserva (acuíferos calcáreos) para abastecimiento, ubicadas en su mayor parte en zonas de montaña y libres de presiones significativas que amenacen su calidad.

Según la información disponible en el PHC 2015-2021, en el ámbito definido para el presente Estudio no se encuentran zonas de captación para futuros abastecimientos a núcleos urbanos. En la figura siguiente, puede apreciarse que la zona más próxima corresponde a las CALIZAS DE SUBIJANA, al Oeste del ámbito.

3.2.3.3. Manantiales significativos

Aunque esta categoría cartográfica no forma parte del PHC 2015-2021 como tal, se ha considerado oportuna su inclusión dentro de las Zonas protegidas. Como se puede apreciar en la siguiente figura, en el ámbito definido para el presente Estudio no se hallan manantiales significativos dentro del mismo. Se aprecia, no obstante, que los más cercanos corresponden al Manantial de Kas, el Manantial de Foronda y el Manantial de los Molinos (actualmente captado para abastecimiento a núcleos de población).

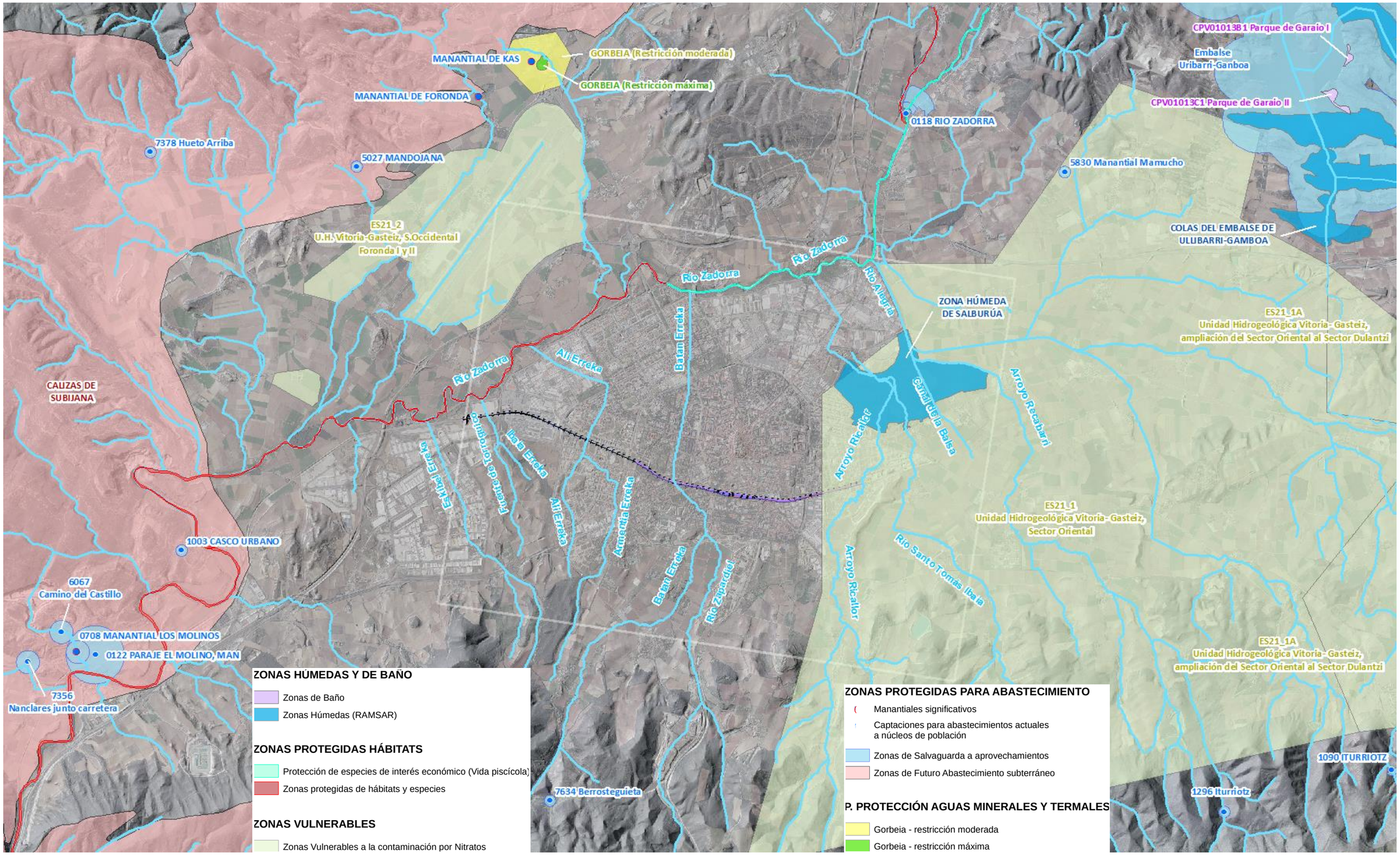


Figura 30. Zonas protegidas según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro 2015-2021 y URA (elaboración propia a partir de la cartografía digital disponible en la C. H. Ebro y URA).

3.2.3.4. Perímetros de protección para Aguas Minerales y Termales

El marco normativo para la designación de los perímetros de protección de aguas minerales y termales, aprobados de acuerdo con su legislación específica, viene definido por la Directiva 80/777 y la Ley 22/1973, de Minas.

Según la información disponible en el PHC 2015-2021, en el ámbito definido para el presente Estudio no se encuentran zonas de captación para futuros abastecimientos a núcleos urbanos. Los perímetros de protección más próximos al mismo corresponden a las zonas de Máximas Restricciones y de Restricciones Moderadas de Gorbeia (ES091PAMTP9100107).

3.2.3.5. Zonas Húmedas

Las zonas húmedas incluidas en el Registro de zonas protegidas son por un lado aquellas declaradas bajo la Convención sobre los humedales, firmada en Ramsar, el 2 de febrero de 1971, a la cual España se adhirió el 18 de marzo de 1982, y por otro, los humedales que formen parte del Inventario Nacional de Zonas Húmedas, de acuerdo con el Real Decreto 435/2004. La Demarcación cuenta con 12 humedales RAMSAR.

Dentro del ámbito definido para este Estudio, únicamente se identifica una Zona Húmeda incluida en el PHC 2015-2021: ZONA HUMEDA DE SALBURUA (IH211009). Ésta se encuentra también incluida en la Lista del Convenio RAMSAR. La siguiente zona húmeda más próxima, aunque fuera de dicho ámbito correspondería a las COLAS DEL EMBALSE DE ULLIBARRI-GAMBOA (IH211011), al Noreste.

3.2.3.6. Zonas de Baño para Usos Recreativos

La Directiva 2006/7/CE, transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el RD 1341/2007 define el régimen de protección y de control de calidad de las masas de agua de uso recreativo. La declaración de las zonas de baño se realiza anualmente por parte de las comunidades autónomas. En la actualidad, la demarcación alberga 50 zonas de baño, 33 en aguas continentales y 17 costeras.

Actualmente no existen Zonas de Baño definidas dentro del ámbito del presente Estudio. Las más próximas se hallan al Noreste y corresponden al Parque de Garaio I y II (CPV01013B1 y CPV01013C1, respectivamente).

3.2.3.7. Zonas de protección de especies de interés económico

La DMA y el Reglamento de la Planificación Hidrológica incluyen entre las zonas protegidas las zonas designadas para la protección de especies acuáticas significativas desde el punto de vista económico. El Plan Hidrológico 2009-2015 no designaba en principio zonas de protección de especies acuáticas significativas desde el punto de vista económico. No obstante, el Plan Hidrológico de 1998, siguiendo la Directiva 78/659/CEE, luego varias veces modificada y codificada por la Directiva 2006/44/CE, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejorar para ser aptas para la vida de los peces, recogía un “primer inventario realizado de aguas salmonícolas y ciprínicolas, aunque bastante incompleto” en la cuenca del Ebro. Este inventario de aguas aptas para la vida de los peces, por analogía, fue recogido en el Registro de Zonas Protegidas para el Plan Hidrológico 2009-2015. Dado ahora que la Directiva 2006/44/CE ha sido derogada, y que el citado inventario carece del grado de rigor y actualidad necesarios, se opta en el Plan 2015-2021 por no recoger tales zonas en el Registro de Zonas Protegidas.

El tramo del río Zadorra entre la Presa de Ullivarri y el Puente Abechuco (ES091PEAE125) se encuentra definida dentro del PHC 2015-2021 como un tramo fluvial protegido para el desarrollo de la vida piscícola de tipo ciprinícola.

3.2.3.8. Zonas protegidas de hábitats y especies relacionados con el medio acuático

La Directiva 92/43/CEE (Directiva Hábitat) identifica los tipos de hábitats y las especies animales y vegetales de interés comunitario cuya protección requiere la designación de zonas especiales de conservación. Los Estados Miembros deben crear una red ecológica, “la Red Natura 2000”, que incluirá esas zonas especiales de conservación (ZEC), y las zonas especiales de protección para aves silvestres (Directiva 79/409/CEE). El marco normativo para la protección de estas zonas al nivel nacional está constituido por la Ley 42/2007, del Patrimonio y de la Biodiversidad. El presente apartado se centra en aquellas zonas declaradas de protección de hábitat o especies, incluidos los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) (Directiva 92/43), las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) (Directiva 79/409) y las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) integradas en la red Natura 2000 (Directiva 92/43), en las que el mantenimiento o mejora del estado del agua constituya un factor importante en su protección.

La totalidad del curso de Río Zadorra (ES2110010) se encuentra definida dentro del PHC 2015-2021 como tramo fluvial protegido para preservación de hábitats y especies.

3.2.3.9. Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos

Las zonas vulnerables se designan en aplicación de la Directiva 91/676 y al Real Decreto 261/1996, relativos a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola.

En este sentido, la Unidad Hidrogeológica Vitoria- Gasteiz, Sector Oriental (ES21_1) está incluido dentro del PHC 2015-2021, y abarca todo el extremo Este del ámbito definido en este Estudio.

3.2.4. Inventario de Emplazamientos de Interés Hidrogeológico

A partir de la información cartográfica disponible en el URA – Agencia Vasca del Agua, se cuenta con un inventario de Emplazamientos de Interés Hidrogeológico, fruto de los trabajos efectuados para la “Evaluación de la contaminación del agua subterránea por la contaminación del suelo” (ihobe – Gobierno Vasco, 2015). Su distribución espacial se muestra en la siguiente imagen, en relación con el ámbito considerado dentro del presente Estudio. Las categorías presentes en dicho ámbito se presentan en la tabla que se muestra a continuación.

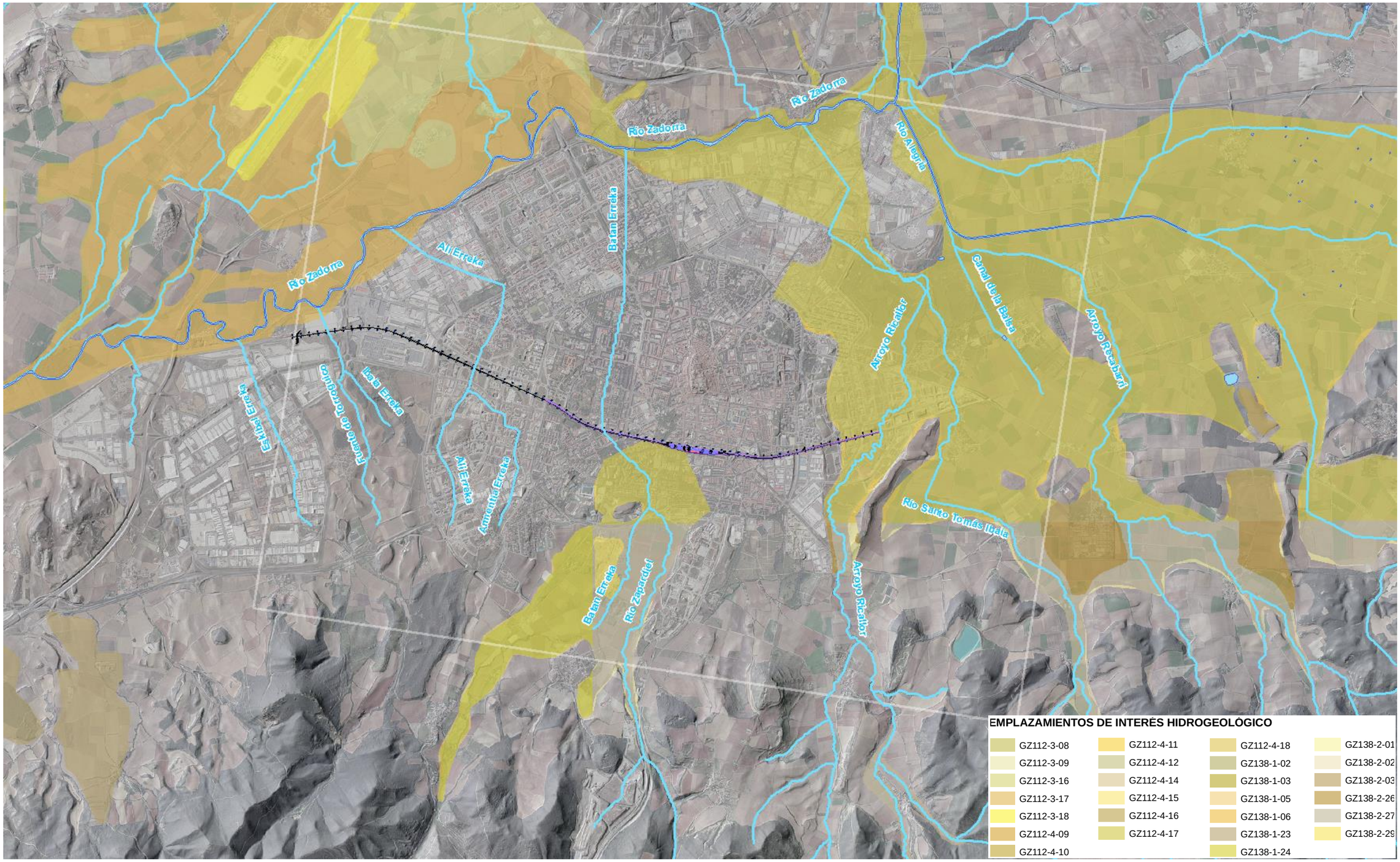


Figura 31. Emplazamientos de Interés Hidrogeológico (elaboración propia a partir de la cartografía digital disponible en el Portal del URA).

EMPLAZAMIENTOS DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO							
CODIGO	**CODIGO_DES**	**COEF_INFIL**	**DOMINIO**	**FACIES_O_F**	**NOMBRE**	**PERMEABILI**	**PISO**
GZ112-3-08	300 - Alternancia centimétrica de margas, margocalizas y calizas laminadas	015%	Plataforma alavesa	Alternancias senonienses	Subijana	2 - Baja	Turoniense medio-superior y Santoniense
GZ112-3-09	305 - Alternancia de margocalizas compactas y calizas laminadas	040%		Alternancias senonienses		3 - Media	Coniaciense-Santoniense inferior
GZ112-3-16	514 - Terrazas fluviales indiferenciadas	090%		-		5 - Muy alta	-
GZ112-3-17	519 - Depósitos aluviales y aluvio-coluviales	080%		-		4 - Alta	-
GZ112-3-18	532 - Depósitos antropogénicos	060%		-		4 - Alta	-
GZ112-4-09	313 - Margas y margocalizas	015%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Santoniense
GZ112-4-10	300 - Alternancia centimétrica de margas, margocalizas y calizas laminadas	015%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Santoniense
GZ112-4-11	322 - Margas; tramos de margas y margocalizas alternantes	010%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Campaniense inferior-medio
GZ112-4-12	321 - Margas y margocalizas pseudonodulosas	010%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Santoniense superior-Campaniense inferior
GZ112-4-14	324 - Calcarenitas arenosas, areniscas laminadas y margas	020%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Campaniense inferior
GZ112-4-15	326 - Calcarenitas bioclásticas con glauconita	030%		Alternancias senonienses		3 - Media	Campaniense inferior
GZ112-4-16	514 - Terrazas fluviales indiferenciadas	090%		-		5 - Muy alta	-
GZ112-4-17	519 - Depósitos aluviales y aluvio-coluviales	080%		-		4 - Alta	-
GZ112-4-18	532 - Depósitos antropogénicos	060%		-		4 - Alta	-
GZ138-1-02	305 - Alternancia de margocalizas compactas y calizas laminadas	040%	Plataforma alavesa	Alternancias senonienses	Subijana	3 - Media	Coniaciense-Santoniense inferior
GZ138-1-03	300 - Alternancia centimétrica de margas, margocalizas y calizas laminadas	015%	Plataforma alavesa	Alternancias senonienses	Subijana	2 - Baja	Santoniense
GZ138-1-05	322 - Margas; tramos de margas y margocalizas alternantes	010%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Campaniense inferior-medio
GZ138-1-06	325 - Alternancia centimétrica de calizas nodulosas y margas	020%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Santoniense superior-Campaniense medio
GZ138-1-23	514 - Terrazas fluviales indiferenciadas	080%		-		4 - Alta	-
GZ138-1-24	519 - Depósitos aluviales y aluvio-coluviales	080%		-		4 - Alta	-
GZ138-2-01	322 - Margas; tramos de margas y margocalizas alternantes	010%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Campaniense inferior-medio
GZ138-2-02	325 - Alternancia centimétrica de calizas nodulosas y margas	020%		Alternancias senonienses		2 - Baja	Santoniense superior-Campaniense medio
GZ138-2-03	326 - Calcarenitas bioclásticas con glauconita	030%		Alternancias senonienses		3 - Media	Campaniense inferior
GZ138-2-26	514 - Terrazas fluviales indiferenciadas	090%		-		5 - Muy alta	-
GZ138-2-27	519 - Depósitos aluviales y aluvio-coluviales	080%		-		4 - Alta	-
GZ138-2-29	532 - Depósitos antropogénicos	060%		-		4 - Alta	-

3.2.5. Inventario de Sótanos

A partir de la información catastral disponible desde la Diputación Foral de Araba/Álava, se cuenta con un inventario de edificaciones con, al menos, 1 estructura bajo rasante (sótano). En la siguiente imagen, puede apreciarse la distribución espacial de los mismos en todo el ámbito urbano de la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

En ella puede apreciarse que la gran mayoría de las edificaciones con estructuras bajo rasante en la ciudad presentan un solo sótano. Son apreciables igualmente las que presentan 2 estructuras bajo suelo. Sin embargo, las de 3 o más sótanos resultan puntuales.

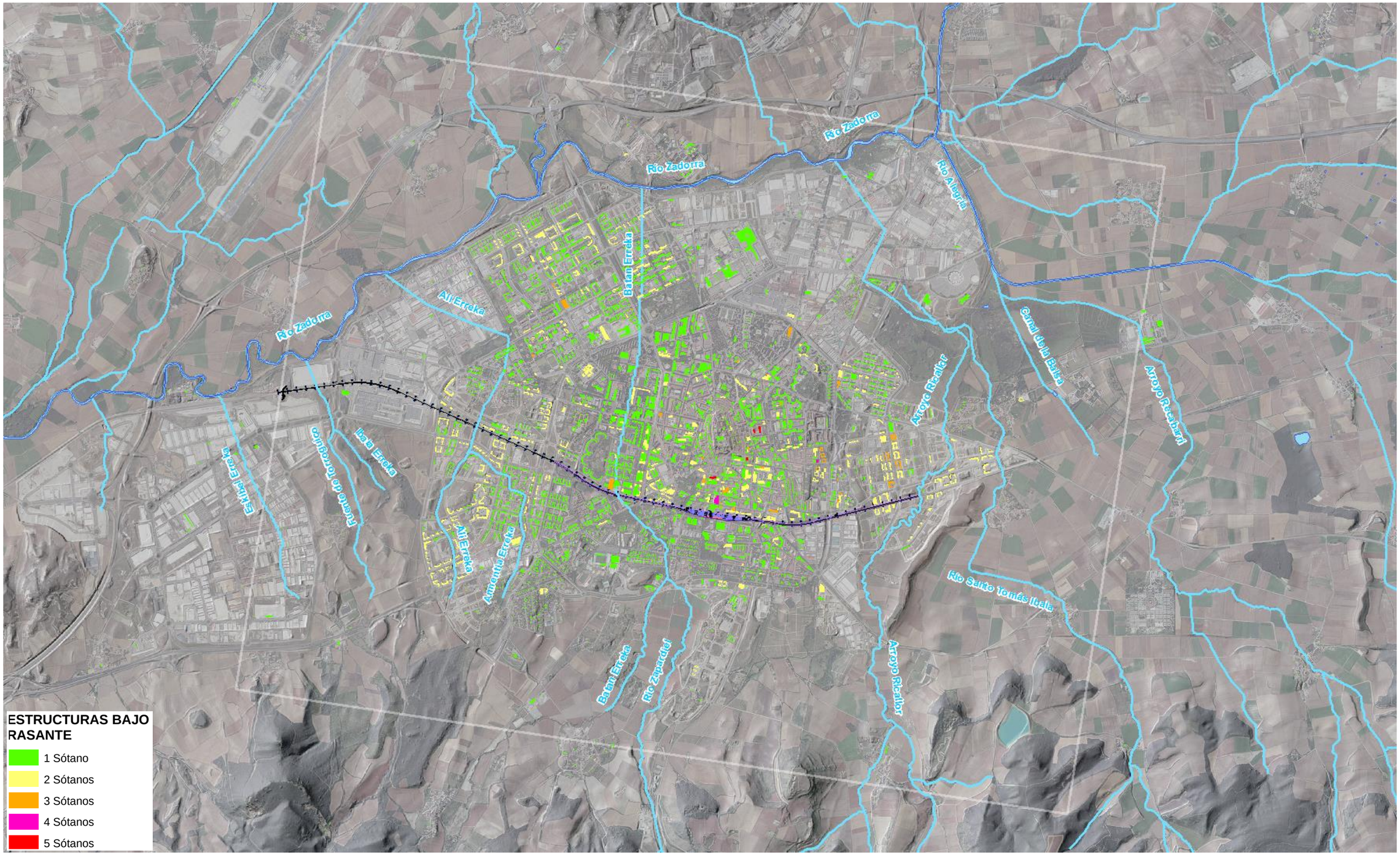


Figura 32. Distribución de las edificaciones con estructuras bajo rasante o sótanos (elaboración propia a partir de la información catastral de la Diputación Foral de Araba/Álava).

Por lo que respecta a la zona colindante al soterramiento, se ha procedido a construir Buffers de 200 y 500 m en torno al tramo soterrado. Estas áreas permiten seleccionar las edificaciones a distancias iguales o inferiores a ellas.

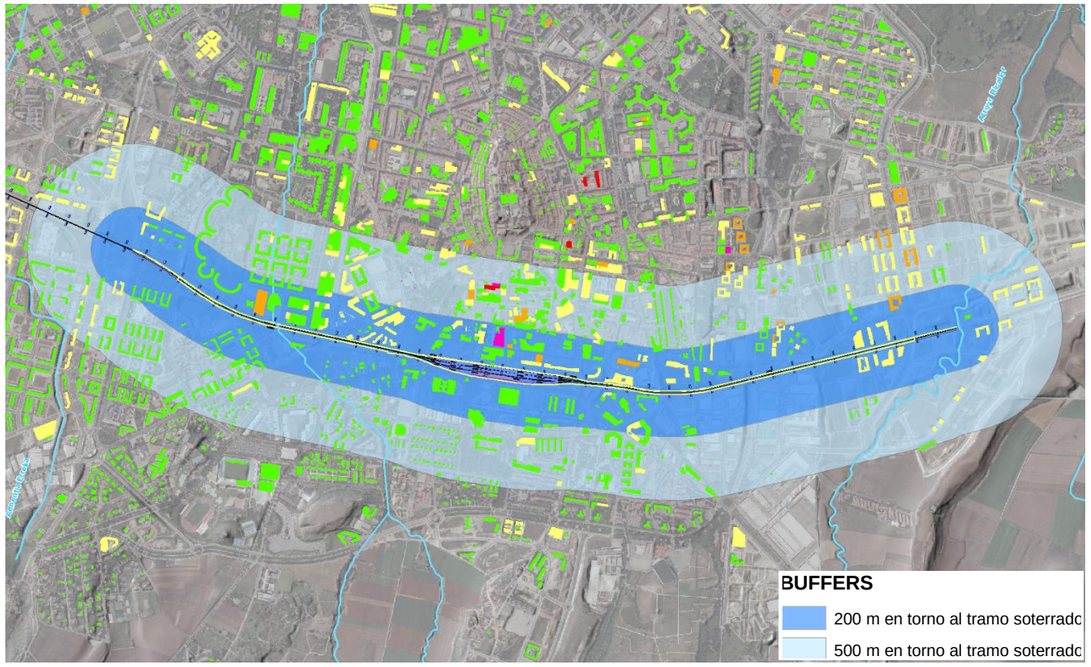


Figura 33. Distribución de las edificaciones con estructuras bajo rasante o sótanos a distancias de 200 y 500 m del tramo objeto de soterramiento (elaboración propia a partir de la información catastral de la Diputación Foral de Araba/Álava).

De esta forma, se obtienen los siguientes datos:

DISTANCIA DEL SOTERRAMIENTO 200 m		DISTANCIA DEL SOTERRAMIENTO 500 m	
TIPO (Nº Sótanos)	**Nº INMUEBLES**	**TIPO (Nº Sótanos)**	**Nº INMUEBLES**
1 SÓTANO	767 Inmuebles	*1 SÓTANO*	2.653 Inmuebles
2 SÓTANOS	467 Inmuebles	*2 SÓTANOS*	1.210 Inmuebles
3 SÓTANOS	75 Inmuebles	*3 SÓTANOS*	134 Inmuebles
4 SÓTANOS	15 Inmuebles	*4 SÓTANOS*	20 Inmuebles
5 SÓTANOS	0 Inmuebles	*5 SÓTANOS*	5 Inmuebles
TOTAL DE EDIFICACIONES CON SÓTANO	1.324 Inmuebles	*TOTAL DE EDIFICACIONES CON SÓTANO*	4.022 Inmuebles

3.2.6. Seguimiento piezométrico

En febrero de 2018 INECO propuso ya una red de control piezométrico en el entorno urbano de la ciudad de Vitoria, con objeto de comenzar un seguimiento hidrogeológico como una de las labores iniciales para el estudio del Soterramiento del trazado ferroviario.

Dicha red está constituida por los sondeos piezométricos realizados por las campañas de SAITEC (2017) y JMS (2018), en el entorno de la actual estación, así como por piezómetros seleccionados entre los llevados a cabo para el EH VITORIA (2014) y otros puntos de agua propios del inventario efectuado en dicho estudio.

Entre mayo y junio de 2018 se procedió a realizar una visita de evaluación de la red propuesta. A la vista del estado de conservación de las prospecciones inicialmente contempladas se realizaron las siguientes observaciones:

- Por lo que respecta a los sondeos piezométricos ejecutados en la campaña de 2017, su emplazamiento ha sido, en todo momento, asequible. Salvo en un caso, su estado de conservación es bueno y presentan la posibilidad de proceder con las lecturas manuales.
- En los sondeos S-3 y S-5 se ha comprobado la existencia de instrumentación instalada. Su estado parece igualmente bueno (tanto los sensores de registro como el cable y mosquetón de sostenimiento). Al proceder a las medidas manuales se ha considerado oportuno sacar primero, con el máximo cuidado, la instrumentación existente, a fin de evitar enredos y/o daños al introducir la sonda manual. Una vez realizada cada medida, y a la mayor brevedad, se ha vuelvo a meter de nuevo la instrumentación.
- Lo mismo ocurre con los sondeos más recientes de la campaña complementaria, ejecutados en agosto de 2018; todos en buen estado y aptos para el seguimiento hidrogeológico.
- Únicamente cabe reseñar el emplazamiento del S-104, en zona de aparcamiento, cuyo acceso en ocasiones no resulta posible, al haber vehículos sobre el mismo.
- Por lo que respecta a los sondeos procedentes del Estudio Hidrogeológico de Vitoria abordado en 2014, cabe mencionar que algunas de ellas no han sido halladas (caso del PZP 4+785, PZP 6+050, PZS 6+050, PB 8+670, PZS 9+630, PZP 9+630, PQ 3+270). En la mayoría de los casos, se trata de piezómetros ejecutados en solares vacíos con vegetación silvestre. Existe un caso, en el que los piezómetros han sido tapados por el desarrollo de un huerto urbano (PZP 6+050 y PZS 6+050).
- Cabe mencionar también que no ha sido posible la lectura en aquellos piezómetros en los que se ha instalado instrumentación de cuerda vibrante (caso del PZP 3+795, PZP 6+050, PZP 8+694 y PZP 9+630) ya que, a la conclusión del EH de Vitoria, se procedió a desinstalar todos los registradores. Existe la posibilidad de lectura mediante un lector manual, si bien no se dispone de las características y constantes concretas de cada sensor, que permiten realizar posteriormente las correcciones oportunas de las lecturas. Éstas no se encuentran entre la documentación disponible del EH de Vitoria.

En la siguiente tabla, se resumen las observaciones más relevantes sobre los piezómetros de la red de control. A continuación de ella, se muestra la localización espacial de todos los puntos de control considerados; se han señalado con círculos amarillos los puntos que, finalmente y tras la visita de inspección, han resultado aptos para llevar a cabo el citado seguimiento.

SONDEO	FECHA	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN Y ESTADO
S-101	2018	525971	4743375	522	8.7	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
S-102	2018	526124	4743354	523	8.5	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
S-103	2018	526470	4743261	527	9.6	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
S-104	2018	527190	4743136	528	6.7	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático. En ocasiones sin acceso por aparcamiento de vehículos.
S-105	2018	527869	4743248	524	5.8	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
S-1	2017	525722,49	4743435,46	520,00	20,10	El sondeo se encuentra con la tapa suelta y algún objeto bloqueando la entubación a 1.68 m de profundidad por lo que no resulta posible tomar medida del nivel freático, ya que este se encuentra a mayor profundidad.
S-2	2017	526349,94	4743335,32	523,60	35,50	El sondeo se encuentra en buen estado, aunque la tapa está algo suelta. Apto para la medida del nivel freático.
S-3	2017	526809,4	4743291,85	526,69	40,00	El sondeo se encuentra en buen estado, aunque la tapa está algo suelta. El sondeo se encuentra instrumentado con baro-diver y mini-diver. Apto para la medida del nivel freático, previa retirada de la instrumentación durante la medida.
S-4	2017	527251,33	4743217,37	530,69	40,00	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
S-5	2017	527690,59	4743255,93	528,33	35,00	El sondeo se encuentra en buen estado. El sondeo se encuentra instrumentado mini-diver. Apto para la medida del nivel freático, previa retirada de la instrumentación durante la medida. En la visita de Julio de 2018 no fue posible abrir la tapa exterior para realizar la medida.
S-6	2017	527956,11	4743276,04	523,29	25,00	El sondeo se encuentra en buen estado, aunque la tapa está algo suelta. Apto para la medida del nivel freático.
S-7	2017	528375	4743340	529,79	25,00	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
S-8	2017	526752,48	4743203,82	525,57	25,50	El sondeo se encuentra en buen estado, aunque la tapa está algo suelta. Apto para la medida del nivel freático.
S-9	2017	527015,41	4743172,52	526,97	24,90	El sondeo se encuentra en buen estado. Apto para la medida del nivel freático.
PQ 3+270	2013	523713	4744405			No fue posible encontrar el sondeo por el estado de la vegetación.
PZS 3+795	2013	524217,72	4744264,51	516,10		El sondeo se encuentra en buen estado, pero la tapa del mismo está suelta. Apto para la medida del nivel freático.
PZP 3+795	2013	524213	4744264			Piezómetro de CV sellado. No dispone de registrador de lectura de frecuencias. Se requiere un lector manual para proceder a su lectura. Además, se requiere conocer las constantes de fábrica de cada sensor para realizar las correcciones oportunas (no suministradas en la documentación del EH de Vitoria).
PZP 4+785	2013	524951	4744712			No fue posible encontrar el sondeo por el estado de la vegetación. Se tratará de localizarlo en visitas posteriores.
PZP 6+050	2013	526134,9	4745247			El sondeo se encuentra enterrado por un huerto urbano perteneciente al aulario Pio Baroja.
PZS 6+050	2013	526134,9	4745247			El sondeo se encuentra enterrado por un huerto urbano perteneciente al aulario Pio Baroja.
PQ 7+270	may-13	527188,2	4745809			El sondeo se encuentra en buen estado, con la tapa fijada mediante un tornillo central tipo allen y sello de bentonita. Éste se desborda, al no disponer de relleno de cemento en su parte más superficial. Además, la entubación presenta otra tapa fijada enroscada al tubo. Apto para la medida del nivel freático.
PQ 7+805	2013	527723,9	4745852	511,70		El sondeo se encuentra en buen estado con la tapa fijada mediante un tornillo central tipo allen y sello de bentonita. Apto para la medida del nivel freático.
PQ 8+220	2013	528161,5	4745878,8	510,50		El sondeo se encuentra en buen estado, pero la tapa del mismo está suelta. Apto para la medida del nivel freático.
PZS 8+665	2013	528582,7	4745613,8	511,10		El sondeo se encuentra en buen estado, pero la tapa del mismo está suelta. Apto para la medida del nivel freático.
PZP 8+665	2013	528581,3	4745615,1	511,00		El sondeo se encuentra en buen estado, pero la tapa del mismo está suelta. Apto para la medida del nivel freático.
PZS 8+688 (8+690)	2013	528605	4745628	512,10		El sondeo se encuentra en buen estado, pero la tapa del mismo está suelta. Apto para la medida del nivel freático.
PB 8+670	2013	528589	4745610			La arqueta del pozo se encuentra cerrada con candado y no se dispone de llave.
PZP 8+694	2013	528609	4745625			Piezómetro de CV sellado. No dispone de registrador de lectura de frecuencias. Se requiere un lector manual para proceder a su lectura. Además, se requiere conocer las constantes de fábrica de cada sensor para realizar las correcciones oportunas (no suministradas en la documentación del EH de Vitoria).
PQ 9+125	2013	529033,4	4745791,8	513,20		El sondeo se encuentra en buen estado, pero la tapa del mismo está suelta. Apto para la medida del nivel freático.
PZS 9+630	2013	529595	4745828			No encontrado. Se tratará de localizarlo en visitas posteriores.
PZP 9+630	2013	529595	4745828			Piezómetro de CV sellado. No dispone de registrador de lectura de frecuencias. Se requiere un lector manual para proceder a su lectura. Además, se requiere conocer las constantes de fábrica de cada sensor para realizar las correcciones oportunas (no suministradas en la documentación del EH de Vitoria).
PR-0947	---	523987	4744940			No encontrado.
PI-0418	---	527663,3	4745441			No encontrado.
PI-0076	---	527660,6	4745430			No encontrado.
PR-0935	---	528149	4744333			No encontrado.
PZ-0632	---	529243,6	4744392			No encontrado.
PZ-0494	---	530033,6	4744148			No encontrado.
PZ-527	---	530298,6	4744062			No encontrado.
PZ-0405	---	528808,6	4746083			No encontrado.

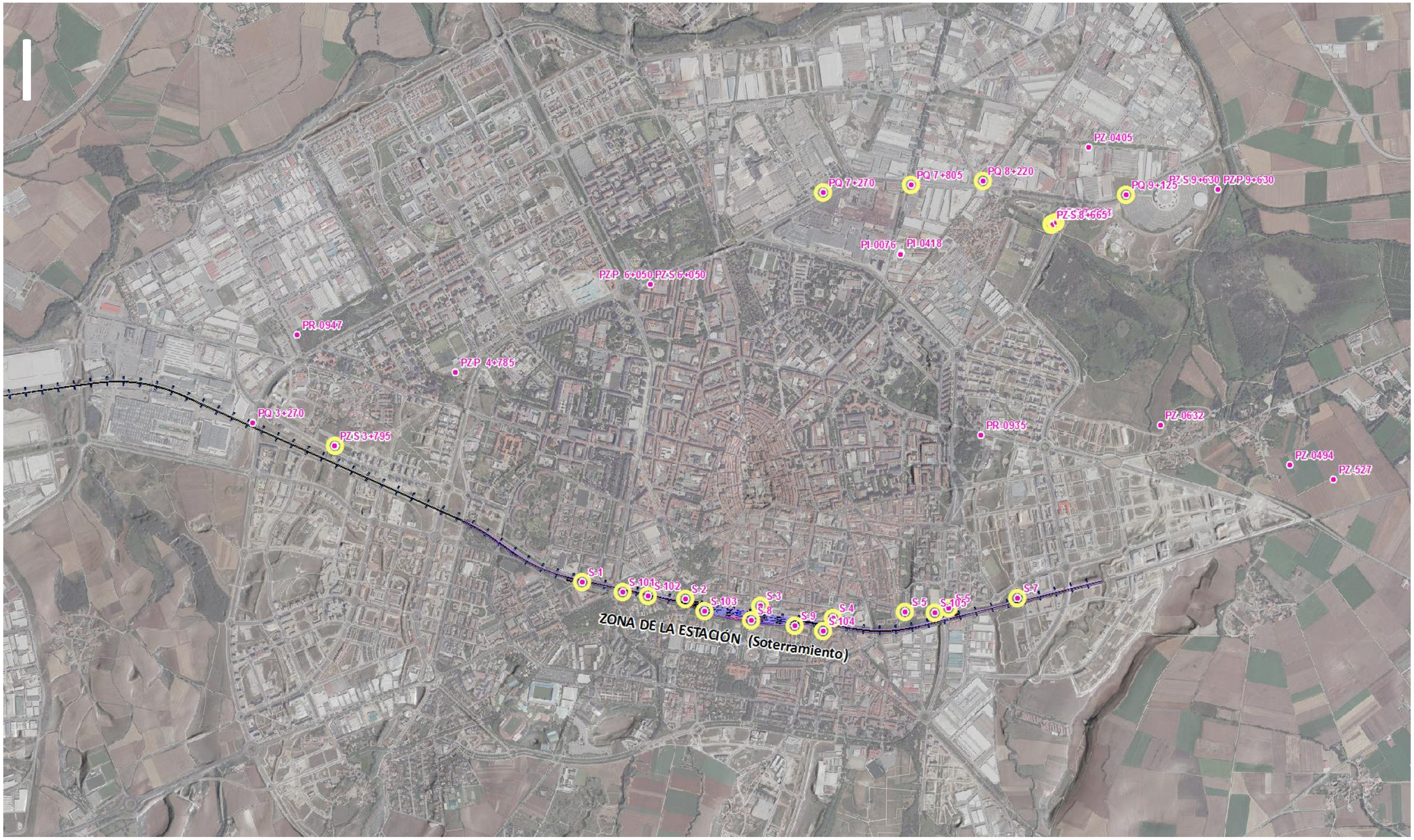


Figura 34. Red de Control propuesta inicialmente para la realización del seguimiento hidrogeológico en el entorno urbano de Vitoria-Gasteiz. Se han señalado con círculos amarillos los puntos que, finalmente y tras la visita de inspección, han resultado aptos para llevar a cabo el citado seguimiento (elaboración propia).

Una vez comprobados los puntos realmente operativos, se obtuvo una red de control definitiva y, en junio de 2018, se comenzó a realizar un seguimiento periódico de los niveles freáticos; dicho seguimiento se ha prolongado hasta marzo de 2019. La frecuencia de dicho seguimiento ha sido aproximadamente mensual (1 medida al mes).

De forma independiente y simultánea, la empresa SAITEC, ha procedido con un seguimiento propio en los sondeos del entorno de la actual estación. Los datos se han publicado en informes semestrales, a los que se ha tenido acceso. Ello ha permitido realizar una síntesis en las series de datos, unificando ambos seguimientos. Asimismo, a través de estos informes se ha tenido acceso a los registros automáticos de los sensores tipo Diver, instalados en los sondeos S-3 y S-5. En las siguientes tablas se resumen las medidas manuales realizadas hasta la fecha.

ENTORNO ESTACIÓN ACTUAL																												
DENOMINACIÓN		**S-1**		**S-2**		**S-3**		**S-4**		**S-5**		**S-6**		**S-7**		**S-8**		**S-9**		**S-101**		**S-102**		**S-103**		**S-104**		**S-105**	
CARACTERÍSTICAS	**X (ETRS89 - H30)**	525722.49		526349.94		526809.4		527251.33		527690.59		527956.11		528375		526752.48		527015.41		525971		526124		526470		527190		527869	
	Y (ETRS89 - H30)	4743435.46		4743335.32		4743291.85		4743217.37		4743255.93		4743276.04		4743340		4743203.82		4743172.52		4743375		4743354		4743261		4743136		4743248	
	COTA Z (m.s.n.m.)	520.00		523.60		526.69		530.69		528.33		523.29		529.79		525.57		526.97		522		523		527		528		524	
	PROFUNDIDAD (m)	20.10		35.50		40.00		40.00		35.00		25.00		25.00		25.50		24.90		8.7		8.5		9.6		6.7		5.8	
	FECHA	oct-2017		oct-2017		oct-2017		oct-2017		oct-2017		oct-2017		oct-2017		oct-2017		oct-2017		ago-2018		ago-2018		ago-2018		ago-2018		ago-2018	
	OBSERVACIONES	Obstruido a 1,68 m (por encima N. F.)		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		A veces sin acceso, tapado por vehículos.		- - -	
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)	**FECHAS MEDIDA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**	**PROF.**	**COTA**
	03/11/2017 *	8.75	511.25	3.93	519.67	7.00	519.69	5.7	524.99	5.1	523.23	4.68	518.61	5.5	524.29	5.47	520.10	4.4	522.57	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	24/11/2017 *	8.62	511.38	4.5	519.10	6.93	519.76	5.85	524.84	5.58	522.75	4.77	518.52	5.06	524.73	5.1	520.47	4.29	522.68	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	10/12/2017 *	7.58	512.42	4.11	519.49	6.74	519.95	4.62	526.07	5.13	523.20	4.48	518.81	4.05	525.74	3.89	521.68	4.79	522.18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	11/01/2018 *	7.16	512.84	3.71	519.89	6.04	520.65	4.77	525.92	4.81	523.52	4.15	519.14	2.55	527.24	4.52	521.05	3.7	523.27	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	19/01/2018 *	7.24	512.76	3.8	519.80	6.07	520.62	5.19	525.50	4.83	523.50	4.27	519.02	2.66	527.13	4.52	521.05	3.84	523.13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	07/02/2018 *	7.09	512.91	3.62	519.98	5.89	520.80	4.2	526.49	4.58	523.75	4.06	519.23	2.25	527.54	4.45	521.12	3.74	523.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	09/03/2018 *	7.33	512.67	3.84	519.76	6.16	520.53	4.87	525.82	4.82	523.51	4.19	519.1	2.87	526.92	4.48	521.09	3.87	523.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	16/04/2018 *	6.68	513.32	3.53	520.07	5.57	521.12	3.95	526.74	4.05	524.28	4.02	519.27	2.36	527.43	4.27	521.3	3.66	523.31	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	22/05/2018 *	8.32	511.68	4.09	519.51	6.5	520.19	5.93	524.76	5.44	522.89	4.63	518.66	4.6	525.19	4.68	520.89	4.19	522.78	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	07/06/2018	---	---	3.84	519.76	6.00	520.69	4.5	526.19	4.51	523.82	4.23	519.06	3.39	526.40	4.48	521.09	3.86	523.11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	20/06/2018 *	8.15	511.85	4	519.60	6.36	520.33	5.71	524.98	5.18	523.15	4.55	518.74	3.81	525.98	4.6	520.97	4.01	522.96	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	10/07/2018	---	---	4.15	519.45	6.51	520.18	5.655	525.04	---	---	4.53	518.76	4.2	525.59	4.66	520.91	3.98	522.99	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	23/07/2018 *	8.25	511.75	4.16	519.44	6.47	520.22	5.75	524.94	5.15	523.18	4.6	518.69	4.62	525.17	4.73	520.84	4.23	522.74	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	22/08/2018	---	---	4.29	519.31	6.75	519.94	5.87	524.82	5.61	522.72	4.66	518.63	4.69	525.1	4.86	520.71	4.5	522.47	5.8	516.2	7.05	515.95	5.6	521.4	---	---	2.9	521.1
	23/08/2018 *	8.59	511.41	4.29	519.31	6.74	519.95	5.89	524.8	5.42	522.91	4.65	518.64	4.74	525.05	4.9	520.67	4.52	522.45	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	02/10/2018 *	8.86	511.14	4.44	519.16	6.94	519.75	5.89	524.8	5.68	522.65	4.8	518.49	5.01	524.78	5.07	520.5	4.91	522.06	5.43	516.57	6.77	516.23	6.08	520.92	---	---	3.7	520.3
	04/10/2018	---	---	4.47	519.13	6.93	519.76	5.91	524.78	5.68	522.65	4.72	518.57	5.02	524.77	5.09	520.48	5.94	521.03	5.45	516.55	6.69	516.31	6.12	520.88	---	---	3.7	520.3
	07/11/2018	---	---	4.23	519.37	6.62	520.07	4.64	526.05	5.55	522.78	4.6	518.69	4.3	525.49	4.75	520.82	4.03	522.94	5.12	516.88	6.57	516.43	5.8	521.2	2.62	525.38	2.8	521.2
	22/11/2018 *	8.1	511.9	4.22	519.38	6.6	520.09	5.33	525.36	5.04	523.29	4.6	518.69	5.43	524.36	4.07	521.5	4.73	522.24	5.19	516.81	6.63	516.37	5.87	521.13	2.63	525.37	2.8	521.2
	12/12/2018	---	---	4.23	519.37	6.63	520.06	5.73	524.96	5.29	523.04	4.73	518.56	4.44	525.35	4.76	520.81	4.13	522.84	5.19	516.81	6.64	516.36	5.88	521.12	---	---	2.83	521.17
	21/12/2018 *	8.11	511.89	4.24	519.36	6.62	520.07	5.48	525.21	5.12	523.21	4.78	518.51	4.22	525.57	4.75	520.82	4.07	522.9	5.16	516.84	6.62	516.38	5.83	521.17	2.68	525.32	2.8	521.2
	16/01/2019	---	---	4.32	519.28	6.79	519.9	5.7	524.99	5.49	522.84	4.85	518.44	4.7	525.09	4.84	520.73	4.48	522.49	5.29	516.71	6.74	516.26	5.94	521.06	---	---	2.84	521.16
	08/02/2019 *	6.83	513.17	3.64	519.96	5.7	520.99	4.79	525.9	4.05	524.28	4.38	518.91	2.44	527.35	4.38	521.19	3.69	523.28	4.51	517.49	4.63	518.37	5.5	521.5	2.64	525.36	2.61	521.39
	06/03/2019 *	8.3	511.7	4.1	519.5	6.45	520.24	5.82	524.87	5.27	523.06	4.85	518.44	4.27	525.52	4.62	520.95	4.15	522.82	4.92	517.08	5.94	517.06	5.86	521.14	2.64	525.36	2.8	521.2
	14/03/2019	---	---	4.16	519.44	6.58	520.11	5.82	524.87	5.38	522.95	4.8	518.49	4.46	525.33	4.68	520.89	4.33	522.64	4.98	517.02	6.22	516.78	5.86	521.14	2.68	525.32	2.8	521.2
	01/04/2019 *	8.35	511.65	4.22	519.38	6.67	520.02	5.78	524.91	5.37	522.96	4.82	518.47	4.67	525.12	4.74	520.83	4.34	522.63	5.08	516.92	6.49	516.51	5.89	521.11	2.63	525.37	2.8	521.2

(*) Dato suministrado desde los seguimientos de SAITEC / JMS

ENTORNO CIUDAD																																			
DENOMINACIÓN		PQ 3+270		PZS 3+795		PZP 3+795		PZP 4+785		PZP 6+050		PZS 6+050		PQ 7+270		PQ 7+805		PQ 8+220		PZS 8+665		PZP 8+665		PB 8+670		PZS 8+688 (8+690)		PZP 8+694		PQ 9+125		PZS 9+630		PZP 9+630	
CARACTERÍSTICAS	X (ETRS89 - H30)	523713		524217.72		524213		524951		526134.9		526133.55		527188.2		527723.9		528161.5		528582.7		528581.3		528589		528605		528609		529033.4		529595		529595	
	Y (ETRS89 - H30)	4744405		4744264.51		4744264		4744712		4745246.6		4745246.7		4745809.4		4745852		4745878.8		4745613.8		4745615.1		4745610		4745628		4745625		4745791.8		4745828		4745828	
	COTA Z (m.s.n.m.)	516.80		516.10		516.10		512.00		511.90		511.90		513.50		511.70		510.50		511.10		511.00		511.20		512.10		511.80		513.20		514.10		514.10	
	PROF. (m)																																		
	FECHA	may-2013		may-2013		may-2013																													
	OBSERVAC.	No se encuentra.		- - -		PCV. No se puede medir		No se encuentra.		No se encuentra. PCV. No se puede medir		No se encuentra.		Bentonita en el emboquille.		- - -		- - -		- - -		- - -		Cerrado con arqueta. No se puede abrir		- - -		PCV. No se puede medir		- - -		No se encuentra por la vegetación		No se encuentra. PCV. No se puede medir	
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (m)	FECHAS MEDIDA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA	PROF.	COTA
	07/06/2018	---	---	3.85	512.25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2.85	508.85	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	10/07/2018	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.03	508.67	2.42	508.08	2.615	508.49	3.485	507.52	---	---	4.87	507.23	---	---	3.87	509.33	---	---	---	---
	22/08/2018	---	---	4.2	511.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.1	508.60	2.64	507.86	---	---	3.64	507.46	---	---	3.93	508.17	---	---	3.97	509.23	---	---	---	---
	04/10/2018	---	---	4.43	511.67	---	---	---	---	---	---	---	---	4.83	508.67	3.21	508.49	2.85	507.65	2.68	508.42	---	---	---	---	3.66	508.44	---	---	4.11	509.09	---	---	---	---
	07/11/2018	---	---	4.03	512.07	---	---	---	---	---	---	---	---	3.56	509.94	3.02	508.68	2.33	508.17	2.6	508.50	2.91	508.19	---	---	3.84	508.26	---	---	3.72	509.48	---	---	---	---
	12/12/2018	---	---	4.2	511.9	---	---	---	---	---	---	---	---	4.18	509.32	3.12	508.58	2.42	508.08	2.57	508.53	2.77	508.33	---	---	3.89	508.21	---	---	4.04	509.16	---	---	---	---
	16/01/2019	---	---	4.33	511.77	---	---	---	---	---	---	---	---	6.67	506.83	3.22	508.48	2.62	507.88	2.59	508.51	3.3	507.80	---	---	3.78	508.32	---	---	4.04	509.16	---	---	---	---
	14/03/2019	---	---	4.16	511.94	---	---	---	---	---	---	---	---	4.17	509.33	3.04	508.66	2.4	508.1	2.6	508.5	2.93	508.17	---	---	3.87	508.23	---	---	4	509.2	---	---	---	---
		---	---			---	---	---	---	---	---	---	---											---	---			---	---			---	---	---	---	---	---

Por su parte, en las figuras que se muestran a continuación, se representan gráficamente las series de datos conseguidas. En la primera de ellas, se ilustran las medidas manuales efectuadas en los sondeos S-3 y S-5, en comparación con los registros automáticos (con compensación barométrica) de los sensores.

En las figuras siguientes, se muestran las series de datos fruto del seguimiento piezométrico tanto en el entorno inmediato de la actual estación ferroviaria (objeto del soterramiento propuesto en el presente Estudio) como en los piezómetros más alejados, llevados a cabo para el EH VITORIA (2014).

Como complemento a estos gráficos se ha contado con los registros de la estación meteorológica ***Arkauti***, de la ***Red de Euskalmet***, gracias a la cual se dispone de datos diarios de precipitación y temperatura.

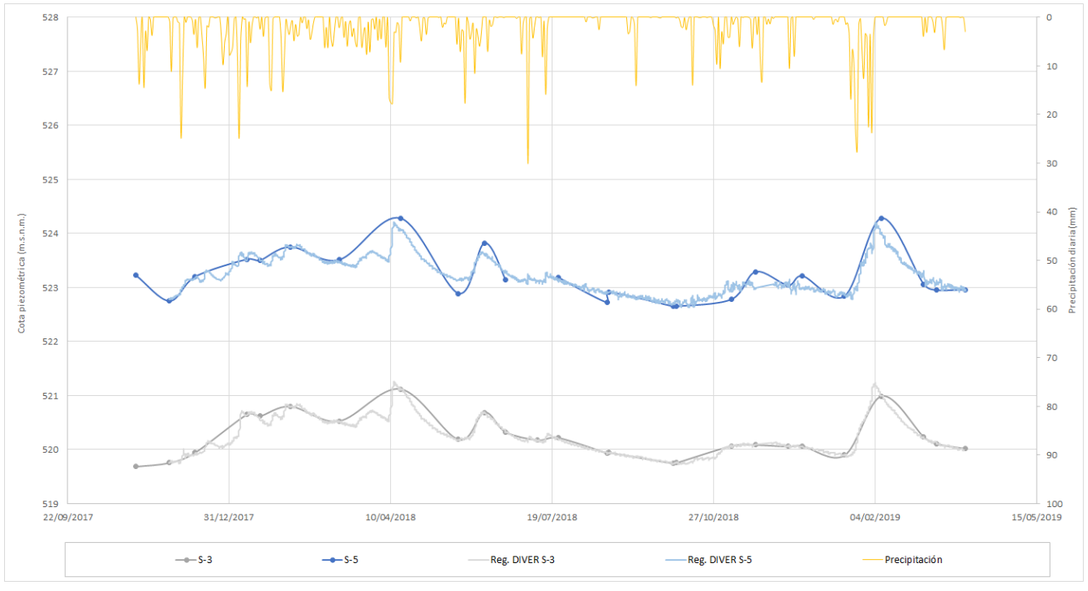


Figura 35. Seguimiento piezométrico efectuado en los sondeos S-3 y S-5 (elaboración propia).

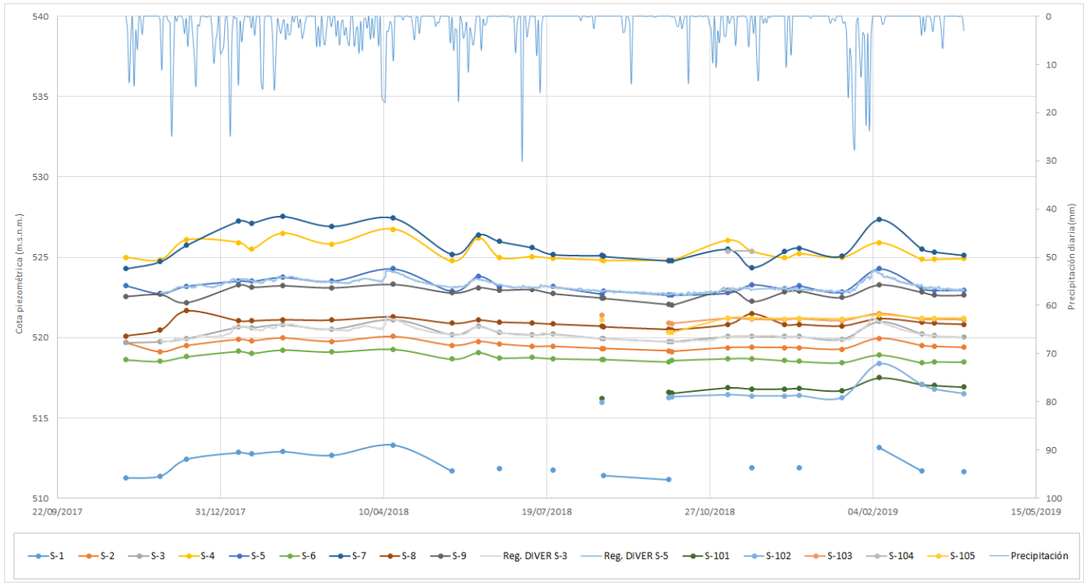


Figura 36. Seguimiento piezométrico efectuado en los sondeos situados en el entorno de la actual estación ferroviaria (elaboración propia).

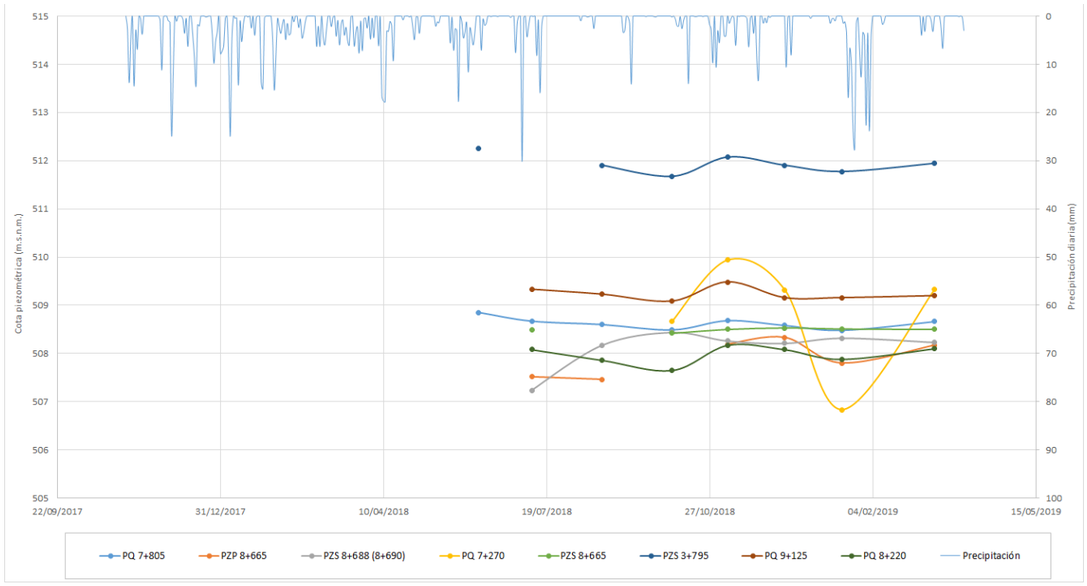


Figura 37. Seguimiento piezométrico efectuado en los sondeos ejecutados dentro del marco del EH VITORIA (2014) (elaboración propia).

Como se puede apreciar en ellas, en la zona de la estación actual, las mayores variaciones piezométricas corresponden a los sondeos S-4 y S-7, con un rango máximo de oscilación, en el caso del primero, de apenas 1,98m, y de 3,18 m, en el caso del segundo.

Por lo que respecta a los piezómetros más próximos al cauce del río Zadorra (correspondientes al EH VITORIA, 2014), la máxima oscilación corresponde al punto PQ 7+270, con una variación de 3,11 m; una magnitud muy similar a la experimentada por el S-7.

En general, se hallan niveles muy someros, con profundidades entre 3 y 9 m, que resultan muy similares a las del acuífero aluvial. Ello hace pensar en la existencia en una conexión hidráulica entre éste y el correspondiente al sustrato margoso, pudiendo estar los niveles de uno y otro en equilibrio hidráulico.

Por último, ha de tenerse en cuenta los registros de dos piezómetros de la Red Piezométrica Oficial del URA y el MAPAMA: el punto ***09.107.001 (SP12 Pozo Arkaute o Arkaute-Granja Modelo. Po 28, Pa 90384.3)*** y el ***09.107.002 (SP13 Sondeo SALBURÚA-1 o Piezómetro EVE Salburua 1(Sp13))***; ambos captan el acuífero Aluvial de Vitoria.

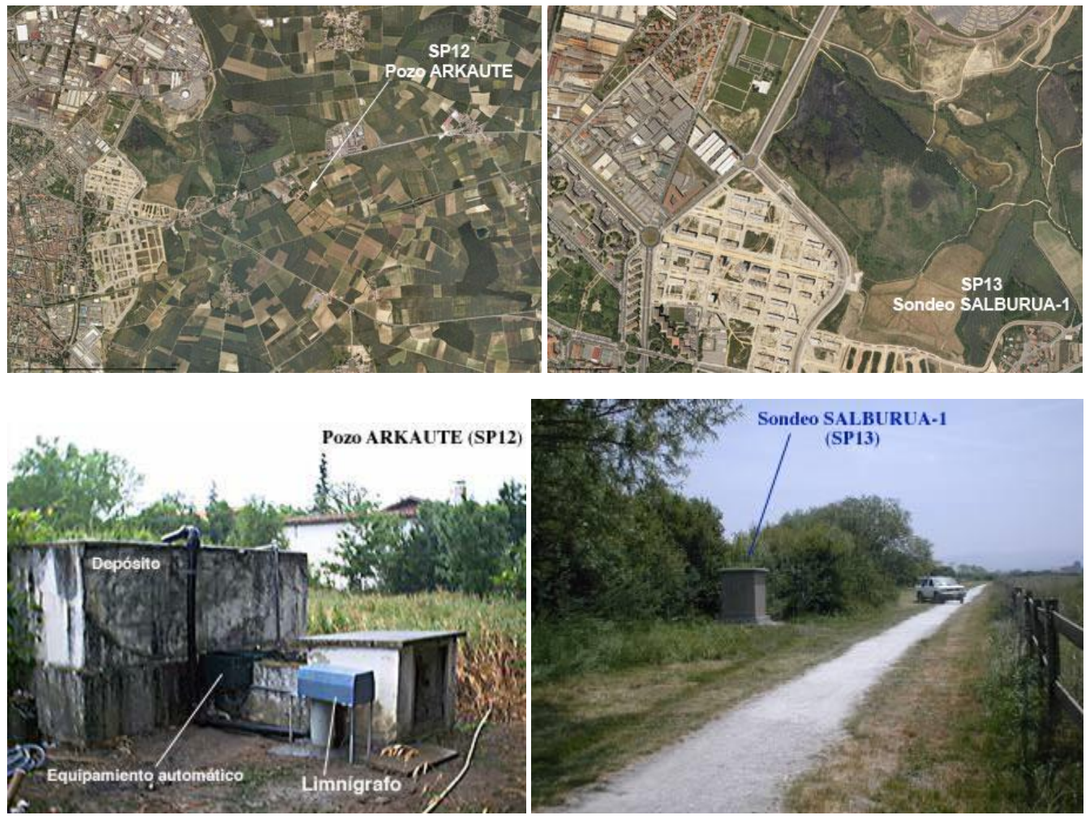
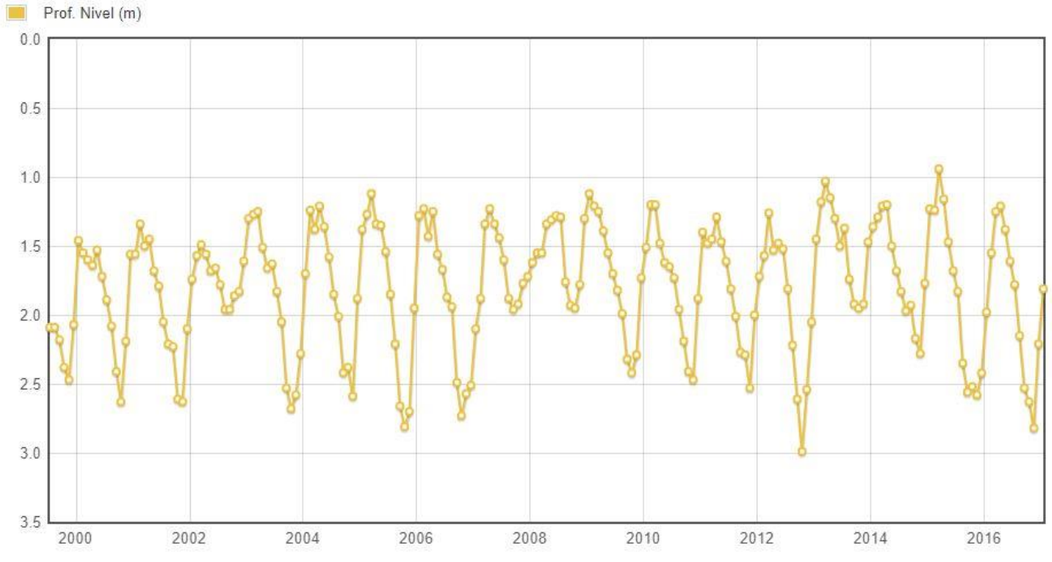


Figura 38. Arriba, situación de los puntos de control piezométrico SP-12 y SP-13. Abajo, imagen de los puntos de control piezométrico SP-12 y SP-13 (tomado del Visor de Estado de las Masas de Agua del portal web del URA).

Existe cierta discrepancia en la longitud de las series, según el servidor web consultado, presentado los datos más actuales en el portal del URA. En cualquier caso, en sus registros se hacen evidentes las oscilaciones estacionales, con oscilaciones máximas de 2.52 m en el caso del ***SP12 Pozo de Arkaute (09.107.001)*** y 1.62 m en el del ***SP13 Sondeo SALBURÚA-1 (09.107.002).***

Niveles del Piezómetro 09.107.001	
Cod. Piezómetro	09.107.001
Masa de Agua	ALUVIAL DE VITORIA
Fecha Nivel	15-06-1999
Profundidad obra (m)	4
Provincia	Álava
Municipio	Vitoria-Gasteiz
Nº Medidas	211



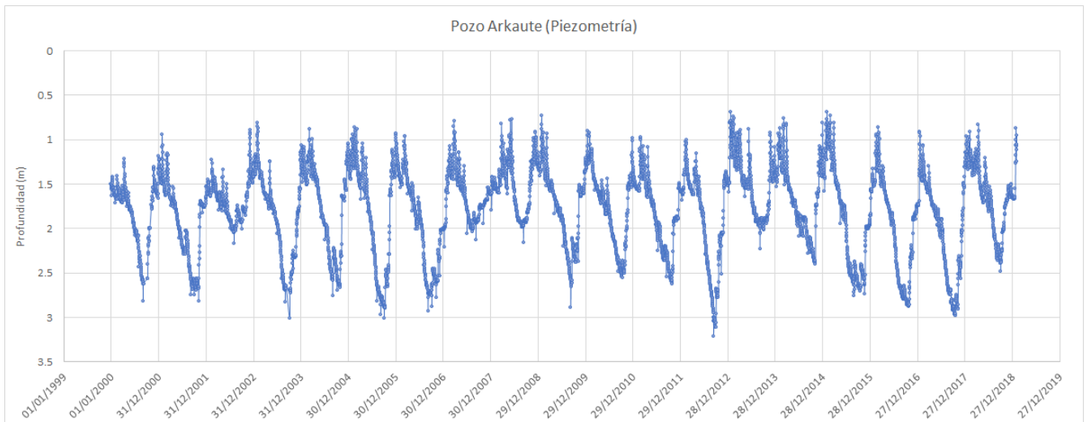
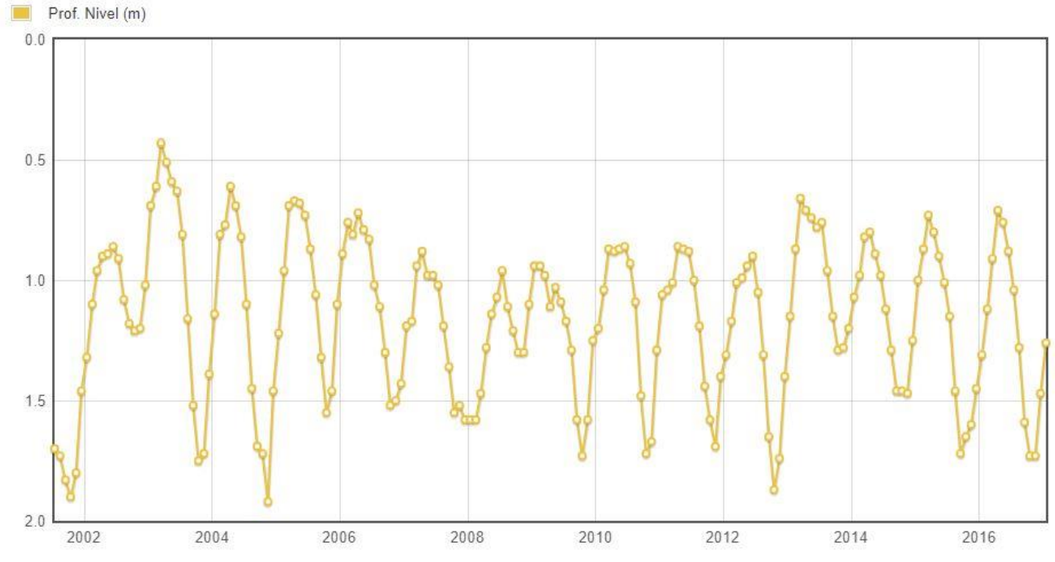


Figura 39. Arriba, datos identificativos y registro del piezómetro 09.107.001 (tomado del Visor de Aguas Subterráneas del portal web del MAPAMA). Abajo, Registro del piezómetro SP-12 Pozo ARKAUTE (elaboración propia con datos tomados del Visor de Estado de las Masas de Agua del portal web del URA).

Niveles del Piezómetro 09.107.002	
Cod. Piezómetro	09.107.002
Masa de Agua	ALUVIAL DE VITORIA
Fecha Nivel	15-06-2001
Profundidad obra (m)	7
Provincia	Álava
Municipio	Vitoria-Gasteiz
Nº Medidas	187



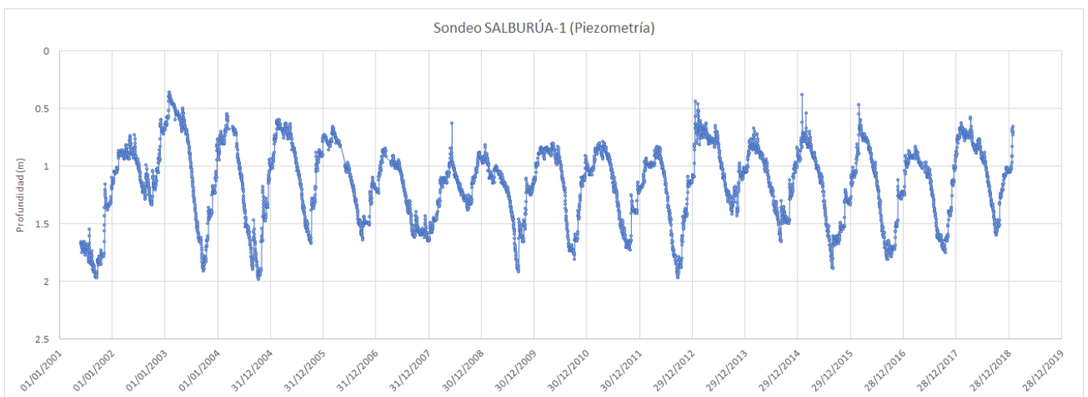


Figura 40. Arriba, datos identificativos y registro del piezómetro 09.107.002 (tomado del Visor de Aguas Subterráneas del portal web del MAPAMA). Abajo, Registro del piezómetro SP-13 Sondeo SALBURUA-1 (elaboración propia con datos tomados del Visor de Estado de las Masas de Agua del portal web del URA).

3.2.7. Piezometría y Esquema de flujo subterráneo en el ámbito del soterramiento

A partir del seguimiento sintetizado por INECO, se ha procedido a elaborar un mapa de ISOPIEZAS que comprende el ámbito completo de las prospecciones incluidas en la red de control. Para ello se ha seleccionado una fecha tal que permitiera disponer de la mayor cantidad de datos posible. Ésta ha resultado ser NOVIEMBRE de 2018.

Tras la comprobación de los datos de los inventarios de puntos de agua recopilados, finalmente se han tenido también en cuenta otros puntos de agua, como algunos manantiales procedentes de la Base de Datos Hidrogeológicos del IGME y del CNIG o puntos de agua fluviales. En este sentido, se ha procedido a tomar las cotas topográficas de los cauces superficiales de los ríos Zadorra, Sto. Tomás, Ibaia, Alegría, Canal de la Balsa, Arroyo del Batán, Fuente Torroguico, Ricallor y Zapardiel. Para ello, se han utilizado las hojas LIDAR 112 y 138 del Modelo Digital de Elevaciones 5 x 5 m elaborado por el CNIG.

Por último, se han descartado algunos datos piezométricos de pozos o sondeos existentes dada la antigüedad de los registros, entendiendo que no se corresponden con un escenario piezométrico más o menos actual del entorno.

En la elaboración del mapa de isopiezas se han considerado indistintamente las medidas procedentes tanto del aluvial suprayacente como del sustrato cretácico puesto que, según las conclusiones del EH de Vitoria, existe conexión hidráulica entre ambas formaciones y sus niveles pueden considerarse similares, cuando se encuentran en equilibrio (en ausencia de recargas estacionales).

En la siguiente tabla se resumen los puntos y cotas piezométricas correspondientes utilizados en la construcción de las isopiezas.

PUNTO DE MEDIDA	TIPO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	COTA PIEZOM. 07/11/2018 *
S-1	**PIEZOMETRO**	525722.49	4743435.46	520.00	**511.410**
S-2	**PIEZOMETRO**	526349.94	4743335.32	523.60	519.37
S-3	**PIEZOMETRO**	526809.4	4743291.85	526.69	520.07
S-4	**PIEZOMETRO**	527251.33	4743217.37	530.69	526.05
S-5	**PIEZOMETRO**	527690.59	4743255.93	528.33	522.78
S-6	**PIEZOMETRO**	527956.11	4743276.04	523.29	518.69
S-7	**PIEZOMETRO**	528375	4743340	529.79	525.49
S-8	**PIEZOMETRO**	526752.48	4743203.82	525.57	520.82
S-9	**PIEZOMETRO**	527015.41	4743172.52	526.97	522.94
S-101	**PIEZOMETRO**	525971	4743375	522.00	516.88
S-102	**PIEZOMETRO**	526124	4743354	523.00	516.43
S-103	**PIEZOMETRO**	526470	4743261	527.00	521.20
S-104	**PIEZOMETRO**	527190	4743136	528.00	525.38
S-105	**PIEZOMETRO**	527869	4743248	524.00	521.20
PZS 3+795	**PIEZOMETRO**	524217.72	4744264.51	516.10	512.07
PQ 7+270	**PIEZOMETRO**	527188.2	4745809.4	513.50	509.94
PQ 7+805	**PIEZOMETRO**	527723.9	4745852	511.70	508.68
PQ 8+220	**PIEZOMETRO**	528161.5	4745878.8	510.50	508.17
PZS 8+665	**PIEZOMETRO**	528582.7	4745613.8	511.10	508.50
PZP 8+665	**PIEZOMETRO**	528581.3	4745615.1	511.00	508.19
PZS 8+688 (8+690)	**PIEZOMETRO**	528605	4745628	512.10	508.26
PQ 9+125	**PIEZOMETRO**	529033.4	4745791.8	513.20	509.48
2207-6-0015 – IGME	**MANANTIAL IGME**	524045.6678	4747334.024	503.57	503.57
2208-2-0008 – IGME	**MANANTIAL IGME**	524404.5452	4742024.047	549.63	549.63
2208-2-0011 – IGME	**MANANTIAL IGME**	524352.4558	4738077.063	704.47	704.47
2208-2-0012 – IGME	**MANANTIAL IGME**	523503.4964	4739866.072	624.92	624.92
2208-2-0013 – IGME	**MANANTIAL IGME**	522595.4964	4739859.089	654.32	654.32
2208-2-0014 – IGME	**MANANTIAL IGME**	524978.5034	4740182.043	609.94	609.94
2208-3-0001 – IGME	**MANANTIAL IGME**	526911.4879	4739482.003	661.67	661.67
2208-3-0002 – IGME	**MANANTIAL IGME**	526905.5216	4740961.996	584.91	584.91
2208-3-0003 – IGME	**MANANTIAL IGME**	529529.4569	4738044.943	619.01	619.01
2208-3-0007 – IGME	**MANANTIAL IGME**	529297.4846	4739277.944	603.88	603.88
2208-3-0011 – IGME	**MANANTIAL IGME**	531683.4775	4738982.883	612.70	612.70
2208-3-0014 – IGME	**MANANTIAL IGME**	531220.5224	4740984.887	558.96	558.96
2208-4-0014 – IGME	**MANANTIAL IGME**	534005.5082	4740491.816	595.00	595.00
2208-4-0034 – IGME	**MANANTIAL IGME**	533757.5134	4740717.822	585.00	585.00
2208-4-0035 – IGME	**MANANTIAL IGME**	533222.5304	4741469.833	565.00	565.00
2208-4-0036 – IGME	**MANANTIAL IGME**	533013.5329	4741570.838	560.00	560.00
2208-4-0037 – IGME	**MANANTIAL IGME**	532285.5252	4741172.858	563.57	563.57
72495845	**MANANTIAL CNIG**	529216.1702	4739070.902	605.70	605.70
72495861	**MANANTIAL CNIG**	530005.9322	4737550.694	639.20	639.20
Manantial CNIG	**MANANTIAL CNIG**	522577.269	4744218.465	512.50	512.50
Manantial CNIG	**MANANTIAL CNIG**	522861.379	4742827.442	532.70	532.70
Manantial CNIG	**MANANTIAL CNIG**	523427.786	4741396.803	578.90	578.90
0 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	521733.2463	4744702.654	498.34	498.34
1 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	522368.2476	4744903.738	499.31	499.31
2 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	522632.8314	4745123.342	500.15	500.15
3 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	522791.5817	4745382.634	499.91	499.91
4 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	522852.436	4745697.489	501.63	501.63
5 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	522471.4353	4744580.945	506.17	506.17
6 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	522585.2063	4744342.82	509.95	509.95
8 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522574.623	4744030.611	512.97	512.97
9 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522688.394	4743850.694	517.22	517.22
10 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522788.9359	4743699.881	519.27	519.27
12 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	522870.9569	4743911.548	517.42	517.42
13 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	523008.5405	4743758.089	519.03	519.03
14 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	523103.7907	4743570.235	521.09	521.09
15 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522852.436	4743498.797	522.20	522.20
16 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522907.9986	4743305.651	525.14	525.14
17 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	523204.3326	4743432.651	522.47	522.47
18 - Ibaia	**PUNTO EN RIO**	523106.4365	4743326.818	522.17	522.17
19 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522934.457	4743141.609	526.96	526.96

PUNTO DE MEDIDA	TIPO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	COTA PIEZOM. 07/11/2018 *
20 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522857.7277	4742906.129	531.35	531.35
21 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522979.4363	4742665.358	535.10	535.10
22 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	523042.9364	4742506.608	539.21	539.21
23 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522987.3738	4742242.024	544.06	544.06
24 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522794.7038	4741912.247	552.92	552.92
25 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	522966.1542	4741782.071	557.42	557.42
26 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	523196.3421	4741671.74	564.71	564.71
28 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	523291.5923	4740743.05	596.83	596.83
29 – Fte. Torroguico	**PUNTO EN RIO**	523093.1544	4740270.768	615.35	615.35
30 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	523349.0923	4745884.176	501.72	501.72
31- Zadorra	**PUNTO EN RIO**	523837.7725	4746070.208	502.00	502.00
32 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	524293.1336	4746442.271	501.87	501.87
33 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	524670.7502	4746611.643	502.19	502.19
34 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	525362.1217	4746967.047	502.56	502.56
35 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	525765.9601	4746764.52	502.56	502.56
36 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	526178.5578	4746735.01	503.05	503.05
38 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	526675.4498	4746853.207	503.47	503.47
39 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	526944.7793	4746811.558	504.80	504.80
41 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	527419.5765	4747080.887	504.47	504.47
42 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	527830.5122	4746997.59	504.58	504.58
43 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	528087.4761	4747040.482	505.73	505.73
44 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	528351.3735	4747222.558	506.17	506.17
45 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	528762.2768	4747257.758	506.37	506.37
46 - Zadorra	**PUNTO EN RIO**	529063.3192	4747283.579	506.32	506.32
47 – Río Alegría	**PUNTO EN RIO**	529199.3722	4747141.972	507.57	507.57
48 – Río Alegría	**PUNTO EN RIO**	529315.9891	4746892.079	508.18	508.18
49 – Río Alegría	**PUNTO EN RIO**	529415.9464	4746683.835	508.28	508.28
50 – Río Alegría	**PUNTO EN RIO**	529518.6803	4746495.026	508.42	508.42
51 – Río Alegría	**PUNTO EN RIO**	529593.6483	4746281.229	508.48	508.48
52 – Río Alegría	**PUNTO EN RIO**	529657.5099	4745975.804	509.09	509.09
60 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	528333.0244	4745729.398	509.37	509.37
61 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	528556.2038	4745597.064	509.32	509.32
62 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	528703.5594	4745496.92	509.14	509.14
65 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	528853.7762	4745366.016	509.27	509.27
69 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529029.7446	4745333.827	508.97	508.97
70 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	528664.9322	4745534.116	509.05	509.05
71 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	528440.3222	4745671.457	509.36	509.36
73 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529715.1264	4745773.033	509.98	509.98
74 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	529756.1228	4745634.034	510.69	510.69
75 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	529811.5184	4745469.034	511.52	511.52
76 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	529884.1072	4745328.197	511.12	511.12
77 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	529955.3468	4745182.822	511.14	511.14
78 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	530022.4827	4745106.041	511.25	511.25

PUNTO DE MEDIDA	TIPO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	COTA PIEZOM. 07/11/2018 *
79 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	530126.4927	4745103.535	511.10	511.10
80 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	530184.1368	4745186.242	511.10	511.10
81 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	530164.0866	4745247.645	511.12	511.12
82 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	530076.3674	4745324.086	511.09	511.09
83 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	530012.4576	4745408.046	511.08	511.08
84 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	529885.8913	4745425.59	511.10	511.10
86 - Balsa	**PUNTO EN RIO**	529325.0635	4745265.054	511.68	511.68
101 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529217.1849	4744003.965	517.08	517.08
102 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529252.5811	4743874.665	516.91	516.91
103 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529189.4798	4743785.668	517.61	517.61
104 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529097.1776	4743696.171	518.76	518.76
105 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529034.0919	4743623.408	518.33	518.33
106 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	528933.5747	4743542.776	519.77	519.77
107 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	528897.9728	4743453.778	520.31	520.31
108 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	528903.169	4743309.88	521.72	521.72
109 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529686.7661	4743330.061	517.79	517.79
110 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529705.6695	4743454.059	517.41	517.41
111 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529748.8715	4743528.457	517.08	517.08
112 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529810.0728	4743597.855	516.79	516.79
113 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529761.777	4743766.454	516.33	516.33
114 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529718.5798	4743886.154	515.64	515.64
115 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529746.2826	4743977.852	514.94	514.94
116 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529795.6851	4744094.45	514.90	514.90
117 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529774.1878	4744194.749	513.98	513.98
118 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529678.4903	4744302.051	514.35	514.35
119 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529637.4935	4744414.85	513.20	513.20
120 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529656.7961	4744538.748	513.53	513.53
121 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529663.599	4744635.647	512.76	512.76
122 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529629.4006	4744695.347	513.49	513.49
123 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529563.6042	4744832.546	513.11	513.11
124 – Sto. Tomás Ibaia	**PUNTO EN RIO**	529481.2065	4744916.948	512.53	512.53
125 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	530409.1927	4744499.931	514.33	514.33
126 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	530522.3873	4744339.23	515.59	515.59
127 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	530645.6821	4744166.83	517.39	517.39
128 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	530762.1755	4743942.43	519.23	519.23
129 – Canal de la Balsa	**PUNTO EN RIO**	530810.6732	4743876.329	520.43	520.43
131 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529252.5021	4744725.456	512.85	512.85
133 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529195.0998	4744620.158	513.47	513.47
134 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529155.5967	4744480.461	513.52	513.52
135 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529175.8941	4744377.761	514.53	514.53
136 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529300.6044	4744811.654	512.99	512.99
137 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529178.2911	4744255.763	515.14	515.14
138 - Ricallor	**PUNTO EN RIO**	529185.5819	4744154.69	515.54	515.54

PUNTO DE MEDIDA	TIPO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	COTA PIEZOM. 07/11/2018 *
139 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	529465.6086	4745022.548	512.73	512.73
140 – Canal de la Balsa	PUNTO EN RIO	530032.5072	4745020.534	512.53	512.53
141 – Canal de la Balsa	PUNTO EN RIO	530153.5006	4744782.734	512.13	512.13
142 – Canal de la Balsa	PUNTO EN RIO	530268.3955	4744602.632	513.11	513.11
143 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528754.5655	4743155.585	523.78	523.78
144 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528645.8648	4743100.088	525.67	525.67
145 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528829.8672	4743216.782	523.53	523.53
146 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528553.3623	4742983.991	526.86	526.86
147 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528482.5598	4742865.694	527.53	527.53
148 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528388.6579	4742780.797	529.53	529.53
149 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528304.8552	4742645.1	532.13	532.13
150 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528288.5527	4742524.903	532.49	532.49
152 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528373.2612	4742333.315	535.27	535.27
153 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528474.8614	4742221.132	536.32	536.32
154 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	529596.762	4743144.765	519.58	519.58
155 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	529520.1563	4742903.569	520.26	520.26
156 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	529431.0509	4742663.074	522.52	522.52
157 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	529754.2475	4742581.768	525.63	525.63
159 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	530248.1419	4742413.758	530.99	530.99
161 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528478.9321	4741816.728	539.90	539.90
162 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528398.6613	4741681.381	542.11	542.11
163 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528443.1114	4741446.43	545.26	545.26
164 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528534.1282	4741207.246	549.89	549.89
165 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	530475.9621	4742071.271	535.28	535.28
166 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	530669.6375	4741904.584	539.34	539.34
167 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	530823.6253	4741831.558	543.71	543.71
169 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	531074.4508	4741520.408	548.48	548.48
170 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	531161.4989	4741166.924	554.40	554.40
171 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528658.0946	4740992.629	553.91	553.91
172 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528813.1407	4740582.656	559.84	559.84
173 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528928.8962	4740258.541	563.70	563.70
174 - Ricallor	PUNTO EN RIO	528985.1202	4739808.749	573.36	573.36
176 – Sto. Tomás Ibaia	PUNTO EN RIO	529586.9654	4743270.664	518.58	518.58
179 - Batán	PUNTO EN RIO	526077.5154	4743008.106	523.38	523.38
180 - Batán	PUNTO EN RIO	526181.07	4742904.548	525.22	525.22
181 - Batán	PUNTO EN RIO	526181.0674	4742792.049	527.03	527.03
184 - Batán	PUNTO EN RIO	526026.7653	4742340.876	532.89	532.89
185 - Batán	PUNTO EN RIO	525976.4943	4742248.271	533.45	533.45
186 - Batán	PUNTO EN RIO	525973.8485	4742123.917	535.29	535.29
187 - Batán	PUNTO EN RIO	525946.0672	4742026.021	537.50	537.50
189 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526305.0288	4742465.124	529.22	529.22
190 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526380.0576	4742405.062	529.80	529.80
191 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526397.1827	4742307.803	533.20	533.20
192 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526452.7453	4742213.876	534.56	534.56
194 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526427.6098	4742018.084	535.24	535.24
195 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526358.818	4741885.792	537.52	537.52
197 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526316.4846	4741753.5	540.10	540.10
198 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526246.3699	4741565.645	544.38	544.38
199 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	526192.1302	4741459.812	547.61	547.61
200 - Batán	PUNTO EN RIO	525869.3379	4741652.958	541.37	541.37
201 - Batán	PUNTO EN RIO	525758.2126	4741480.978	544.75	544.75
202 - Batán	PUNTO EN RIO	525579.602	4741160.881	552.27	552.27
203 - Batán	PUNTO EN RIO	525238.818	4740991.548	557.88	557.88
204 - Batán	PUNTO EN RIO	524868.4006	4741069.865	563.56	563.56
205 - Batán	PUNTO EN RIO	524749.867	4740997.898	567.58	567.58
206 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	525964.8361	4741105.848	552.72	552.72
207 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	525884.4026	4740889.948	556.32	556.32
208 - Zapardiel	PUNTO EN RIO	525907.686	4740557.63	566.22	566.22
209 - Zadorra	PUNTO EN RIO	525115.5155	4747227.744	503.02	503.02

El resultado puede apreciarse en las figuras que se muestran a continuación. Las isopiezas creadas muestran un flujo general hacia el Norte, en sentido al río Zadorra, lo que evidencia que éste constituye el nivel de base regional por ese lado y la principal zona de descarga. Se aprecia, coherentemente con los puntos topográficos en cauces, las descargas locales hacia el resto de la red hidrográfica superficial, tributaria del Zadorra.

El flujo subterráneo en la zona concreta de la actuación se aprecia oblicuo a la misma, tanto en sentido SE – NO como SW – NE, dada la existencia de una divisoria de aguas subterráneas entre los cauces del Ayo. del Batán, por un lado, y del Ayo. Ricallor y el Sto. Tomás Ibaia, por otro.

Cabe destacar que los registros del sondeo S-1 parecen estar influenciados por el antiguo cauce del Arroyo del Batán, actualmente rencauzado de forma subterránea, a juzgar por la involución de la isopieza más cercana. EL cauce en cuestión discurre de forma superficial hacia el sondeo, hasta unos pocos metros antes de llegar a él. El flujo subterráneo conserva aún la zona de descarga hacia el antiguo cauce natural.

Algo similar parece ocurrir con el sondeo S-6, que presenta igualmente una zona deprimida al flujo subterráneo, con respecto a los sondeos circundantes (S-5, S-105, S-4, S-104, S-7).

De esta misma forma, en la zona de los sondeos PQ 8+220, PZS 8+688, PZS 8+665, PZP 8+665 y PQ 9+125, vuelve a apreciarse la involución de las isopiezas (esta vez sustentada por varios puntos, coherentes entre sí), que evidencia la descarga hacia los cauces del Ricallor y el Sto. Tomás Ibaia. Se aprecia igualmente la descarga subterránea hacia el complejo lagunar de Salburúa.

En las figuras que se muestran a continuación de los MAPAS de isopiezas se ha efectuado una reconstrucción tridimensional de la superficie piezométrica, en relación con la superficie topográfica de la ciudad.



Figura 41. Mapa de isopiezas general para la ciudad de Vitoria - Gasteiz (elaboración propia).



Figura 42. Detalle del Mapa de isopiezas en el ámbito de las obras (elaboración propia).

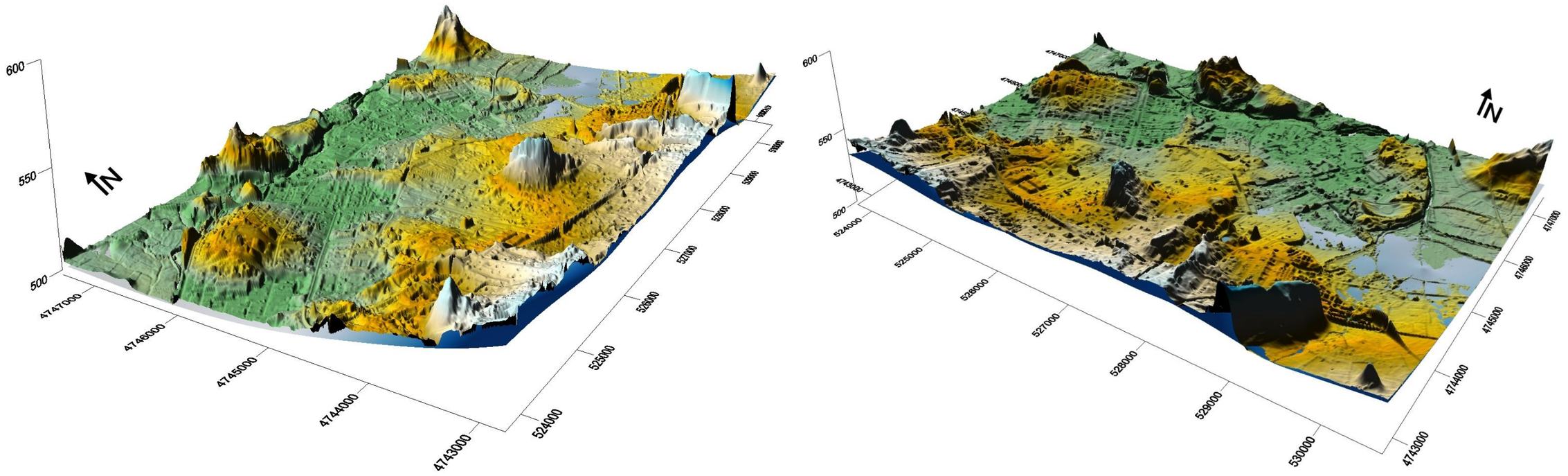


Figura 43. Construcción tridimensional de la superficie piezométrica en relación con la topografía del ámbito urbano de Vitoria (elaboración propia).

A efectos de evaluar posibles condicionamientos del flujo hidrogeológico ocasionados por las antiguas trazas de los cauces (previos a su encauzamiento y desconexión del medio acuífero), se ha procedido a georreferenciar el Plano Histórico de la ciudad de Vitoria de 1887, elaborado por D. Dionisio Casal y Zapatero (oficial del Cuerpo de Topógrafos).

Con respecto a la depresión piezométrica que parece existir en el entorno del sondeo S-6, en el plano se observa que, efectivamente, se encuentra en una vaguada correspondiente a unos de los tributarios del Erreka Chiqui, mientras que los sondeos S-5 y S-105 se encuentran en laderas elevadas a ambos márgenes de dicho cauce.

Sin embargo, por lo que se refiere al S-1, se aprecia claramente que la depresión piezométrica se corresponde con el cauce actual (en color azul) y no con el del antiguo río Avedaño. La entubación, en cualquier caso, tiene su inicio justo unos metros antes del sondeo en cuestión, por lo que el cauce discurre sobre el terreno hasta entonces.

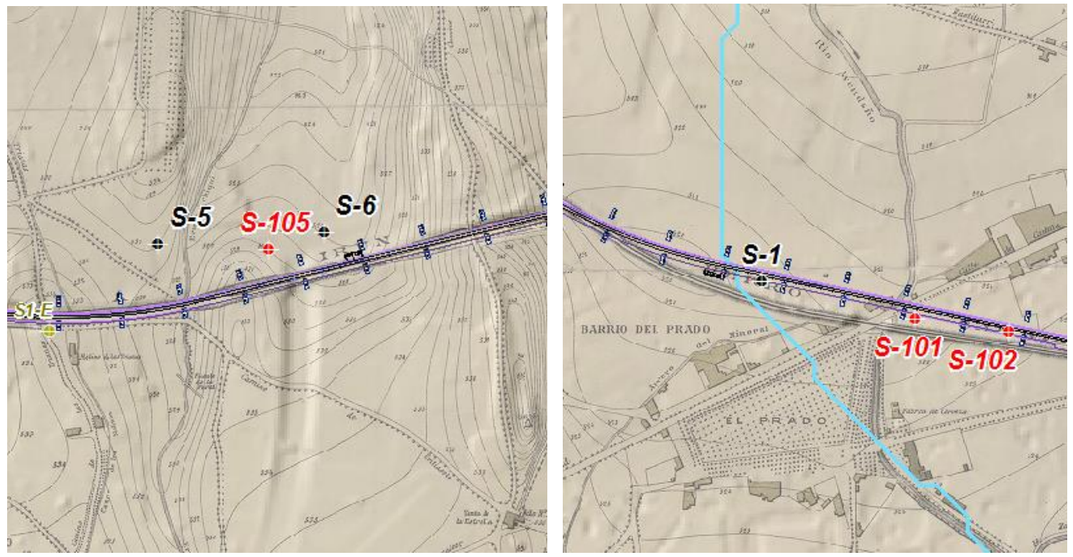


Figura 44. Izquierda, ámbito de los sondeos S-5, S-6 y S-105 sobre el Plano de Vitoria de 1887 (elaboración propia). Derecha, ámbito de los sondeos S-1, S-101 y S-102 sobre el Plano de Vitoria de 1887 (elaboración propia).

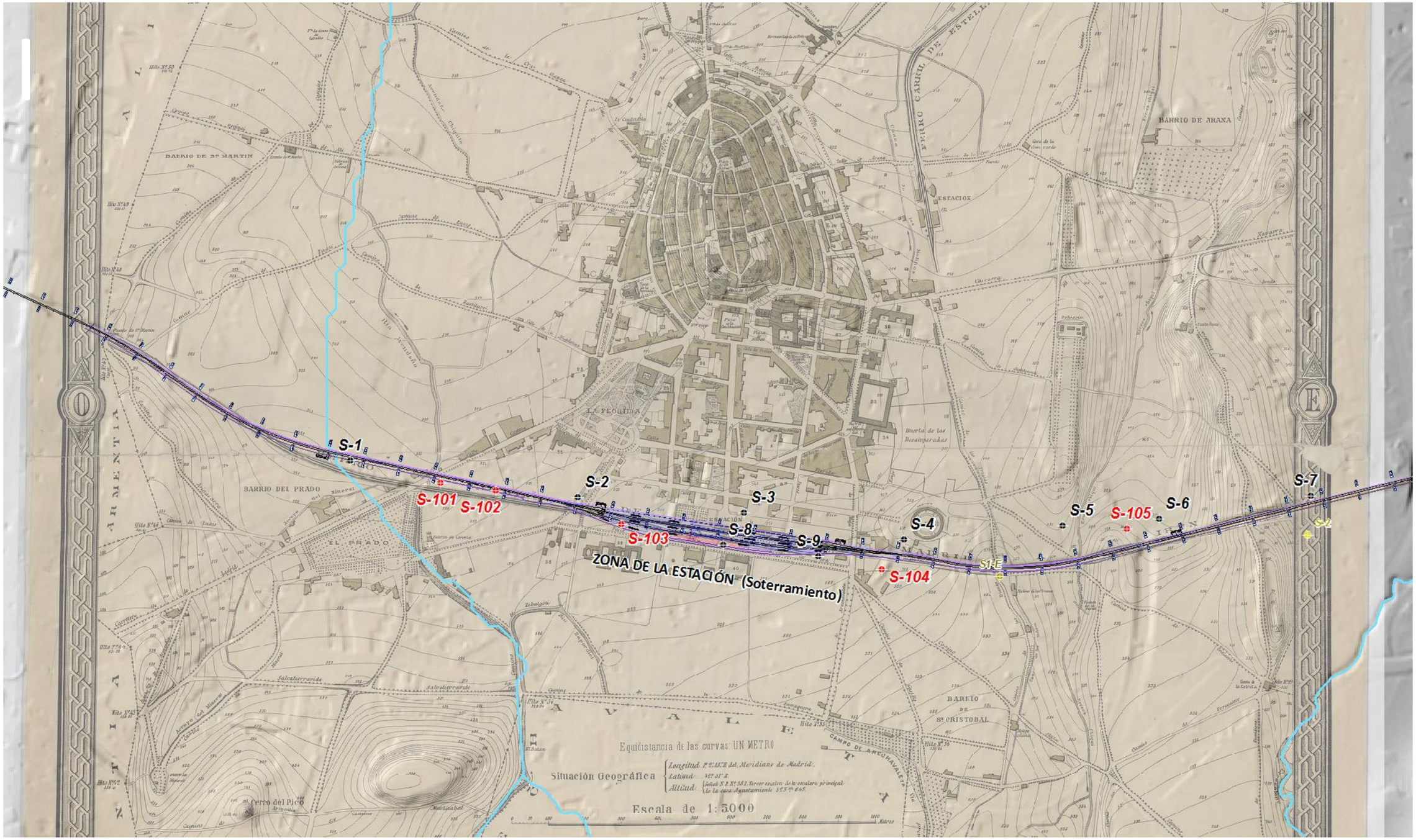


Figura 45. Plano de Vitoria de 1887 en la zona del soterramiento (elaboración propia a partir del plano original).

3.3. ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS OBRAS PROYECTADAS Y EL MEDIO ACUÍFERO

3.3.1. Estimación de caudales drenados en Fase de obra y estudio de un posible sistema de drenaje de filtraciones

A efectos de evaluar de forma rápida la magnitud de los posibles caudales susceptibles de infiltrarse durante la excavación y el vaciado del recinto soterrado, se ha procedido a modelizar una sección en dos dimensiones mediante el módulo SEEP/W del paquete de software geotécnico GEO-SLOPE 2012, que permite la construcción de secciones mediante elementos finitos y la modelización de flujos de agua en ellas, una vez definidos los parámetros hidrogeológicos (permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, etc.) y condiciones de contorno para los distintos materiales. Para ello, se ha construido un perfil transversal a la estructura soterrada, en el entorno del sondeo S-8. Se trata de un perfil idealizado que busca representar las características del citado tramo y que permite estimar los caudales de filtración a través del suelo de la excavación.

Se ha procedido a modelizar una sección tipo del recinto a excavar entre pantallas, considerando los siguientes parámetros:

Sección	Sondeo Ref.	Cota sondeo (msnm)	Anchura entre pantallas (m)	Cota terreno (msnm)	Cota rasante (msnm)	Prof. Rasante (m)	Prof. empotramiento pantallas (m) (*)	Cota NF (msnm) - ABRIL 2018	Prof. NF en la sección (m)	Cota contacto (msnm)	Prof. Contacto en la sección (m)
4+600	S-08	525.57	63.5	526.74	510.27	16.5	27.5	521.3	5.4	518.2	8.6

Por defecto, de forma general, el programa asume que la sección modelizada presenta fondo de 1 m, por lo que los valores de caudal que se obtengan como resultado de cada simulación, han de interpretarse como caudales unitarios por sección. Para la obtención del caudal total correspondiente al recinto completo, habrá que multiplicar cada dato directo por la longitud de la estructura según su eje.

3.3.1.1. Construcción del Modelo

Construcción de la malla

El perfil a modelizar consta de 3 capas horizontales de terreno natural que, de techo a muro, son:

- ***CAPA 1***: Capa correspondiente al acuífero aluvial cuaternario.
- ***CAPA 2***: Capa correspondiente al acuitardo constituido por el sustrato margoso cretácico.
- ***CAPA 3***: Capa correspondiente a las pantallas de la estructura, bien sean ejecutadas por medio de muros, bien por pilotes secantes. Se asume un grosor de 1 m para cada una de ellas.

En la siguiente figura se muestra la malla final y los materiales asignados a cada elemento. Se ha exagerado la escala vertical al doble de la horizontal, con objeto de que los detalles en la vertical de las sucesivas simulaciones sean apreciables.

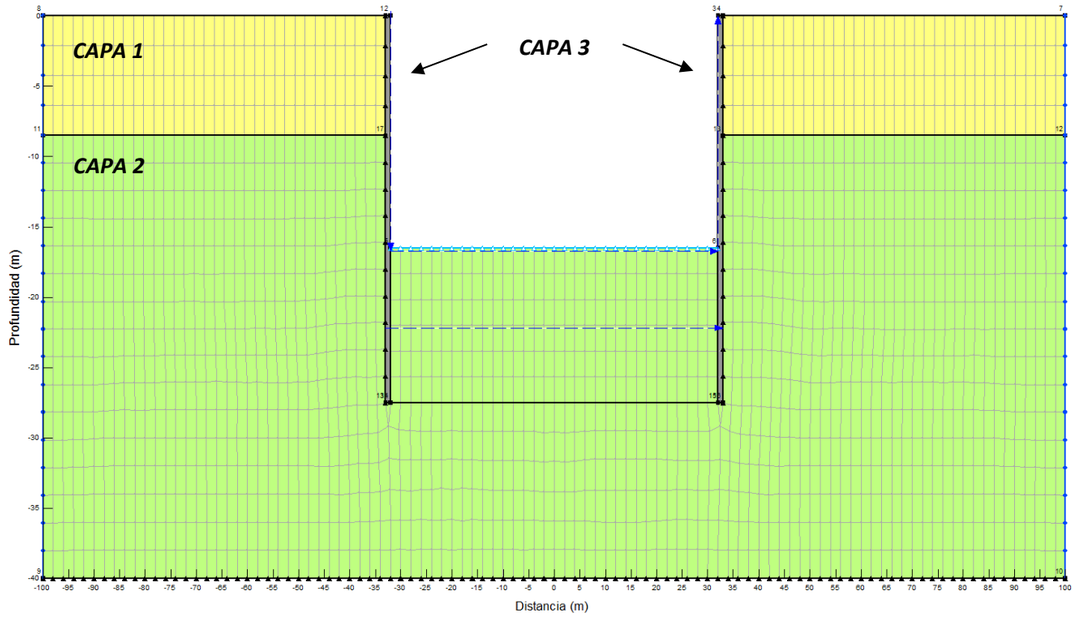


Figura 46. Malla del perfil transversal objeto de modelización (elaboración propia).

Parámetros Hidrogeológicos

Según las estimaciones efectuadas en el apdo. 3.2.1., se han tomado los siguientes valores de referencia para definir cada uno de los Parámetros hidrogeológicos que caracterizan los materiales del modelo.

CAPA		POTENCIA MEDIA (m)	MATERIAL	PERMEABILIDAD HORIZ. K_H (m/s)	RELACIÓN K_V/K_H	COEF. ALMACEN.
CAPA 1 ALUVIAL CUAT.	Terreno natural	2,76.	Gravas arenosas y arenas	$2,0 \times 10^{-05}$	0,5	0,3 (30%)
CAPA 2 SUSTRATO MARGOSO CRET.		> 30 m	Arcillas y limos	$1,0 \times 10^{-07}$	0,5	0,1 (10%)
CAPA 3 PANTALLAS	Material artificial	1 m.	Hormigonado	$1,0 \times 10^{-09}$	0,1	0,01 (1%)

El coeficiente de almacenamiento para cada uno de los materiales considerados en el modelo se parametriza a través del ***Contenido Volumétrico de Agua*** (*Volumetric Water Content*), que es una función de la presión de poros. Valores positivos de la presión de poros corresponden a medios saturados, mientras que valores negativos corresponden a medios insaturados en agua. En la siguiente figura se presentan las curvas de ajuste para cada tipo de material del terreno.

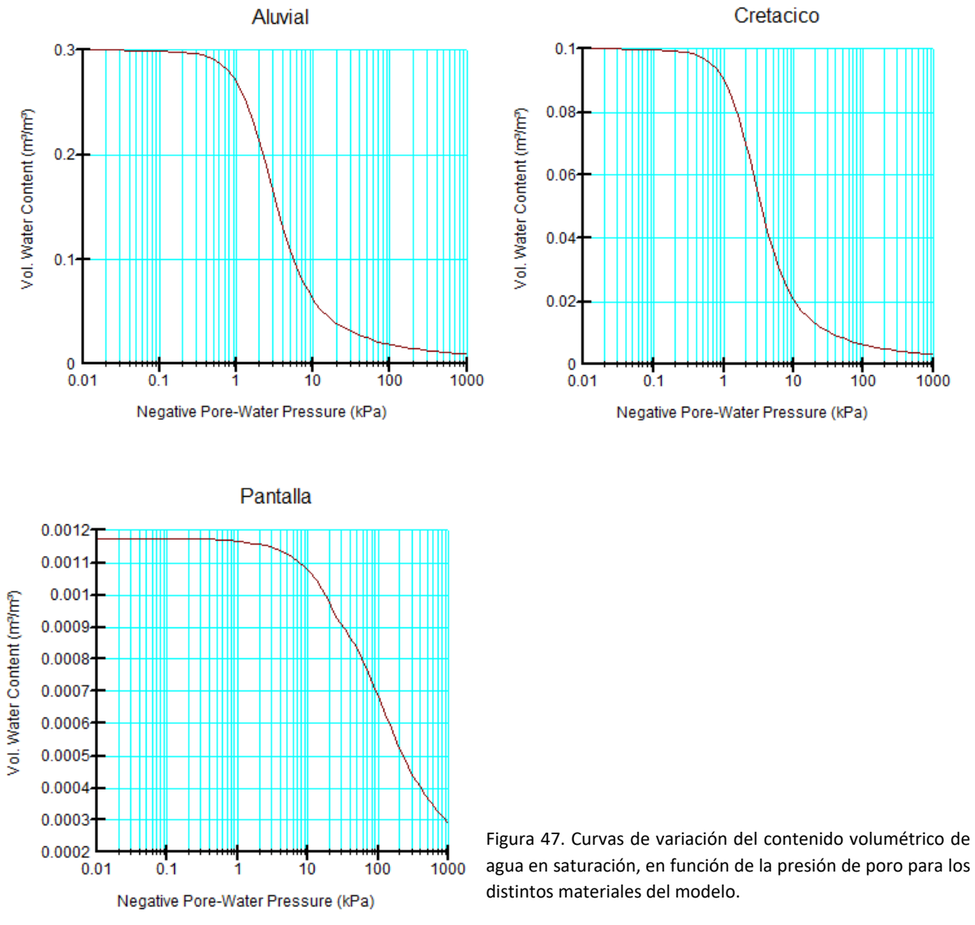


Figura 47. Curvas de variación del contenido volumétrico de agua en saturación, en función de la presión de poro para los distintos materiales del modelo.

Por su parte, el comportamiento de la permeabilidad en saturación, en función de la presión de poros, se ha estimado a partir del contenido volumétrico de agua y del valor de referencia de la ***permeabilidad horizontal*** (***K_H***) en saturación (*Pression = 0*), para cada tipo de material considerado. En la figura que se muestra a continuación se presentan las curvas de ajuste para cada tipo de material del terreno.

Asimismo, para cada material se ha asumido una ***permeabilidad vertical*** (***K_V***) un orden de magnitud inferior a la horizontal, de forma que la relación ***K_H / K_V = 0,5***.

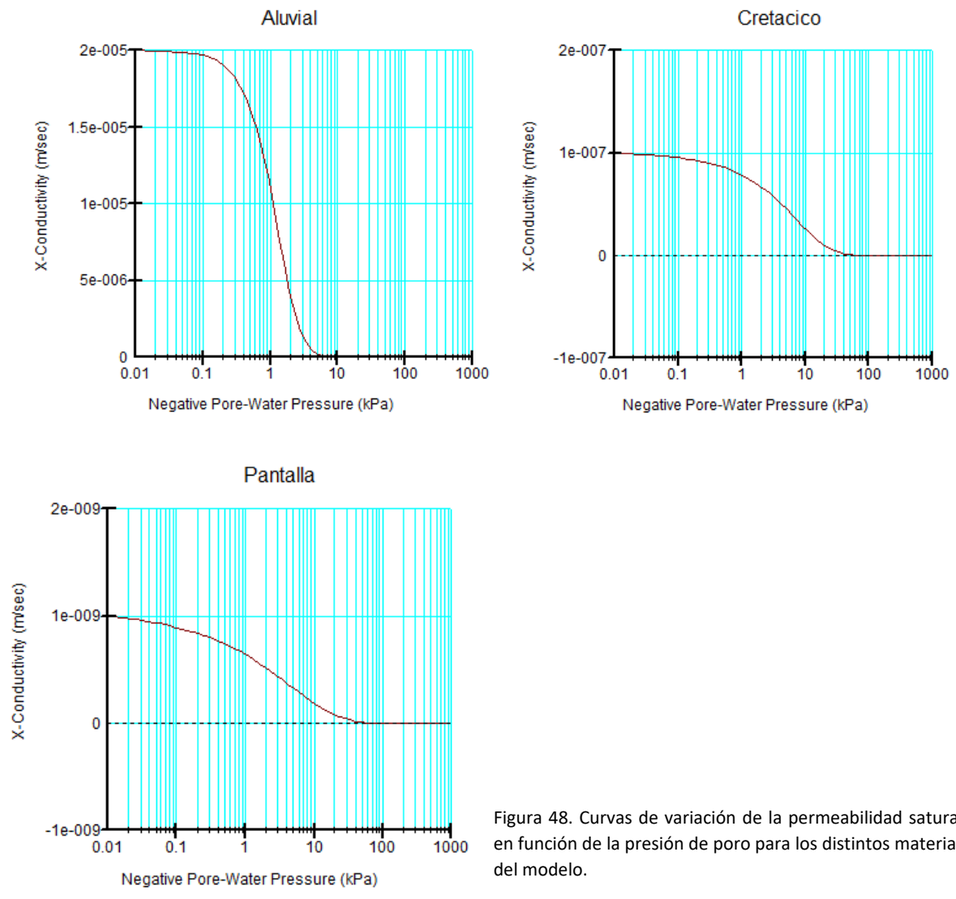


Figura 48. Curvas de variación de la permeabilidad saturada en función de la presión de poro para los distintos materiales del modelo.

Se ha considerado un nivel freático constante a una profundidad de unos 5 m.

Asimismo, a partir de las testificaciones de los sondeos más próximos se ha establecido una cota de contacto entre el tramo multicapa de las granulometrías más gruesas Tosco arenoso (T_{TA}), Arena tosquiza (T_{AT}) y Tosco (T_T) y el tramo inferior dominado por las facies Peñuela en torno a la cota 610,0 m.s.n.m.

Por último, se ha estimado un ***peso específico del agua*** de ***9,807 kN/m^3*** y un ***coeficiente de compresibilidad del agua*** constante (***Mv***) igual a ***1 x 10^{-05} kPa.***

Condiciones de contorno

En los extremos de la primera capa del modelo se ha establecido la condición de ***potencial hidráulico constante*** (***Head - H***) igual ***a la profundidad de la rasante 5 m***, correspondiente al nivel freático. Ello implica que el flujo se establece exclusivamente hacia el interior del recinto objeto de modelización.

Asimismo, se ha establecido la condición de ***flujo nulo*** (***Total Flux = 0***) a través de las paredes de la pantalla, lo que condiciona que la entrada de agua se produzca exclusivamente a través del fondo de la excavación.

A efectos de asegurar el flujo hacia el interior de la excavación, rodeando el pie de las pantallas, se ha establecido la condición de ***Presión de poros*** (***Press. Head***) ***= 0***, lo que permite obtener la red de flujo en términos de potencial hidráulico. No obstante, se ha prescindido de dicha condición cuando se han evaluado las presiones de poro en el fondo de dicha excavación; el modelo aparece entonces "inundado" hasta la cota de potencial constante.

Asimismo, se han dispuesto varias ***secciones de flujo*** (***Flux section***) a lo largo de toda la excavación, a fin de evaluar el caudal filtrado total y particular por zonas.

3.3.1.2. Estimación de caudales y presiones de poro sin medidas de rebaje

En la siguiente figura se ilustran las equipotenciales y líneas de flujo obtenidas en régimen permanente para el esquema del vaciado. Según la sección de flujo situada en el fondo de la excavación, una vez se regularice el flujo subterráneo son de esperar filtraciones a través del suelo (previo a la instalación de la losa inferior) en torno a 7,75E-07 m3/s por m. l. (7,75E-04 L/s ó 66,96 ≈ 67 L/día). Resultan cantidades considerables, a pesar de estar controladas por la permeabilidad vertical del sustrato cretácico, por lo que son de esperar filtraciones de cierta importancia. No obstante, existirá un flujo de agua permanente que habrá que ir desalojando poco a poco.

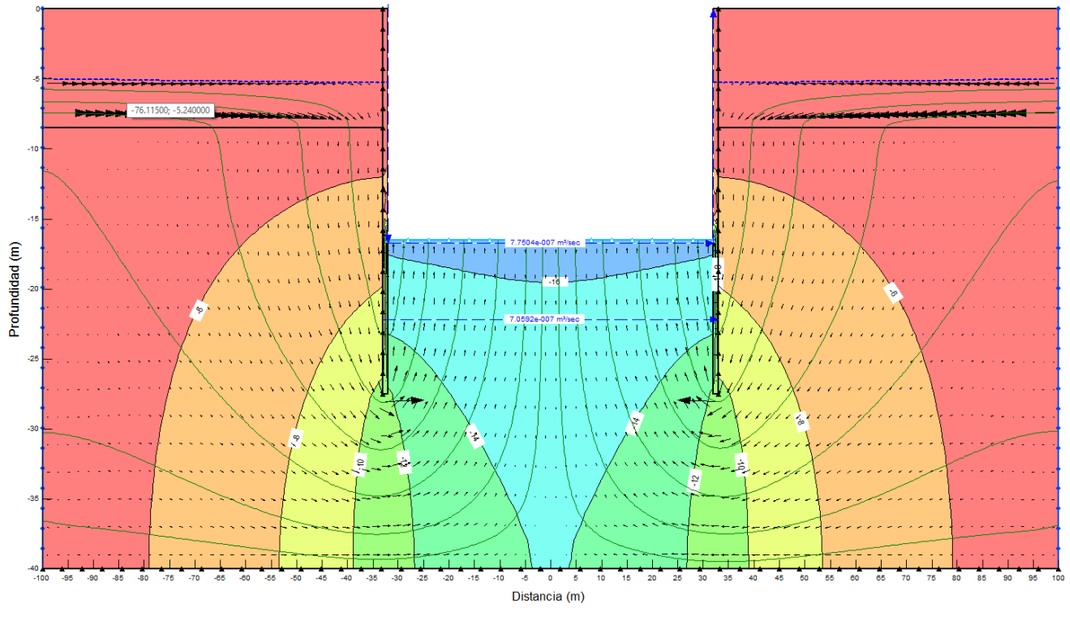


Figura 49. Equipotenciales de flujo subterráneo correspondientes a la situación general del vaciado entre pantallas sin medidas de alivio/rebaje freático (elaboración propia).

Por su parte, en la figura que se muestra a continuación se ilustra la distribución de presiones de poro si no se procediera al drenaje.

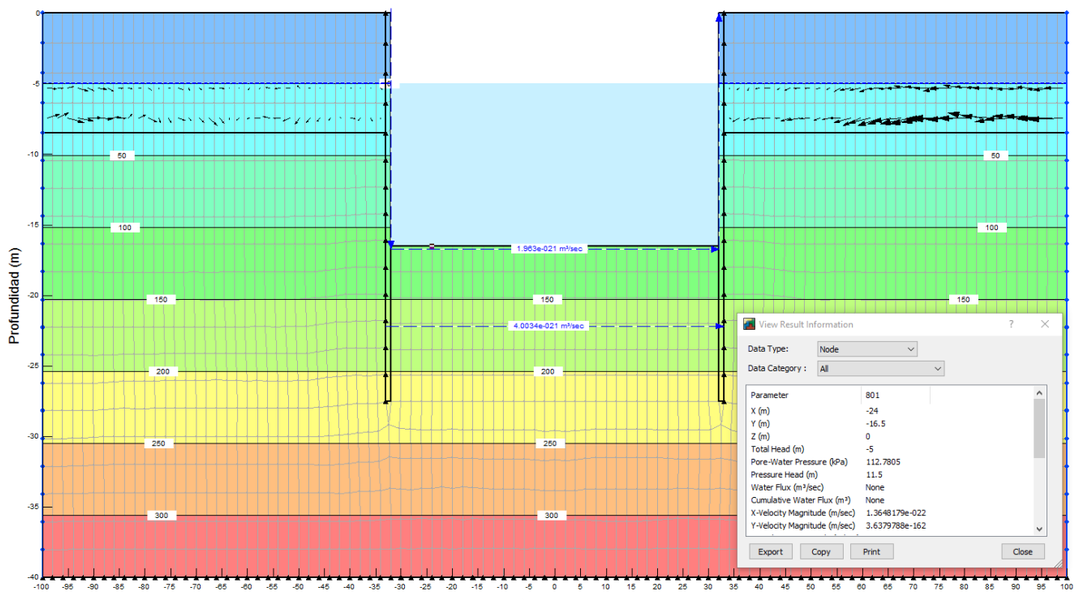


Figura 50. Presiones de poro (subpresiones) correspondientes a la situación general del vaciado entre pantallas sin medidas de alivio/rebaje freático (elaboración propia).

Según éstas, en el fondo de la excavación cabría esperar magnitudes en torno a 112,78 KPa.

A efectos de la comprobación del factor de seguridad frente a la flotación de la estructura proyectada, se ha considerado una subpresión máxima (empuje vertical ascendente) sobre la losa inferior de 50 KPa. De ello se deduce la necesidad de realizar cierto rebaje freático durante las obras. Para ello se han evaluado diversos métodos a partir de sus respectivas modelizaciones.

3.3.1.3. Simulación y evaluación de rebaje del nivel freático mediante sistemas de zanjas drenantes

En una primera simulación se ha supuesto un sistema de zanjas drenantes perimetral al hueco entre pantallas. En sección transversal, éstas se modelizan al pie de las pantallas, tal y como se aprecia en la siguiente figura. En un primer tanteo se han considerado sendas zanjas abiertas de 1 m de ancho x 1 m de profundidad (por m. l.). En un segundo tanteo, se consideró la instalación de tubos drenantes dentro de las zanjas (de 1 m de radio) rellenando el resto de la zanja con material permeable (similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso). Las estimaciones de caudal en ambos casos han sido muy similares, con órdenes de magnitud idénticos.

Las simulaciones efectuadas de ambos sistemas han revelado que cualquiera de los dos es suficiente para reducir la presión de poro por debajo de 50 KPa en el centro de la excavación, si bien no permite realizar un rebaje completo del nivel freático como para ejecutar la obra en seco, por lo que son de esperar caudales de infiltración a través del suelo, entre las zanjas, aunque ya de escasa consideración. El caudal específico drenado por cada una de las zanjas se estima en 2,98E-7 m3/s por m. l. (2,98E-4 L/s ó 25,7 L/día); entre ambas, desalojarían un

caudal total por m. l. de 5,96E-7 m3/s (5,96E -4 L/s ó 51,5 L/día) Por su parte, el caudal infiltrado a través del suelo de la excavación, al margen de las zanjas se estima en 9,85E-8 m3/s por m. l. (9,85E-5 L/s ó 8,5 L/día) adicionales.

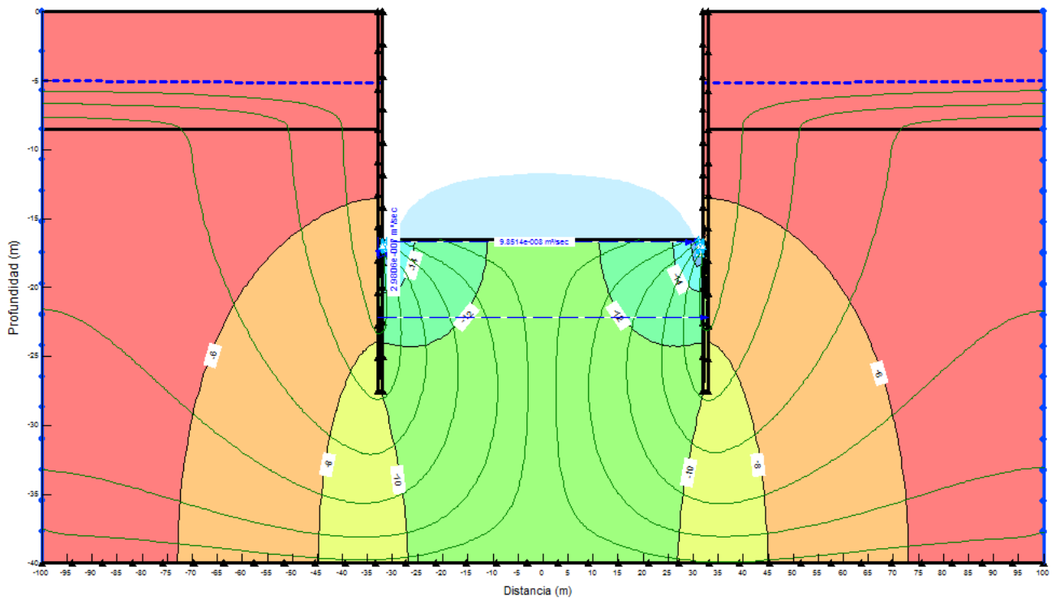


Figura 51. Equipotenciales de flujo subterráneo correspondientes al sistema de drenes exclusivamente perimetrales (elaboración propia).

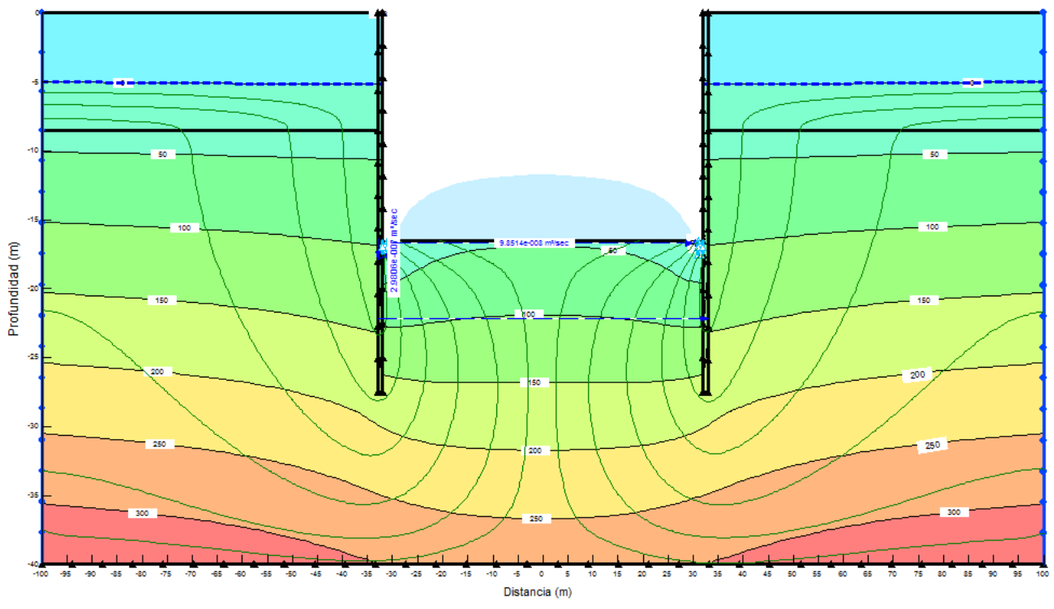


Figura 52. Presiones de poro (subpresiones) correspondientes al sistema de drenes exclusivamente perimetrales (elaboración propia).

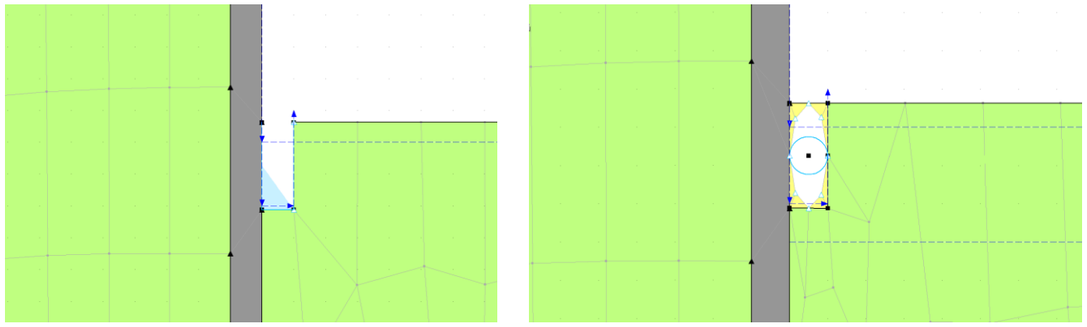


Figura 53. Izquierda, detalle del dren abierto perimetral. Derecha, detalle de un tubo drenante (1 m de radio) instalado en el interior de la zanja, rellenándola con material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

Posteriormente, se realizó una simulación con un tercer dren adicional en la zona central; todas las zanjas corresponden a tubos drenantes de 1 m de diámetro. En las siguientes figuras se muestran los resultados obtenidos. El caudal específico drenado por cada una de las zanjas se estima en 2,8E-7 m3/s por m. l. (2,8E-4 L/s ó 24,2 L/día); entre las tres, desalojarían un caudal total por m. l. de 8,4E-7 m3/s (8,4E-4 L/s ó 72,6 L/día) Por su parte, el caudal infiltrado a través del suelo de la excavación entre cada par de zanjas se estima en 7,56E-8 m3/s por m. l. (7,56E-5 L/s ó 6,53 L/día) adicionales.

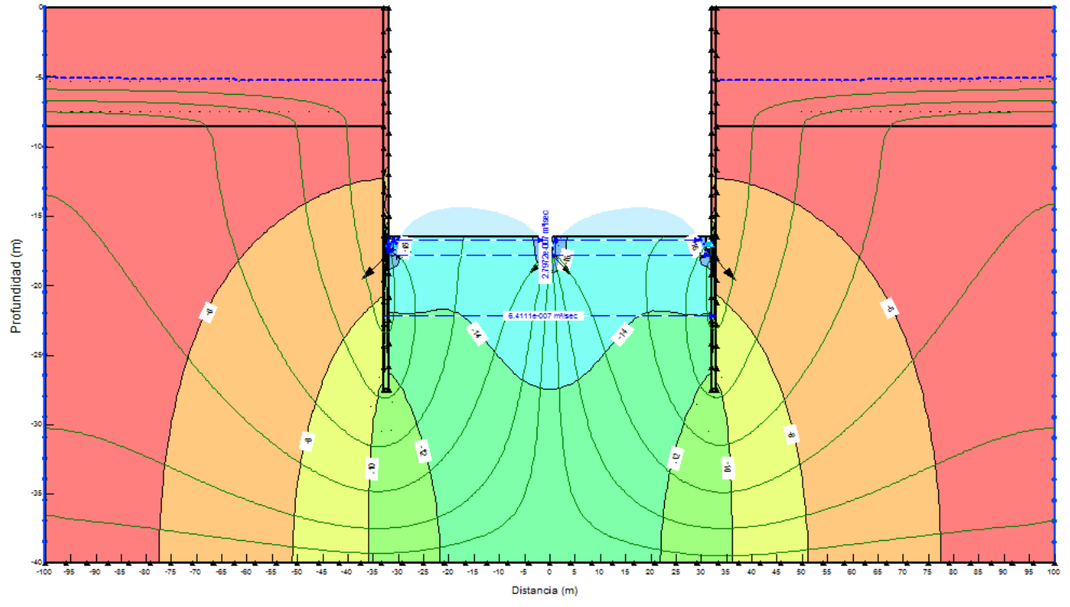


Figura 54. Equipotenciales de flujo subterráneo correspondientes al sistema de drenes perimetrales más 1 línea dren central – 3 drenes- (elaboración propia).

La última simulación correspondiente a los sistemas de drenes ha sido con 5 hileras longitudinales a la estructura. El caudal específico drenado por cada una de las zanjas se estima en 1,48E-7 m3/s por m. l. (1,48E-4 L/s ó 12,8 L/día); entre todas, desalojarían un caudal total por m. l. de 7,4E-7 m3/s (7,4E-4 L/s ó 38,4 L/día). El caudal infiltrado a través del suelo de la excavación entre cada par de zanjas se estima en 8,14E-8 m3/s por m. l. (8,14E-5 L/s ó 7,0 L/día) adicionales.

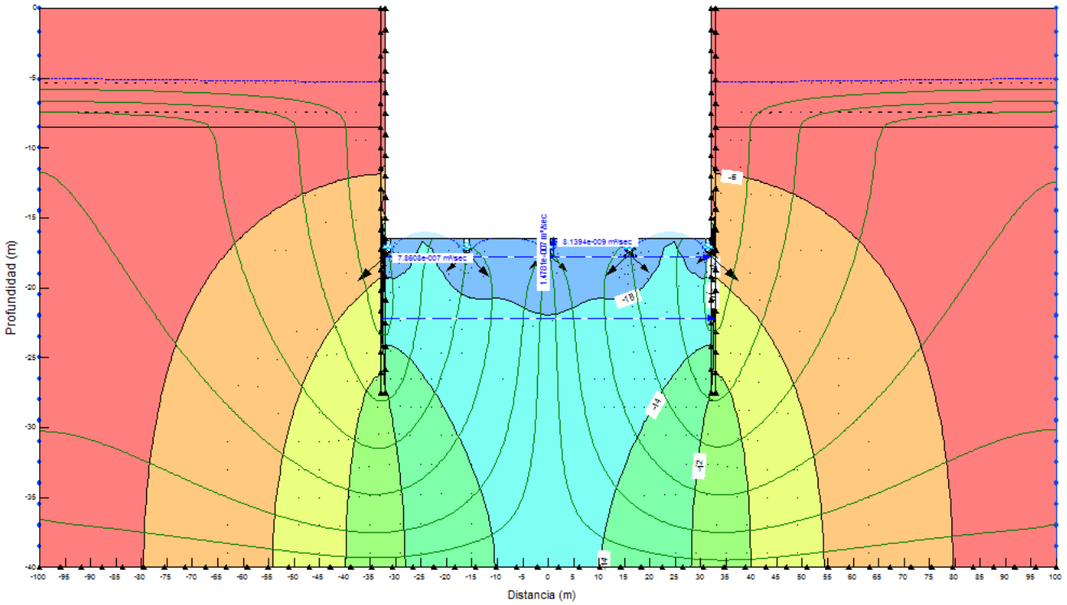


Figura 55. Equipotenciales de flujo subterráneo correspondientes al sistema de drenes en 5 hileras longitudinales a la estructura (elaboración propia).

El problema de todas las simulaciones efectuadas con zanjas drenantes es el escaso radio del cono de depresión que se crea en torno a cada zanja. No llegan a solaparse lo suficiente como para producir un rebaje freático por debajo de la cota del fondo de la excavación. La geometría de dicho cono (y, por ende, su radio) está controlada por la permeabilidad del medio: permeabilidades altas presentan conos más anchos (mayor radio) y menos profundos; permeabilidades bajas, generan conos más estrechos (menor radio) y más profundos.

Asimismo, se observa que los caudales filtrados por el suelo entre cada par de zanjas, presentan magnitudes similares, independientemente al número de zanjas, por lo que llega un momento en que el sistema se vuelve ineficaz.

3.3.1.4. Simulación y evaluación de rebaje del nivel freático mediante sistemas de Pozos de bombeo al uso

Entre los distintos sistemas de drenaje modelizados, se han efectuado también simulaciones de pozos de bombeo al uso, esta vez, en régimen transitorio. La primera de ellas ha correspondido a una sección con dos pozos de bombeo cortos (de 2 metros) junto a las pantallas, con ranuración en el último tramo (tramo entre 1 y 2 m de profundidad). Asimismo, se asume un diámetro de pozo de 200 mm (radio de 100 mm). Se asume un caudal de extracción bajo, de 0,5 L/min; éste se traduce en una Condición de contorno de ***Flujo Unitario*** (***Unit Flux***) expresado en m/s:

$$Area\ filtrante\ (\acute{a}rea\ perimetral\ de\ la\ corteza\ cil\acute{i}ndrica) = 2\pi \mathrm{rL} = 2\pi \cdot 0{,}1 \cdot 1 = 0{,}62832\ m^2$$

… donde L = longitud del tramo filtrante y r = radio del pozo.

$$Caudal\ unitario\ (q) = \frac{Caudal\ total\ extraido\ (Q)}{Area\ filtrante} = \frac{0{,}5\ L/min}{0{,}62832\ m^2} = \frac{8{,}33E^{-6}\ m^3/s}{0{,}62832\ m^2} = 1{,}33E^{-5}\ m/s$$

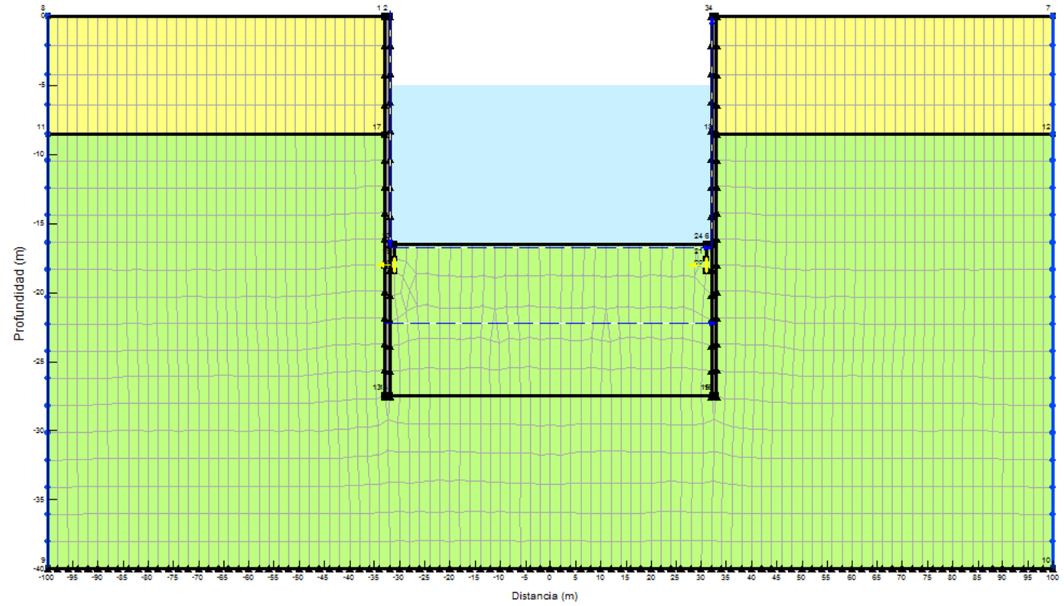


Figura 56. Malla correspondiente al sistema de 2 pozos cortos convencionales perimetrales por sección (elaboración propia).

La simulación a las 12 horas de comenzar el bombeo muestra que, en este tiempo, ya se ha producido el secado de los pozos, por lo que, en un sistema automático, éstos ya habrían dejado de funcionar. Sin embargo, las filtraciones a través del fondo de la excavación presentarían una magnitud de 2,2E-7 m3/s por m. l. (2,2E-4 L/s ó 19 L/día).

En la simulación realizada a las 24 horas de comenzar el bombeo, se hace más patente el secado de los pozos. Las filtraciones a través del fondo de la excavación presentarían una magnitud de 5,9E-7 m3/s por m. l. (5,9E-4 L/s ó 51 L/día).

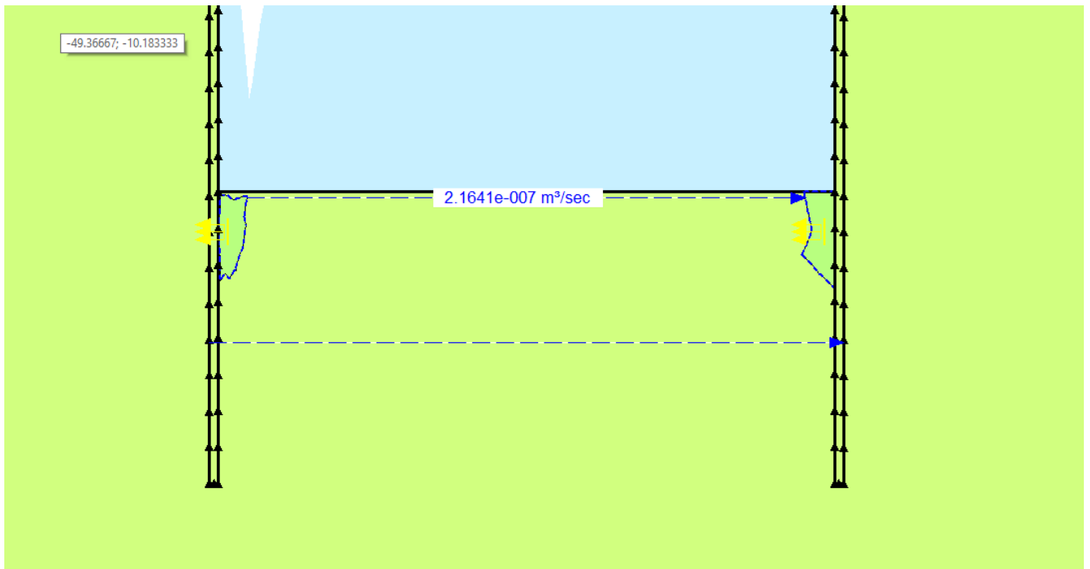


Figura 57. Detalle de la simulación del flujo subterráneo correspondientes al sistema de 2 pozos cortos convencionales perimetrales por sección, a las 12 horas del inicio del bombeo (elaboración propia).

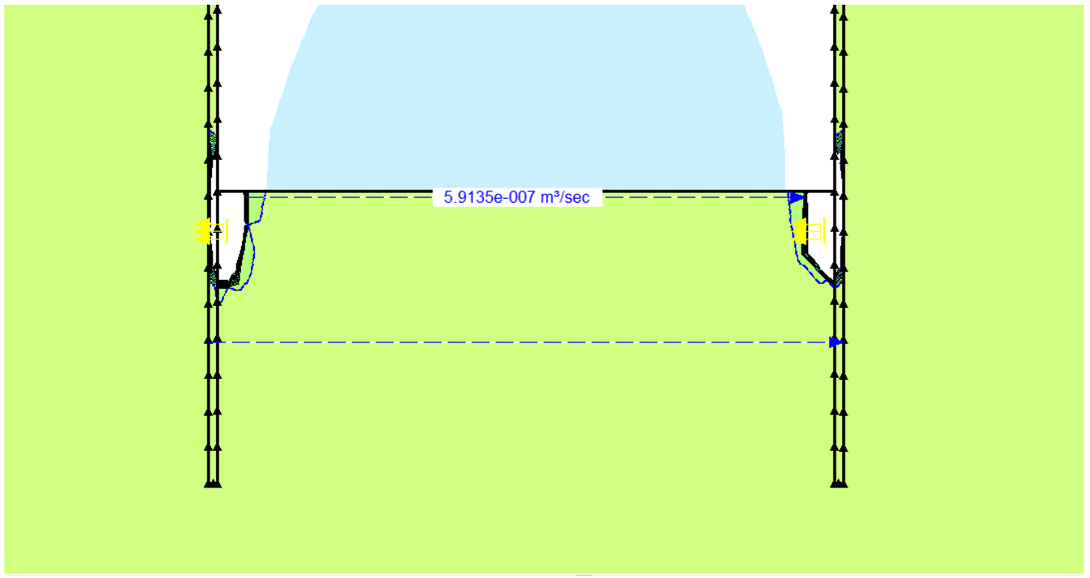


Figura 58. Detalle de la simulación del flujo subterráneo correspondientes al sistema de 2 pozos cortos convencionales perimetrales por sección, a las 24 horas (1 día) del inicio del bombeo (elaboración propia).

De forma similar a lo que ocurría con las zanjas drenantes, en los pozos de bombeo el problema sigue siendo el escaso radio del cono de depresión que se crea en torno a cada zanja, aún a pesar de la profundidad de los conos asociados a los pozos largos de bombeo. Siguen sin llegar a solaparse lo suficiente como para producir un rebaje freático por debajo de la cota del fondo de la excavación.

A la vista de estos resultados y buscando un cono de depresión piezométrica con un diámetro más amplio, se ha ejecutado una segunda simulación en régimen transitorio con sendos pozos largos, de 11 m profundidad, en los que se han considerado ranurados los 10 últimos. En este caso, el caudal unitario (para un caudal de extracción de 0,5 L/min) se calcula de la siguiente forma:

$$Area\ filtrante\ (\acute{a}rea\ perimetral\ de\ la\ corteza\ cil\acute{i}ndrica) = 2\pi \mathrm{rL} = 2\pi \cdot 0{,}1 \cdot 10 = 6{,}2832\ m^2$$

… donde L = longitud del tramo filtrante y r = radio del pozo.

$$Caudal\ unitario\ (q) = \frac{Caudal\ total\ extraido\ (Q)}{Area\ filtrante} = \frac{0{,}5\ L/min}{6{,}2832\ m^2} = \frac{8{,}33E^{-6}\ m^3/s}{6{,}2832\ m^2} = 1{,}33E^{-6}\ m/s$$

El resultado de la simulación muestra que a los 1,8 días ya se ha producido el secado completo de los pozos y que las filtraciones a través del suelo se 3,1E-8 m3/s por m. l. (3,1E-5 L/s ó 2,7 L/día). Dicho caudal se ha reducido sensiblemente con respecto al de los pozos cortos, pero aun no permite trabajar en seco.

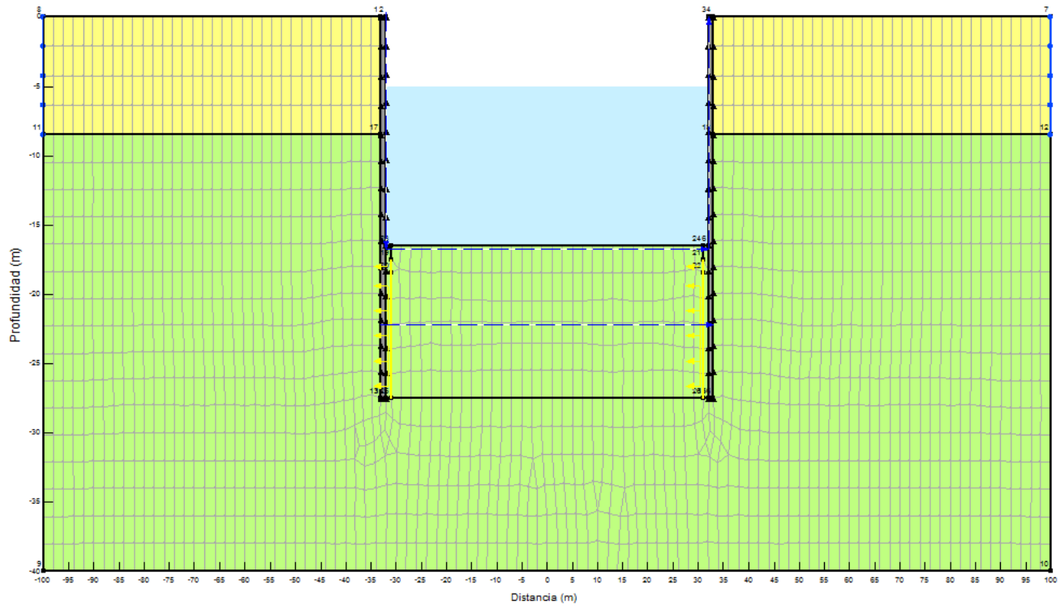


Figura 59. Malla correspondiente al sistema de 2 pozos largos convencionales perimetrales por sección (elaboración propia).

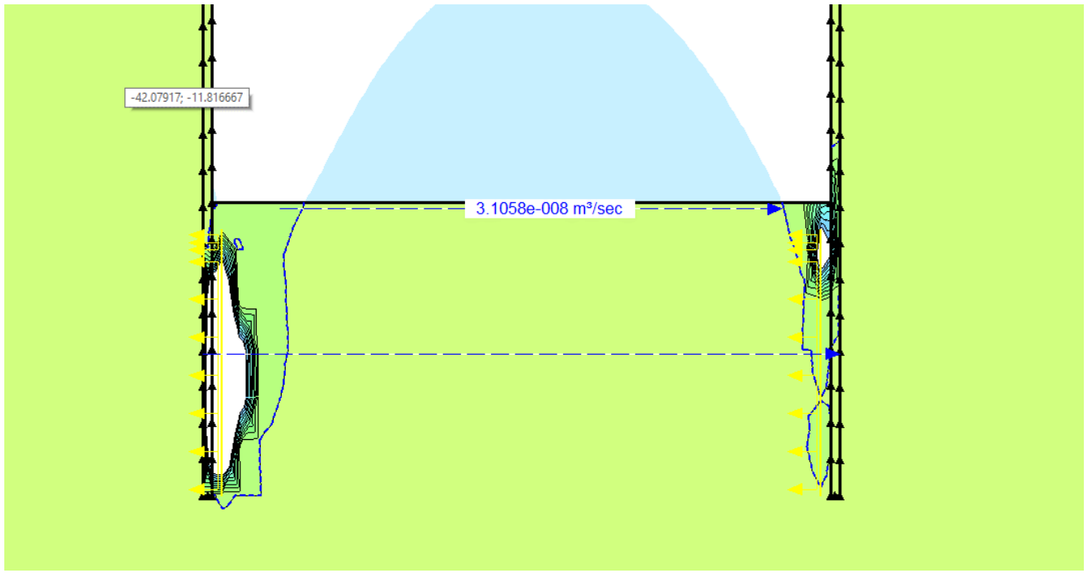


Figura 60. Detalle de la simulación del flujo subterráneo correspondientes al sistema de 2 pozos largos convencionales perimetrales por sección, a las 24 horas (1 día) del inicio del bombeo (elaboración propia).

En la última simulación con sistemas de pozos largos (según las especificaciones referidas anteriormente), se han contemplado 5 hileras de pozos longitudinales a la estructura soterrada, tal y como se muestra en la siguiente figura.

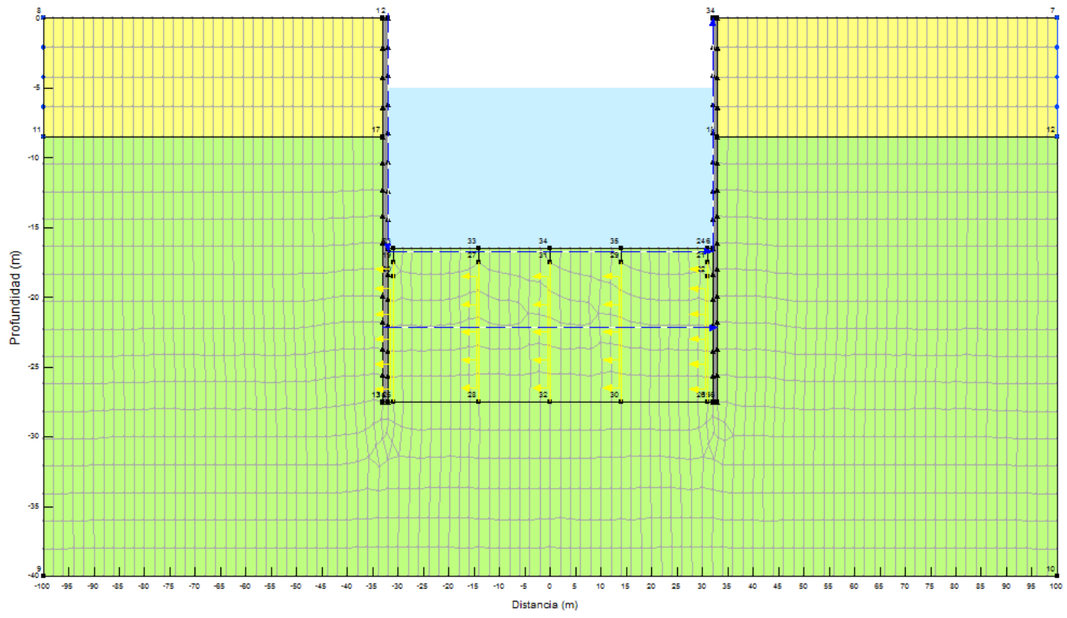


Figura 61. Malla correspondiente al sistema de 5 pozos largos convencionales perimetrales por sección (elaboración propia).

Los resultados muestran que, a las 12 horas aproximadamente de comenzar el bombeo, se ha producido el secado de los pozos; a las 24 horas, éste ya ha producido el secado del ámbito entre pantallas. Asimismo, se observa que el radio del cono de depresión freática es suficiente para el solape y, por tanto, la eliminación de las filtraciones.

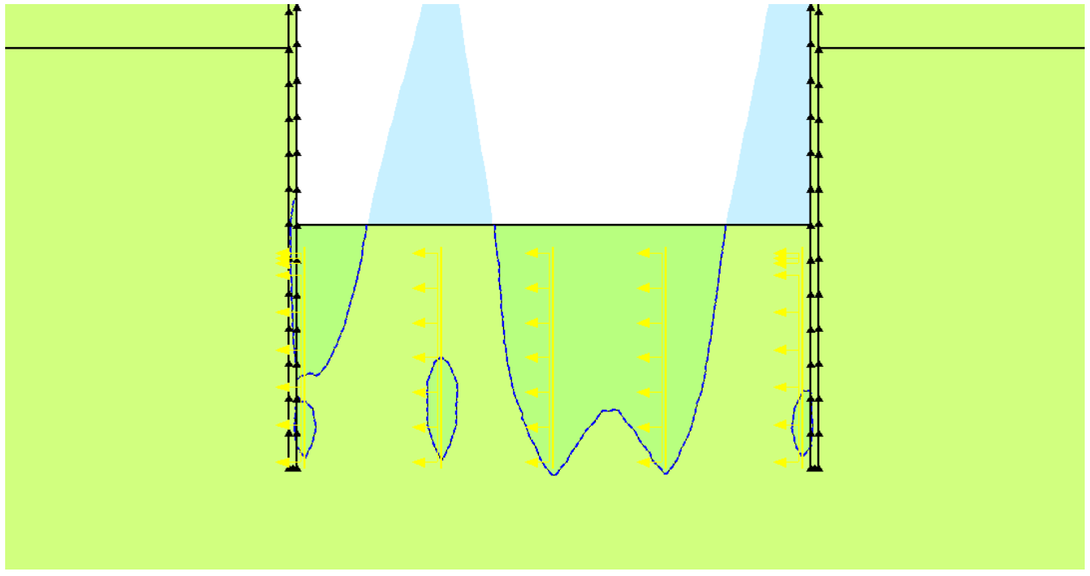


Figura 62. Detalle de la simulación del flujo subterráneo correspondientes al sistema de 5 pozos cortos convencionales perimetrales por sección, a las 12 horas del inicio del bombeo (elaboración propia).

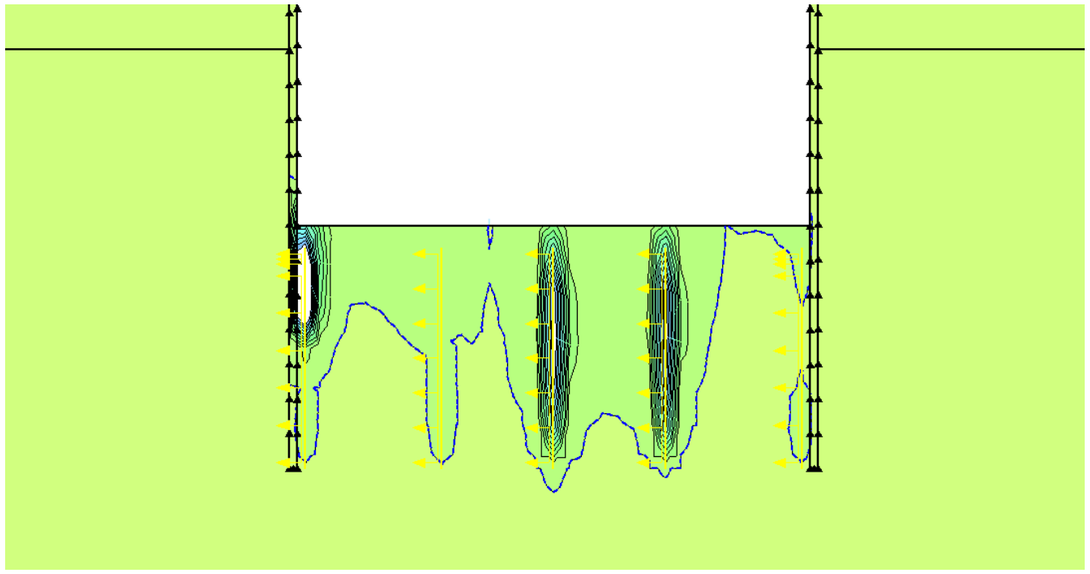


Figura 63. Detalle de la simulación del flujo subterráneo correspondientes al sistema de 5 pozos largos convencionales perimetrales por sección, a las 24 horas (1 día) del inicio del bombeo (elaboración propia).

Resulta evidente que este sistema, en la última configuración simulada (5 hileras de pozos lardos, de 11 m de profundidad) es eficiente para proceder al rebaje freático necesario para garantizar la ejecución en seco de los trabajos, no obstante, es preciso considerar, al menos cualitativamente, el coste que implica dicho sistema; en este sentido, cabe recordar que se trata de 5 pozos por sección y que cada sección presenta 1 m lineal. Habría que extrapolarlo a toda la longitud de la obra; ello podría llevar a la inoperatividad del sistema.

3.3.1.5. Simulación y evaluación de rebaje del nivel freático mediante un sistema de Manto drenante

De forma alternativa a los dos otros sistemas de drenaje ya modelizados, en las siguientes simulaciones se ha evaluado la efectividad de mantos drenantes de alta permeabilidad, combinados con un sistema de zanjas perimetrales similares a los del primer modelo (en sección transversal, éstas se modelizan al pie de las pantallas, tal y como se aprecia en la siguiente figura).

Las simulaciones efectuadas corresponden a dos casos: en el primero se ha supuesto un manto drenante de 1 metro de espesor, compuesto de un material de permeabilidad similar al de las fracciones más granulares del acuífero aluvial cuaternario. En el segundo, se ha considerado un espesor de 1,5 m de manto drenante, integrado por un material de similares características.

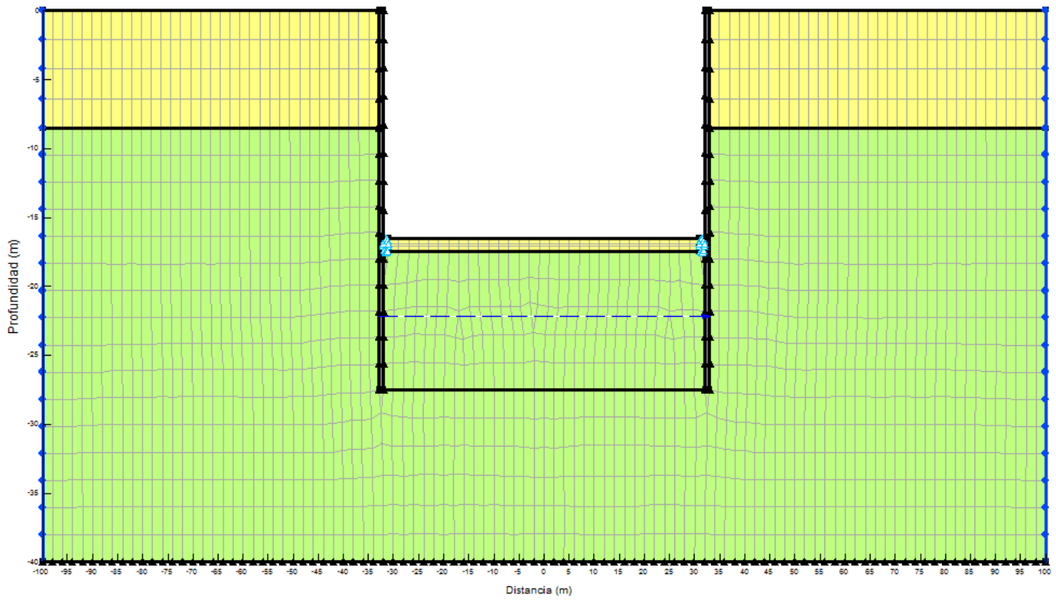


Figura 64. Malla correspondiente al sistema de Manto drenante de 1 m de espesor, constituido por material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

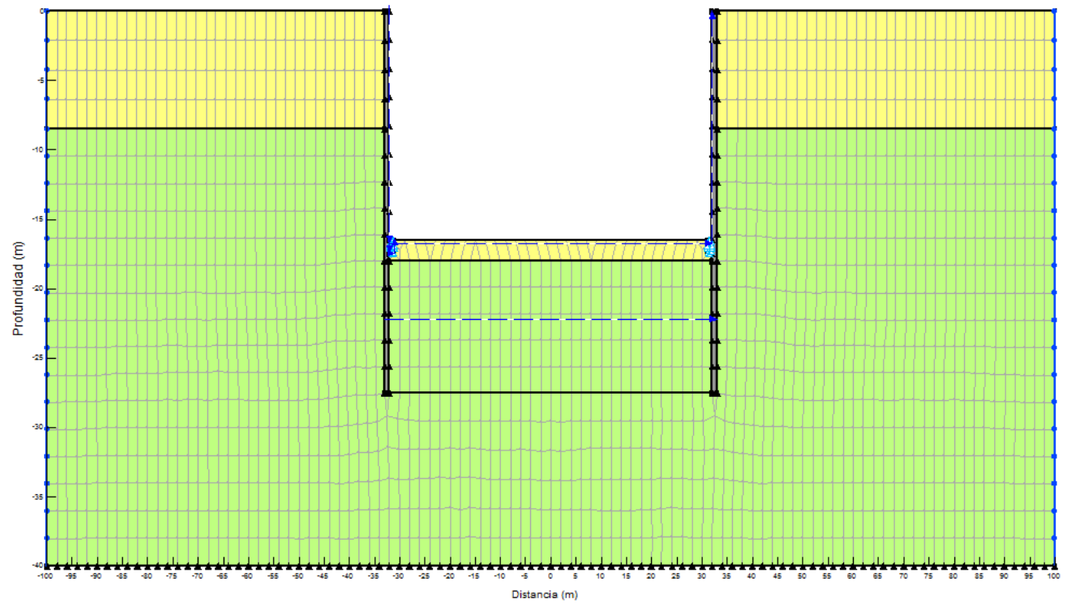


Figura 65. Malla correspondiente al sistema de Manto drenante de 1,5 m de espesor, constituido por material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

Tal y como se muestra en las siguientes figuras, cualquiera de los dos sistemas de simulados (tanto el de 1 m de espesor como el de 1,5 m), resultan eficaces para el rebaje freático no solo a efectos de reducir la presión de poro a niveles considerados aceptables, dentro de la seguridad, sino también para evitar las filtraciones por completo y proceder con la ejecución en seco de la obra.

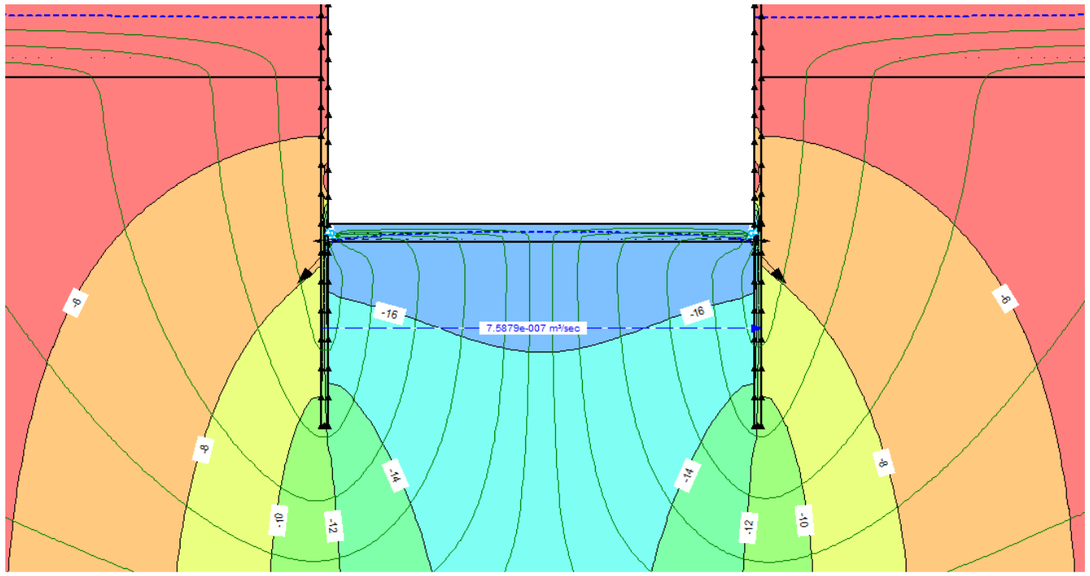


Figura 66. Detalle de las equipotenciales de flujo subterráneo correspondientes de Manto drenante de 1 m de espesor, constituido por material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

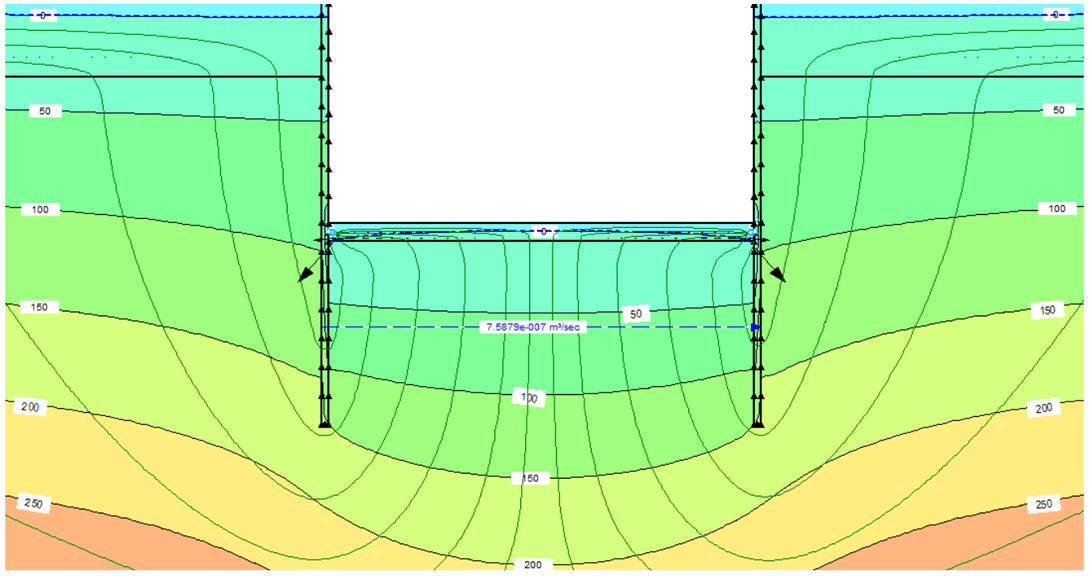


Figura 67. Detalle de las presiones de poro (subpresiones) correspondientes de Manto drenante de 1 m de espesor, constituido por material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

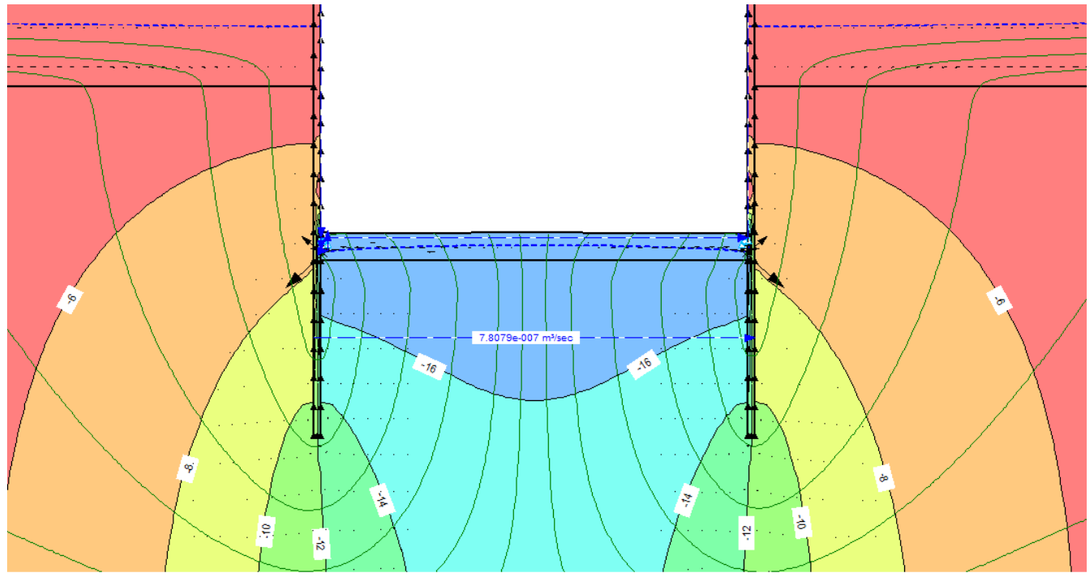


Figura 68. Detalle de las equipotenciales de flujo subterráneo correspondientes de Manto drenante de 1 m de espesor, constituido por material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

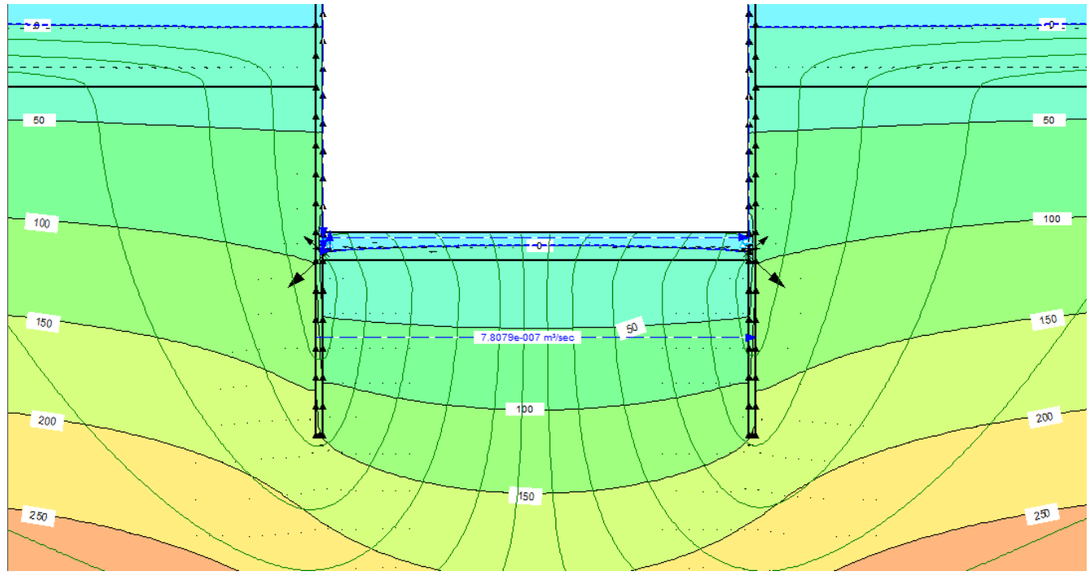


Figura 69. Detalle de las presiones de poro (subpresiones) correspondientes de Manto drenante de 1,5 m de espesor, constituido por material permeable similar al del aluvial cuaternario más granular o grueso (elaboración propia).

3.3.1.6. Conclusiones

De las simulación y construcciones efectuadas se pueden extraer las siguientes conclusiones sobre los posibles sistemas de rebaje freático y drenaje durante la fase de obra:

- A efectos de evaluar posibles sistemas de drenaje y/o rebaje freático, con el fin de reducir la presión de poro a límites tolerables dentro de la seguridad y realizar los trabajos en ausencia de filtraciones, se ha procedido a la construcción de un modelo de flujo bidimensional mediante el módulo SEEP/W del paquete de software geotécnico GEO-SLOPE 2012, que permite la construcción de secciones mediante elementos finitos y la modelización de flujos de agua en ellas, una vez definidos los parámetros hidrogeológicos (permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, etc.) y condiciones de contorno para los distintos materiales. Para ello, se ha construido un perfil transversal a la estructura soterrada, en el entorno del sondeo S-8. Se trata de un perfil idealizado que busca representar las características del citado tramo y que permite estimar los caudales de filtración a través del suelo de la excavación.
- Según las equipotenciales y líneas de flujo obtenidas en régimen permanente para el esquema del vaciado, en ausencia de medidas de drenaje, son de esperar filtraciones a través del suelo (previo a la instalación de la losa inferior) en torno a 7,75E-07 m3/s por m. l. (7,75E-04 L/s ó 66,96 ≈ 67 L/día). Resultan cantidades considerables, a pesar de estar controladas por la permeabilidad vertical del sustrato cretácico, por lo que son de esperar filtraciones de cierta importancia. No obstante, existirá un flujo de agua permanente que habrá que ir desalojando poco a poco.
- Por otra parte, según la distribución de presiones de poro resultantes (en ausencia de medidas de drenaje), en el fondo de la excavación cabría esperar magnitudes en torno a 112,78 KPa.
- A efectos de la comprobación del factor de seguridad frente a la flotación de la estructura proyectada, se ha considerado una subpresión máxima (empuje vertical ascendente) sobre la losa inferior de 50 KPa. De ello se deduce la necesidad de realizar cierto rebaje freático durante las obras.
- La simulación de un sistema de zanjas drenantes (de 1 m de radio) perimetral interior al hueco entre pantallas que, en sección transversal se modelizan al pie de las mismas, es suficiente para reducir la presión de poro por debajo de 50 KPa en el centro de la excavación, si bien no permite realizar un rebaje completo del nivel freático como para ejecutar la obra en seco, por lo que son de esperar caudales de infiltración a través del suelo, entre las zanjas. El caudal específico drenado por cada una de las zanjas se estima en 2,98E-7 m3/s por m. l. (2,98E-4 L/s ó 25,7 L/día); entre ambas, desalojarían un caudal total por m. l. de 5,96E-7 m3/s (5,96E -4 L/s ó 51,5 L/día) Por su parte, el caudal infiltrado a través del suelo de la excavación, al margen de las zanjas se estima en 9,85E-8 m3/s por m. l. (9,85E-5 L/s ó 8,5 L/día).
- En una simulación con una tercera zanja dren adicional en la zona central, el caudal específico drenado por cada una de las zanjas se estima en 2,8E-7 m3/s por m. l. (2,8E-4 L/s ó 24,2 L/día); entre las tres, desalojarían un caudal total por m. l. de 8,4E-7 m3/s (8,4E-4 L/s ó 72,6 L/día) Por su parte, el caudal infiltrado a través del suelo de la excavación entre cada par de zanjas se estima en 7,56E-8 m3/s por m. l. (7,56E-5 L/s ó 6,53 L/día).
- En el caso de un sistema de zanjas drenantes con 5 hileras longitudinales a la estructura, el caudal específico drenado por cada una de las zanjas se estima en 1,48E-7 m3/s por m. l. (1,48E-4 L/s ó 12,8 L/día); entre todas, desalojarían un caudal total por m. l. de 7,4E-7 m3/s (7,4E-4 L/s ó 38,4 L/día). El caudal infiltrado a través del suelo de la excavación entre cada par de zanjas se estima en 8,14E-8 m3/s por m. l. (8,14E-5 L/s ó 7,0 L/día) adicionales.
- El problema de todas las simulaciones efectuadas con zanjas drenantes es el escaso radio del cono de depresión que se crea en torno a cada zanja. No llegan a solaparse lo suficiente como para producir un rebaje freático por debajo de la cota del fondo de la excavación. La geometría de dicho cono (y, por ende, su radio) está controlada por la permeabilidad del medio: permeabilidades altas presentan conos más anchos (mayor radio) y menos profundos; permeabilidades bajas, generan conos más estrechos (menor radio) y más profundos.
- Asimismo, se observa que los caudales filtrados por el suelo entre cada par de zanjas, presentan magnitudes similares, independientemente al número de zanjas, por lo que llega un momento en que el sistema se vuelve ineficaz.
- Se han efectuado también simulaciones de pozos de bombeo al uso, esta vez, en régimen transitorio. La primera de ellas ha correspondido a una sección con dos pozos de bombeo cortos (de 2 metros) junto a las pantallas, con ranuración en el último tramo (tramo entre 1 y 2 m de profundidad). Asimismo, se asume un diámetro de pozo de 200 mm (radio de 100 mm). A los efectos, se ha asumido un caudal de extracción bajo, de 0,5 L/min. En la simulación realizada a las 24 horas de comenzar el bombeo, se hace patente el secado de los pozos por lo que, en un sistema automático, éstos ya habrían dejado de funcionar. Las filtraciones a través del fondo de la excavación presentarían una magnitud de 5,9E-7 m3/s por m. l. (5,9E-4 L/s ó 51 L/día).
- De forma similar a lo que ocurría con las zanjas drenantes, en los pozos de bombeo el problema sigue siendo el escaso radio del cono de depresión que se crea en torno a cada zanja, aún a pesar de la profundidad de los conos asociados a los pozos largos de bombeo. Siguen sin llegar a solaparse lo suficiente como para producir un rebaje freático por debajo de la cota del fondo de la excavación.
- A la vista de estos resultados y buscando un cono de depresión piezométrica con un diámetro más amplio, se ha ejecutado una segunda simulación en régimen transitorio con sendos pozos largos, de 11 m profundidad, en los que se han considerado ranurados los 10 últimos. Se ha asumido un caudal unitario de extracción similar (de 0,5 L/min). El resultado de la simulación muestra que a los 1,8 días ya se ha producido el secado completo de los pozos y que las filtraciones a través del suelo se 3,1E-8 m3/s por m. l. (3,1E-5 L/s ó 2,7 L/día). Dicho caudal se ha reducido sensiblemente con respecto al de los pozos cortos, pero aun no permite trabajar en seco.
- En la última simulación con sistemas de pozos se han contemplado 5 hileras de pozos largos longitudinales a la estructura soterrada (según las especificaciones referidas anteriormente). Los resultados muestran que, a las 12 horas aproximadamente de comenzar el bombeo, se ha producido el secado de los pozos; a las 24 horas, éste ya ha producido el secado del ámbito entre pantallas. Asimismo, se observa que el radio del cono de depresión freática es suficiente para el solape y, por tanto, la eliminación de las filtraciones. Resulta evidente que este sistema, en la última configuración simulada (5 hileras de pozos lardos, de 11 m de profundidad) es eficiente para proceder al rebaje freático necesario para garantizar la ejecución en seco de los trabajos, no obstante, es preciso considerar, al menos cualitativamente, el coste que implica dicho sistema; en este sentido, cabe recordar que se trata de 5 pozos por sección y que cada sección presenta 1 m lineal. Habría que extrapolarlo a toda la longitud de la obra; ello podría llevar a la inoperatividad del sistema.
- De forma alternativa a los dos sistemas de drenaje ya modelizados, se ha procedido a evaluar la efectividad de mantos drenantes de alta permeabilidad, combinados con un sistema de zanjas perimetrales similares a los del primer modelo. Las simulaciones efectuadas corresponden a dos casos: en el primero se ha supuesto un manto drenante de 1 m de espesor, compuesto de un material de permeabilidad similar al de las fracciones más granulares del acuífero aluvial cuaternario. En el segundo, se ha considerado un espesor de 1,5 m. Cualquiera de los dos sistemas de simulados (tanto el de 1 m de espesor como el de 1,5 m), resultan eficaces para el rebaje freático no solo a efectos de reducir la presión de poro a niveles considerados aceptables, dentro de la seguridad, sino también para evitar las filtraciones por completo y proceder con la ejecución en seco de la obra.

3.3.2. Estudio del posible efecto barrera de la estructura soterrada definitiva y posibles medidas de restitución del flujo subterráneo

A efectos de evaluar el posible efecto barrera al flujo subterráneo de la estructura soterrada definitiva, prevista dentro del presente estudio informativo, así como la efectividad de las medidas de restitución de flujo propuestas en cada alternativa estudiada, se ha procedido a construir un modelo matemático de flujo en régimen permanente, a partir de los datos recabados, así como del seguimiento hidrogeológico efectuado durante el último año.

Para ello se ha utilizado el software Visual Modflow 4.2, cuyo motor de cálculo corresponde al código MODFLOW (Mc Donald & Harbaugh) del US Geological Survey. MODFLOW es un código numérico tridimensional de diferencias finitas, ampliamente utilizado a nivel mundial, tanto en geotecnia como en otro tipo de aplicaciones para la simulación del flujo subterráneo en sistemas hidrogeológicos con un mayor o menor grado de complejidad. El código MODFLOW permite la simulación de bordes permeables, impermeables y de nivel constante, de ríos, de pozos de bombeo e inyección, evapotranspiración, recarga, barreras hidráulicas, etc., lo que le permite simular prácticamente cualquier tipo de sistema hidrogeológico por complejo que sea. Posteriormente, se han desarrollado en el mercado científico varios preprocesadores y postprocesadores que facilitan y agilizan tanto la entrada de datos al código numérico, como la salida y representación de los resultados. En este trabajo, se ha utilizado el paquete Processing Modflow (Chiang & Kinzelbach).

Asimismo, se ha empleado el software de interpolación SURFER 9.0 de Golden Software, a efectos de la construcción de las curvas de isoascensos e isodescensos, así como de su exportación georreferenciada a un sistema de información geográfica para ilustrar con más detalle su distribución espacial con respecto al trazado proyectado. Los ascensos y descensos piezométricos ocasionados por el "efecto barrera" de la estructura soterrada al medio subterráneo, se calculan restando a las isopiezas obtenidas en cada escenario simulado, las correspondientes al régimen natural actual, tras la calibración.

3.3.2.1. Construcción de la malla del modelo

Como se ha descrito en apartados anteriores, el medio hidrogeológico afectado por las futuras obras de la estación, se estructura en dos acuíferos de diferentes características hidrogeológicas, diferenciados entre sí:

- **Acuífero cuaternario** de carácter libre y constituido por depósitos de arenas limosas y gravas arenosas, las cuales presentan una permeabilidad media-alta, así como por los depósitos de limos y arcillas asociados al aluvial del río Zadorra, más similares a un acuitardo. Los niveles freáticos se sitúan habitualmente en este nivel, si bien los sondeos han revelado que, en algunas zonas, aparece seco (situándose el nivel freático ya en el sustrato margoso). A la luz de los datos de permeabilidad analizados, y tomando como referencia la *Clasificación de terrenos* incluida en Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega (1983) se podría clasificar como *Acuífero Pobre*, muy próximo a *Buen Acuífero.*
- **Acuífero cretácico** subyacente al nivel aluvial cuaternario anterior, y en conexión hidráulica con él (*EH VITORIA*, 2014), se encuentra integrado por un sustrato de margas y margocalizas de edad cretácica. Su comportamiento resulta, en su mayor parte, confinado (por el acuífero cretácico), si bien en algunas zonas los sondeos han revelado un comportamiento libre. Según los datos de permeabilidad disponibles se clasificaría entre *Acuífero pobre* y *Acuitardo* (*Clasificación de terrenos,* en Custodio, E. & Llamas, R. Ediciones Omega, 1983).

La zona objeto de modelización se enmarca en los siguientes límites hidrogeológicos:

- **Norte**: cauce del río Zadorra, que constituye el nivel de base regional del acuífero cuaternario aluvial, así como de los estratos acuíferos superiores de las margas y calizas cretácicas subyacentes.
- **Oeste**: Cauce de los ríos Ibaia y Fuente de Torroguico.
- **Este**: Cauce del río Alegría y el Canal de la Balsa.
- **Sur**: Relieves situados al sur, coincidentes con el límite aproximado de los afloramientos cuaternarios, según la capa de Masas de Agua Subterránea definidas por la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental y el URA.

En las siguientes figuras se ilustra, por un lado, el ámbito considerado dentro del modelo y la discretización de la malla efectuada de acuerdo con los límites establecidos.

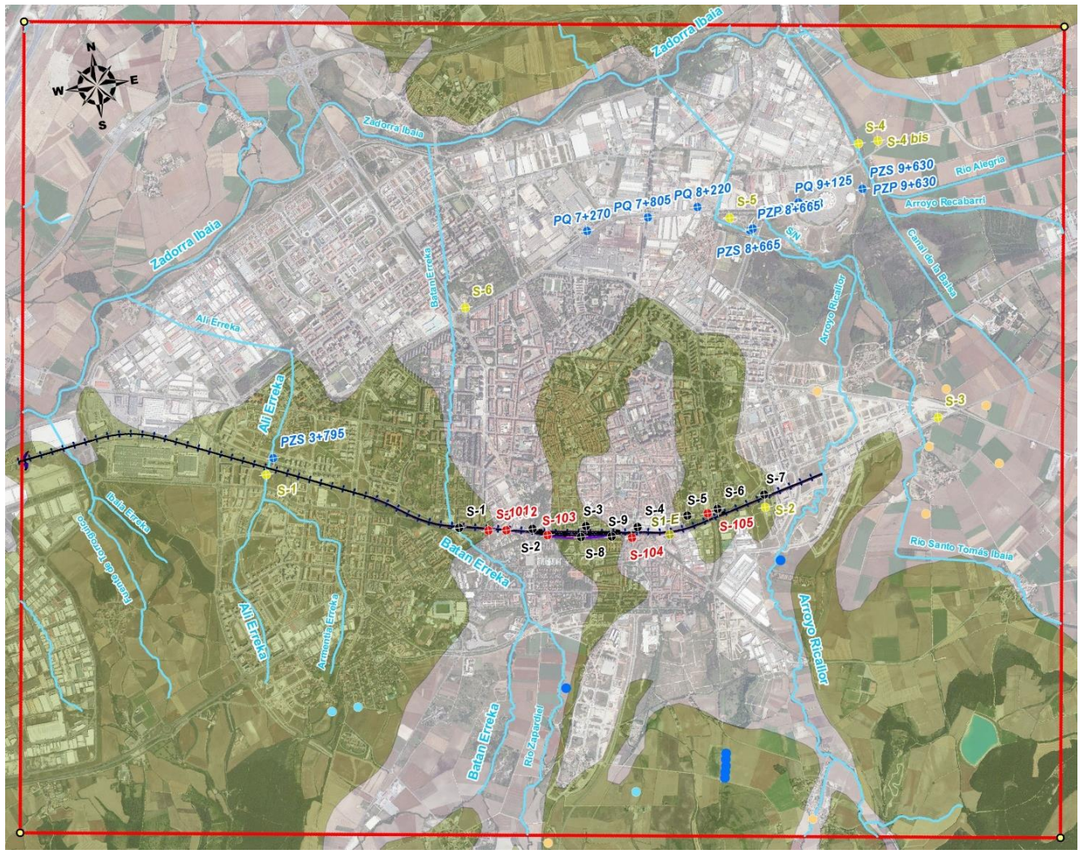


Figura 70. En línea roja se delimita el ámbito considerado para el modelo (elaboración propia).

Se ha procedido a construir una malla de 9000 x 7000 metros, constituida inicialmente por 180 columnas y 140 filas que dan una resolución general de celda de 50 x 50 m (11.200 celdas). Posteriormente, ésta se ha refinado en la zona central, coincidiendo con el tramo soterrado entre pantallas, a celdas de 25 x 25 m. Los elementos rectangulares intermedios presentan celdas de áreas 25 x 50 m.

A efectos de modelizar el escalonamiento de las pantallas proyectadas, se han establecido cinco (5) capas dentro de la malla, a saber:

- *Capa 1 (más superficial)*: *Acuífero Aluvial Cuaternario*. Su límite superior lo constituye la superficie del terreno; su límite inferior, el contacto con el sustrato margoso cretácico, según la cota hallada en las prospecciones de referencia. A falta de otros datos, en la zona del río Zadorra se ha supuesto un espesor saturado máximo de 10 m; en los afluentes de éste, dicho espesor se estima entre 7 y 3 m, según los casos.
- *Capa 2*: *Acuitardo Cretácico*. Su límite superior lo constituye el contacto con el sustrato margoso cretácico, según la cota hallada en las prospecciones de referencia; su límite inferior, la cota de empotramiento de las pantallas más cortas, 511 m.s.n.m., que corresponde a la profundidad de 15 m desde la cota de referencia de las obras (526 m.s.n.m.), en la zona del soterramiento. En la zona de Salburúa, la cota de referencia se ha estimado a partir de la cota media topográfica de los sondeos del *EH VITORIA* (2014), 512 m.s.n.m.; esto sitúa el límite de la capa en este sector a una cota de 497 m.s.n.m.
- *Capa 3*: *Acuitardo Cretácico*. Su límite inferior, viene definido por la cota de empotramiento de las pantallas intermedias, 506 m.s.n.m., que corresponde a una profundidad de 20 m desde la cota de referencia de las obras (526 m.s.n.m.), en la zona del soterramiento. En la zona de Salburúa, considerando la cota de referencia de 512 m.s.n.m., el límite inferior de la capa se sitúa a una cota de 492 m.s.n.m.
- *Capa 4*: *Acuitardo Cretácico*. Su límite inferior, viene definido por la cota de empotramiento de las pantallas más profundas, 496 m.s.n.m., que corresponde a una profundidad de 30 m desde la cota de referencia de las obras (526 m.s.n.m.), en la zona del soterramiento. En la zona de Salburúa, considerando la cota de referencia de 512 m.s.n.m., el límite inferior de la capa se sitúa a una cota de 482 m.s.n.m.
- *Capa 5 (más profunda)*: *Acuitardo Cretácico*. A efectos de considerar una zona de posible restitución de flujo bajo la estructura, se ha contemplado en esta quinta capa cierta extensión acuífera por debajo de las pantallas. El límite inferior de la misma se ha fijado a 60 m de profundidad desde la cota de referencia de las obras (526 m.s.n.m.), en la zona del soterramiento, 466 m.s.n.m. En el área de Salburúa, según la cota media topográfica de los sondeos del *EH VITORIA* (2014) de la zona (512 m.s.n.m.), el límite inferior se encuentra en torno a la cota 452 m.s.n.m.

Según los límites hidrogeológicos anteriores, se han definidos como un sector inactivo al flujo subterráneo todas aquellas celdas en la margen derecha del río Zadorra, puesto que éste constituye el área de descarga regional del medio acuífero en el entorno urbano de Vitoria.

3.3.2.2. Definición de parámetros hidrogeológicos y condiciones de contorno

En los siguientes apartados se procede a detallar la parametrización de las características hidrogeológicas de los acuíferos considerados y las condiciones de contorno definidas en cada una de las celdas del modelo. Para ello, se han contado tanto con los datos recopilados de los estudios previamente realizados, entre los que cabe destacar un Estudio Hidrogeológico específico en 2014.

Permeabilidad y Transmisividad

Por lo que respecta a los valores de permeabilidad y transmisividad del sustrato cretácico, se han utilizado esencialmente los valores obtenidos en los ensayos puntuales de permeabilidad y el bombeo de ensayo referidos en el apdo. 3.2.1.2. En cuanto a las permeabilidades, es preciso mencionar la discrepancia de casi dos órdenes de magnitud entre los valores medios (logarítmicos) obtenidos la campaña de 2018 (5.37E-08 m/s) y los obtenidos en el *EH VITORIA (2014)* (2.55E-06 m/s). No obstante, cabe, pues, la posibilidad de que exista cierta variación espacial en la horizontal dentro de dicho sustrato.

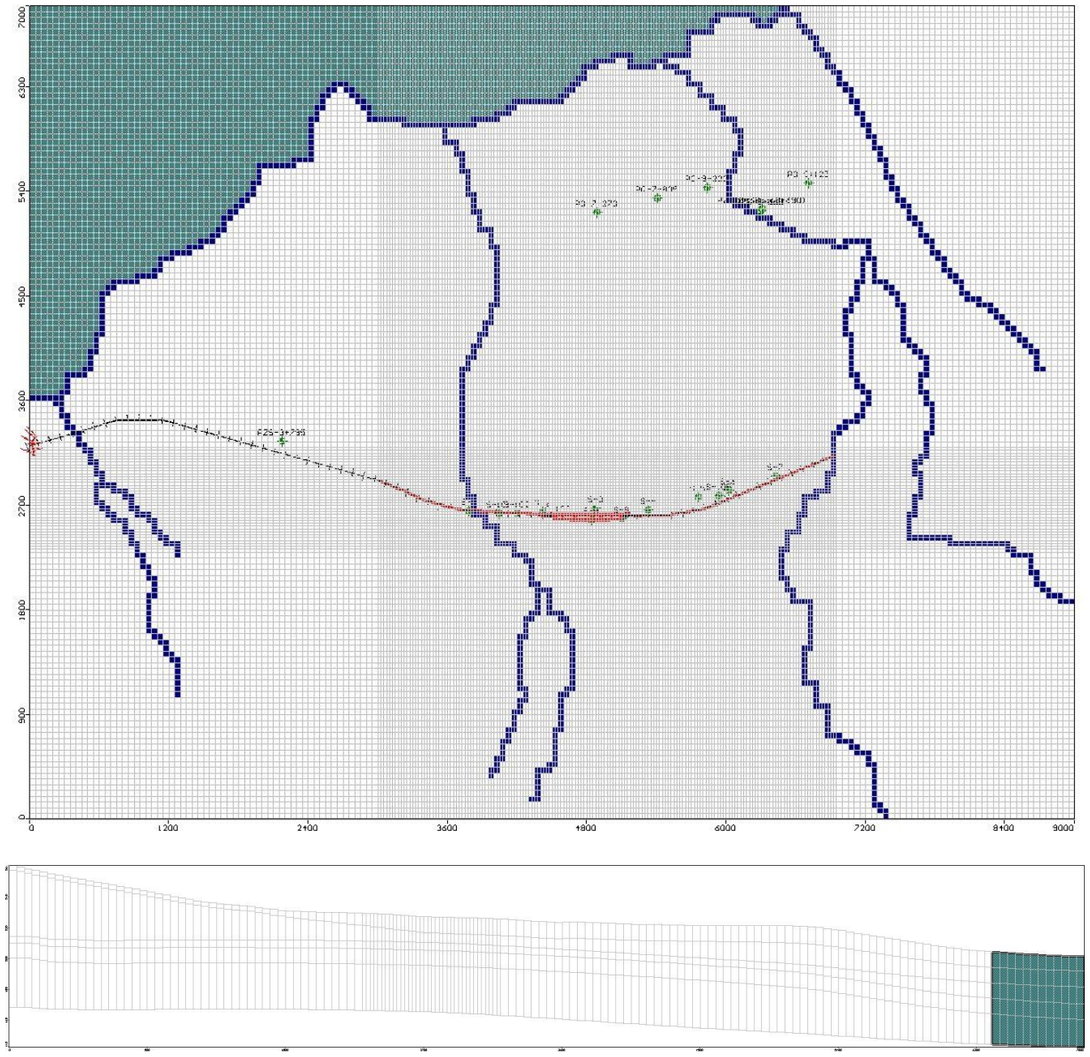


Figura 71. Discretización de la zona de estudio realizada dentro del modelo (elaboración propia).

El Bombeo de Ensayo de larga duración llevado a cabo dentro del *EH VITORIA (2014),* según se aplique uno u otro método de interpretación, arroja igualmente valores dispares, en el mismo rango de magnitudes (entre 1.18E-06 m/s por Theis en la fase de bombeo y 3.5E-08 m/s en la fase de recuperación).

Respecto a la transmisividad, los únicos datos disponibles proceden del citado bombeo de ensayo llevado a cabo en el marco del *EH VITORIA (2014),* cuyos resultados nuevamente se hacen eco de las discrepancias en la permeabilidad ya mencionadas. Así pues, se consideran valores que oscilan entre 1,18 m^2/día (en fase de recuperación) y 3,83 m^2/día en fase de bombeo (interpretación según Theis).

En cuanto al acuífero aluvial, y a para estar del lado de la seguridad, se han adoptado los valores de permeabilidad determinados para la fracción más granular (arenas limosas y gravas arenosas), que ofrecen los valores más altos.

En este sentido, los diversos valores determinados, a través de las diversas técnicas, oscilan entre los 1.0E-07 - 7.0E-07 m/s de las fracciones más finas y los 5.0E-05 - 9.0E-05 m/s de las más gruesas. En este último orden de magnitud están los resultados de los dos ensayos puntuales de permeabilidad practicados en el EH VITORIA (2014): 4.74E-05 y 2.45E-04 m/s.

Partiendo de los valores de permeabilidad anteriores, se ha ajustado la permeabilidad horizontal de las distintas zonas del modelo durante la calibración del mismo. Se ha ido aumentando progresivamente la permeabilidad horizontal de las distintas zonas desde los valores más bajos (partiendo de 1,0E-07 m/s para el sustrato y 1,0E-05 m/s para el aluvial), dentro del margen dado por los datos, hasta obtener una distribución piezométrica lo más ajusta posible a la observada. En las siguientes figuras se representa la distribución de permeabilidades horizontales ajustada durante la calibración del modelo y que mejor reproduce, junto al resto de parámetros hidrogeológicos calibrados, la distribución piezométrica observada.

	Zone	Kx [m/s]	Ky [m/s]	Kz [m/s]	Active	Distribution Array
	1	8E-5	8E-5	4E-5	☑	☐
	2	6E-6	6E-6	3E-6	☑	☐
▶	3	0.0007	0.0007	0.00035	☑	☐

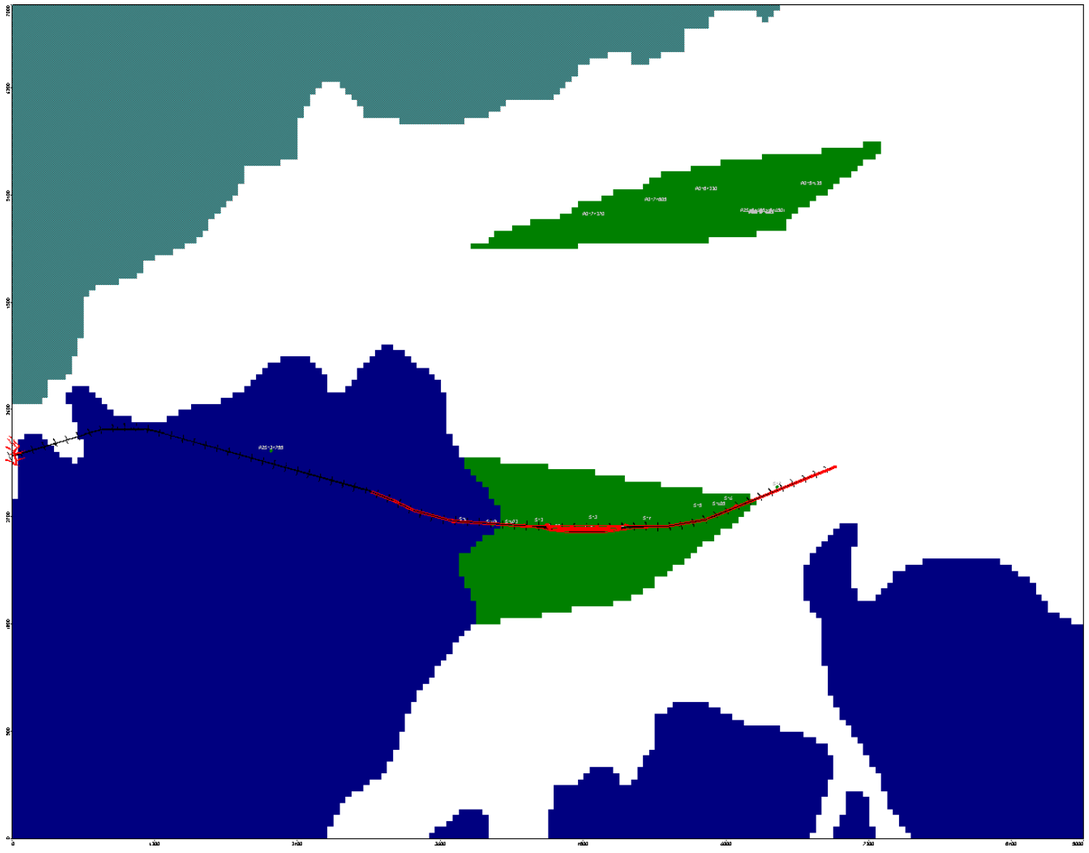


Figura 72. Arriba, tabla con la relación de permeabilidades utilizadas en el modelo. Abajo, discretización de la permeabilidad en la capa 1 del modelo (elaboración propia).

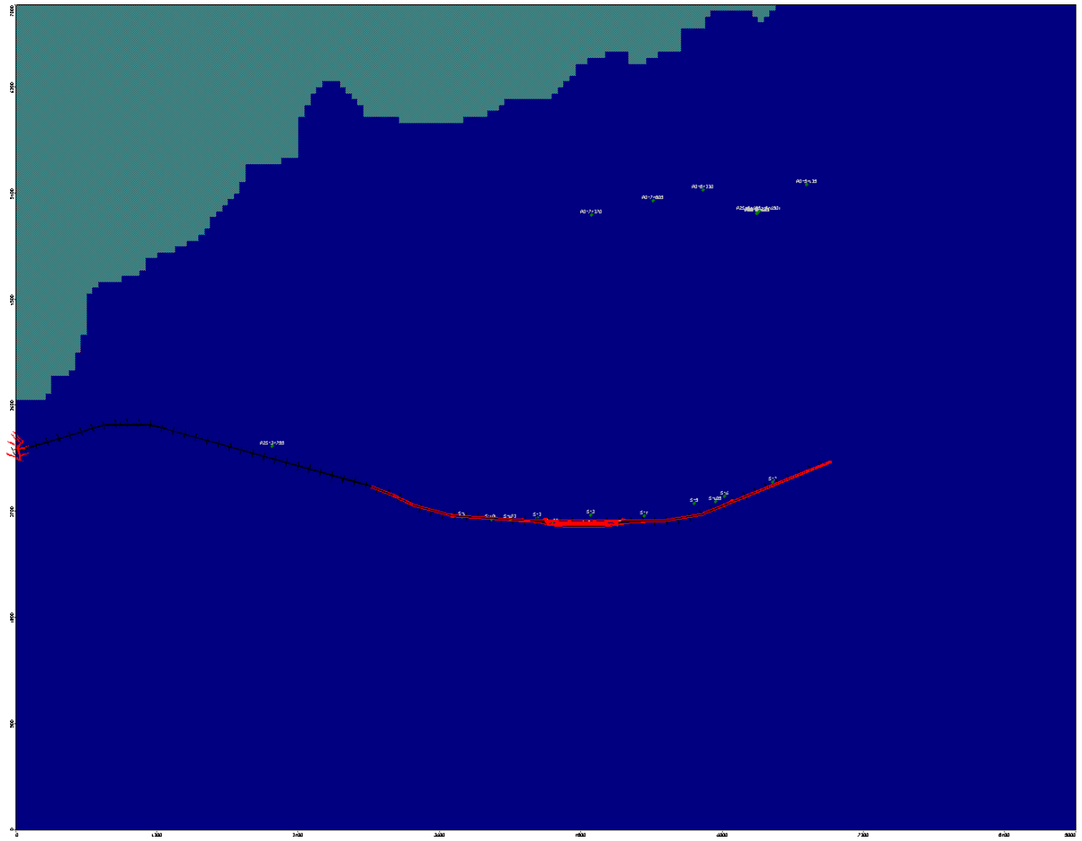
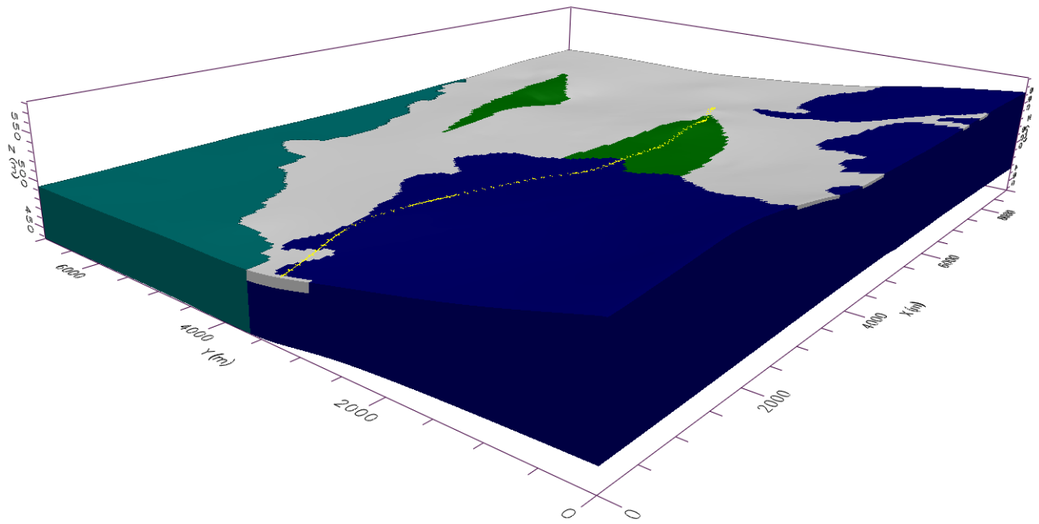


Figura 73. Discretización de la permeabilidad en las capas 2, 3, 4 y 5 del modelo (elaboración propia).

Como puede observarse en ellas, finalmente se ha asignado un valor común para todas las celdas de las capas 2, 3, 4 y 5 (correspondientes enteramente al sustrato margoso) de 6,0E-06 m/s. Por lo que respecta a la capa 1 (aluvial) y dado que los depósitos aluviales no son continuos, a fin de simular los afloramientos de las margas cretácicas entre ellos se han definido al Oeste, Sur y Suroeste algunas zonas a las que se le ha asignado la misma permeabilidad horizontal que las capas anteriores: 6,0E-06 m/s. A los depósitos aluviales, por su parte, se les ha asignado una permeabilidad horizontal tras calibración de 8,0E-05 m/s, si bien se han deducido ciertas áreas de mayor permeabilidad, al menos, en las zonas donde se encuentran algunos de los puntos de control, con K = 7,0E-04 m/s.

En todos los casos, se ha supuesto un ratio Kv/Kh = 0,5; es decir, en cada caso se ha supuesto que la permeabilidad vertical es la mitad que la horizontal.



Property #	Visible	Color	Kx	Ky	Kz
1	☑	...	8E-5	8E-5	4E-5
2	☑	...	6E-6	6E-6	3E-6
3	☑	...	0.0007	0.0007	0.00035

Figura 74. Discretización tridimensional de la permeabilidad en el modelo (elaboración propia).

Porosidades y Coeficiente de almacenamiento

Según las estimaciones analíticas efectuadas sobre los materiales aluviales más gruesos, se deduce una porosidad total para ellos de en torno al 0,26 (26%). Los datos disponibles no han permitido estimar la porosidad eficaz correspondiente. Tras calibración se ha asumido un valor para la porosidad total de 0,2; en el caso de la porosidad total, se ha asumido la mitad del valor anterior.

Por su parte, de los ensayos de densidad efectuados en el sustrato margoso se estima una porosidad total en torno a 0,02 (2%), entre 0,008 y 0,04. Tras calibración se ha asumido un valor de 0,02 para la porosidad total; a falta de estimaciones para la efectiva, se ha asumido igualmente la mitad del valor anterior.

Si bien en la modelización en régimen permanente no se precisa la definición del coeficiente de almacenamiento, el ensayo de bombeo efectuado en sustrato margoso ha permitido obtener un valor aproximado para el mismo en torno a 0,0004. A falta de datos concretos u otras estimaciones, se ha supuesto un valor para el aluvial dos órdenes de magnitud superior.

	Zone	Ss [1/m]	Sy []	Eff. Por. []	Tot. Por. []	Active	Distribution Array
	1	0.04	0.1	0.1	0.2	☑	☐
▶	2	0.0004	0.01	0.01	0.02	☑	☐

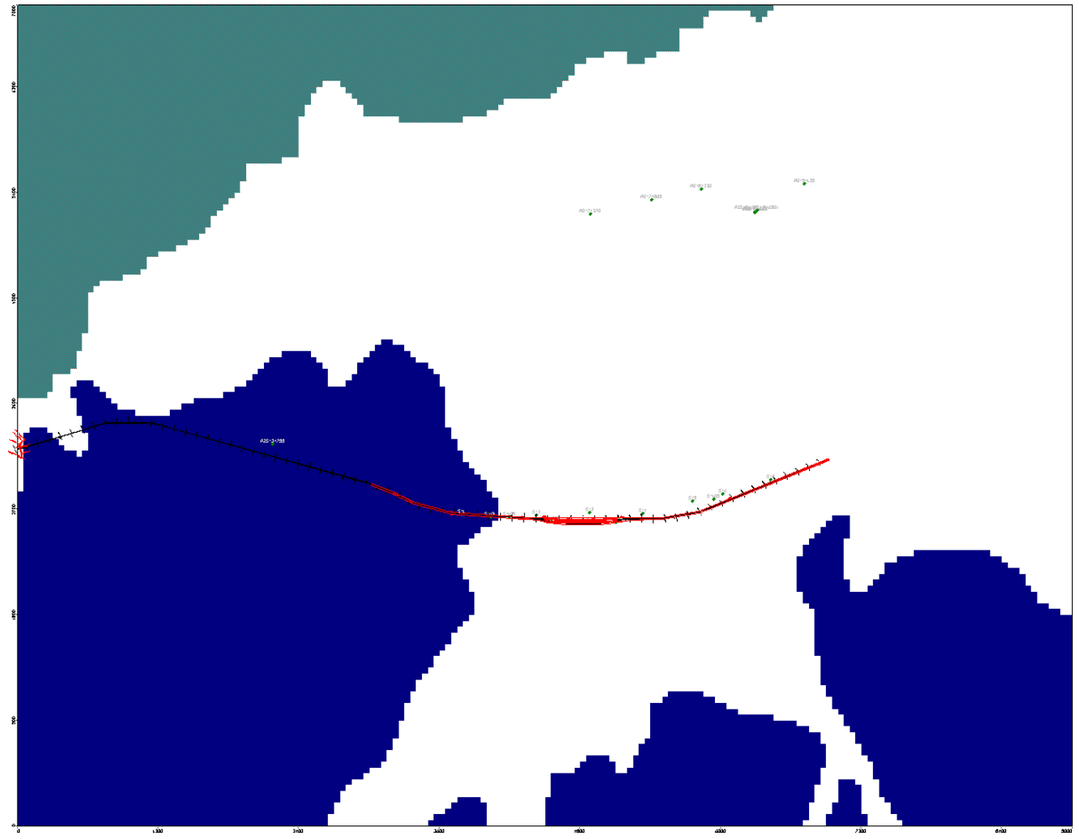
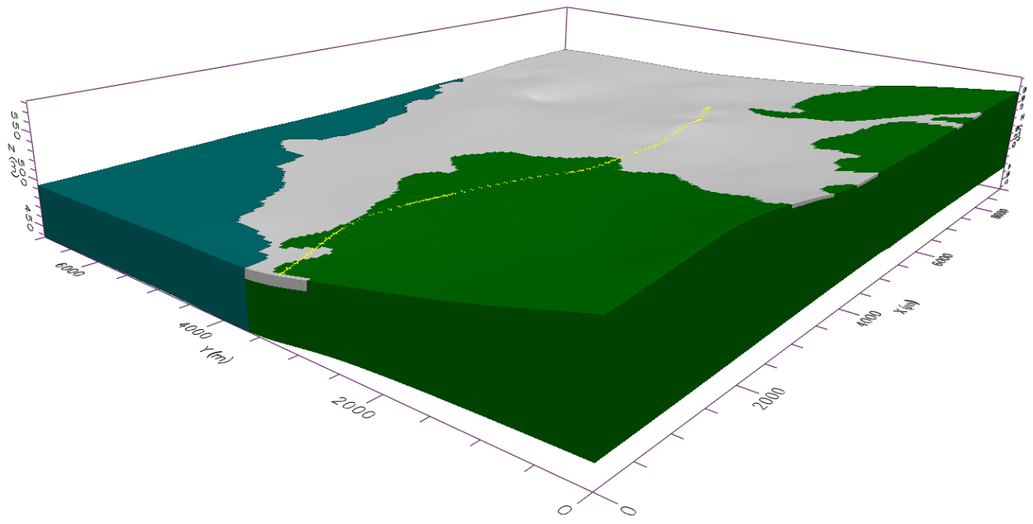


Figura 75. Arriba, tabla con la relación de porosidades y coeficientes de almacenamiento utilizados en el modelo. Abajo, discretización de las porosidades y coeficientes de almacenamiento en la capa 1 del modelo (elaboración propia).



Property #	Visible	Color	Ss	Sy	Eff.porosity	Total porosity
1	☑	...	0.04	0.1	0.1	0.2
2	☑	...	0.0004	0.01	0.01	0.02

Figura 76. Discretización tridimensional de las porosidades y coeficientes de almacenamiento del modelo (elaboración propia).

Niveles piezométricos (Hipótesis de aguas altas)

Dado que el año hidrológico 2017-2018 no se ha caracterizado precisamente por la abundancia de sus precipitaciones, especialmente en su segunda mitad (verano y otoño de 2018) de cara al ajuste y calibración del modelo se ha optado por realizar directamente una estimación de aguas altas.

Para ello, en los puntos de observación se ha procedido a determinar una cota piezométrica 2 metros superior a la correspondiente de la campaña de medidas del 22/08/2018 (ver apdo. 3.2.6.). Asimismo, se han supuesto todos los piezómetros ranurados en toda su longitud salvo los 2 metros superiores (sello sanitario). En la siguiente tabla se resumen los datos utilizados en el modelo para los puntos de observación.

SONDEO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	SCREEN id	SCREEN m	N. F. (22/08/2018)	Head MODELO
S-1	525722.49	4743435.46	520.00	1.00	518.00	511.41	**513.41**
S-2	526349.94	4743335.32	523.60	2.00	521.60	519.31	**521.31**
S-3	526809.4	4743291.85	526.69	3.00	524.69	519.94	**521.94**
S-4	527251.33	4743217.37	530.69	4.00	528.69	524.82	**526.82**
S-5	527690.59	4743255.93	528.33	5.00	526.33	522.72	**524.72**
S-6	527956.11	4743276.04	523.29	6.00	521.29	518.63	**520.63**
S-7	528375	4743340	529.79	7.00	527.79	525.10	**527.10**
S-8	526752.48	4743203.82	525.57	8.00	523.57	520.71	**522.71**
S-9	527015.41	4743172.52	526.97	9.00	524.97	522.47	**524.47**
S-101	525971	4743375	522.00	10.00	520.00	516.20	**518.20**
S-102	526124	4743354	523.00	11.00	521.00	515.95	**517.95**
S-103	526470	4743261	527.00	12.00	525.00	521.40	**523.40**
S-105	527869	4743248	524.00	13.00	522.00	521.10	**523.10**
PZS-3+795	524217.72	4744264.51	516.10	14.00	514.10	511.90	**513.90**
PQ-7+270	527188.2	4745809.4	513.50	15.00	511.50	508.670	**510.67**
PQ-7+805	527723.9	4745852	511.70	16.00	509.70	508.60	**510.60**
PQ-8+220	528161.5	4745878.8	510.50	17.00	508.50	507.86	**509.86**
PZS-8+665	528582.7	4745613.8	511.10	18.00	509.10	508.485	**510.49**
PZP-8+665	528581.3	4745615.1	511.00	19.00	509.00	507.46	**509.46**
PZS-8+688 (8+690)	528605	4745628	512.10	20.00	510.10	508.17	**510.17**
PQ-9+125	529033.4	4745791.8	513.20	21.00	511.20	509.23	**511.23**

Junto con las observaciones de referencia en los puntos anteriores, se han utilizado también (como ya se mencionaba en el apdo. 3.2.7.) las cotas topográficas de los ríos Zadorra, Sto. Tomás, Ibaia, Alegría, Canal de la Balsa, Arroyo del Batán, Fuente Torroguico, Ricallor y Zapardiel, obtenidas a partir de las hojas LIDAR 112 y 138 del Modelo Digital de Elevaciones 5 x 5 m elaborado por el CNIG.

El resultado se muestra en la siguiente figura. Cabe mencionar que la equipotenciales así determinadas se han extendido a las 5 capas del modelo, a fin de establecer un flujo horizontal.

Como puede apreciarse en ella, en la primera capa se aprecian zonas de celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco.

En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

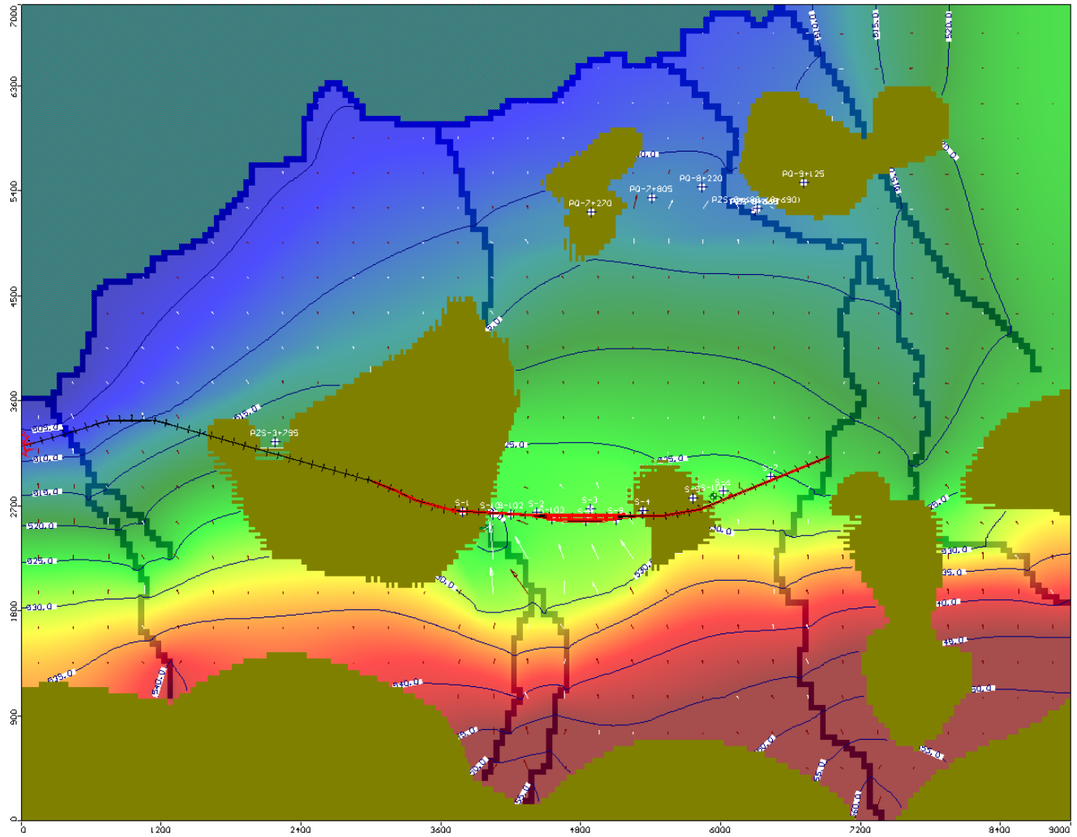


Figura 77. Mapa de isopiezas general construido en el modelo (elaboración propia).

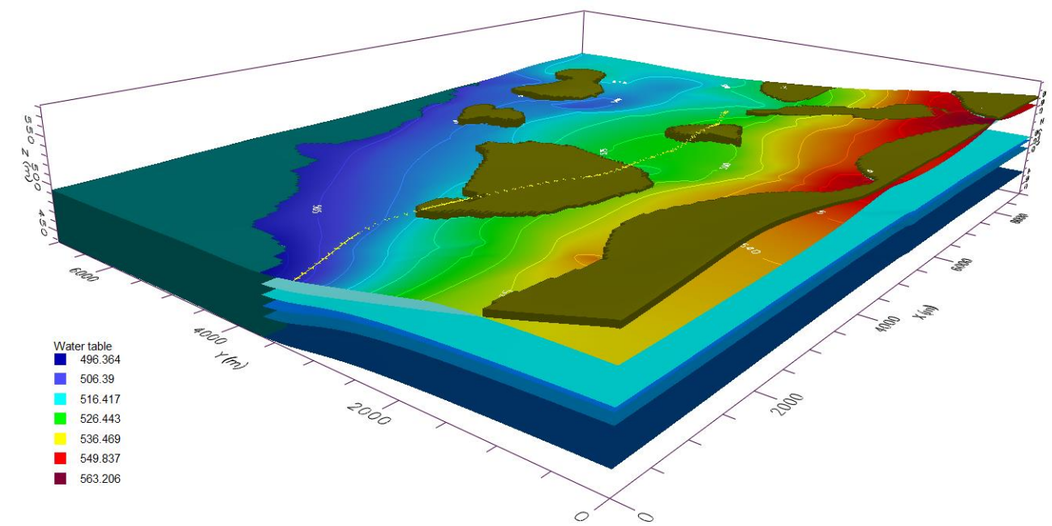


Figura 78. Mapa de isopiezas tridimensional obtenido en el modelo (elaboración propia).

Recargas

Se trata de un valor difícil de medir y normalmente es objeto de calibración en la realización de un modelo. En la zona de estudio, la recarga procede principalmente de la infiltración del agua de lluvia. A falta de información al respecto, no ha sido posible evaluar las posibles pérdidas de la red de abastecimiento y/o saneamiento si bien se ha efectuado una estimación en las recargas, como se verá a continuación.

Se han establecido tres zonas de recarga fija asociadas a la primera capa del modelo (no son de aplicación a las restantes capas, la recarga de éstas se realiza desde la primera):

- *Zona de recarga en ambiente rural*: dependiente únicamente de las características del terreno, sin superficies que impidan la percolación. La totalidad de la superficie de la celda resulta hábil para la infiltración. Para su evaluación se ha efectuado un balance hidrometeorológico a partir de los datos recabados en la estación meteorológica ***Arkauti***, de la ***Red de Euskalmet*** (ver apdo. 3.2.6.). A continuación, se presentan los comentarios sobre la metodología y consideraciones que se han empleado en dicho balance. Tras calibración, se ha asignado un valor de 200 mm/año a las celdas de esta categoría.
- *Zona de recarga en ambiente ajardinado*: similar a la anterior, pero considerando parte de la superficie no habilitada para la infiltración (a efectos de considerar pavimentaciones de las zonas ajardinadas que impiden la percolación del agua en el terreno). En este sentido, se ha supuesto que la mitad de la superficie de cada celda resulta inhábil para dicho propósito, por lo que el valor de la recarga sería la mitad del asignado en la categoría anterior. De esta forma y tras calibración, se ha asignado un valor de 100 mm/año a las celdas de esta categoría.
- *Zona de recarga en ambiente urbano*: se asume que la superficie está completamente pavimentada y que no permite la infiltración de las precipitaciones que caigan sobre las celdas así definidas. El valor asignado a las mismas, corresponde únicamente a la estimación efectuada sobre las pérdidas de las redes de abastecimiento y saneamiento. Se ha considerado razonable asignar un valor de 50 mm/año a las celdas de esta categoría.

Según los datos diarios y mensuales de precipitación y temperatura de la estación meteorológica ***Arkauti*** (*Red de Euskalmet*), cuyos registros completos se incluyen en el Apéndice 12), en las siguientes tablas se resume el balance hidrometeorológico llevado a cabo.

CARACTERISTICAS DEL SUELO	
Cap. Campo (contenido volumétrico)	**0.25**
Humedad Inicial (contenido volumétrico)	**0.25**
Espesor radicular suelo (m)	**1**
Punto de Marchitez (contenido volumétrico)	**0.10**
Valor de laminación (mm)	**200**
Reserva Útil (mm)	*45.00*
Reserva Inicial (mm)	*45.00*

RESUMEN MENSUAL DE LOS DATOS DE LA ESTACIÓN ARKAUTI (EUSKALMET)			BALANCE HIDROMETEOROLÓGICO					
FECHA	PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)	Tª MEDIA MENSUAL (ºC)	ETP (mm/mes)	AR	RU	ETR	DEF. / EXCED.	RECARGA
					45			
oct.-17	25.70	13.74	57.22	-31.52	13.5	57.22	0.0	**0.0**
nov.-17	65.50	7.04	23.32	42.18	45.0	23.32	10.7	**10.7**
dic.-17	110.40	4.72	17.02	93.38	45.0	17.02	93.4	**93.4**
ene.-18	111.80	5.62	22.60	89.20	45.0	22.60	89.2	**89.2**
feb.-18	70.80	3.41	13.20	57.60	45.0	13.20	57.6	**57.6**
mar.-18	86.90	7.05	34.10	52.80	45.0	34.10	52.8	**52.8**
abr.-18	95.30	11.30	63.87	31.43	45.0	63.87	31.4	**31.4**
may.-18	55.50	12.01	65.04	-9.54	35.5	65.04	0.0	**0.0**
jun.-18	47.00	16.51	87.23	-40.23	0.0	82.46	-4.8	**0.0**
jul.-18	65.70	19.30	100.71	-35.01	0.0	65.70	-35.0	**0.0**
ago.-18	3.90	18.93	85.74	-81.84	0.0	3.90	-81.8	**0.0**
sep.-18	22.80	17.95	78.61	-55.81	0.0	22.80	-55.8	**0.0**
oct.-18	47.90	11.86	71.49	-23.59	0.0	47.90	-23.6	**0.0**
nov.-18	60.80	9.05	57.41	3.39	3.4	57.41	0.0	**0.0**
dic.-18	21.20	6.72	57.02	-35.82	0.0	24.59	-32.4	**0.0**
ene.-19	145.60	3.85	40.37	105.23	45.0	40.37	60.2	**60.2**
feb.-19	35.10	6.62	66.72	-31.62	13.4	66.72	0.0	**0.0**
mar.-19	21.40	8.20	77.99	-56.59	0.0	34.78	-43.2	**0.0**
							TOTAL	**395.3**

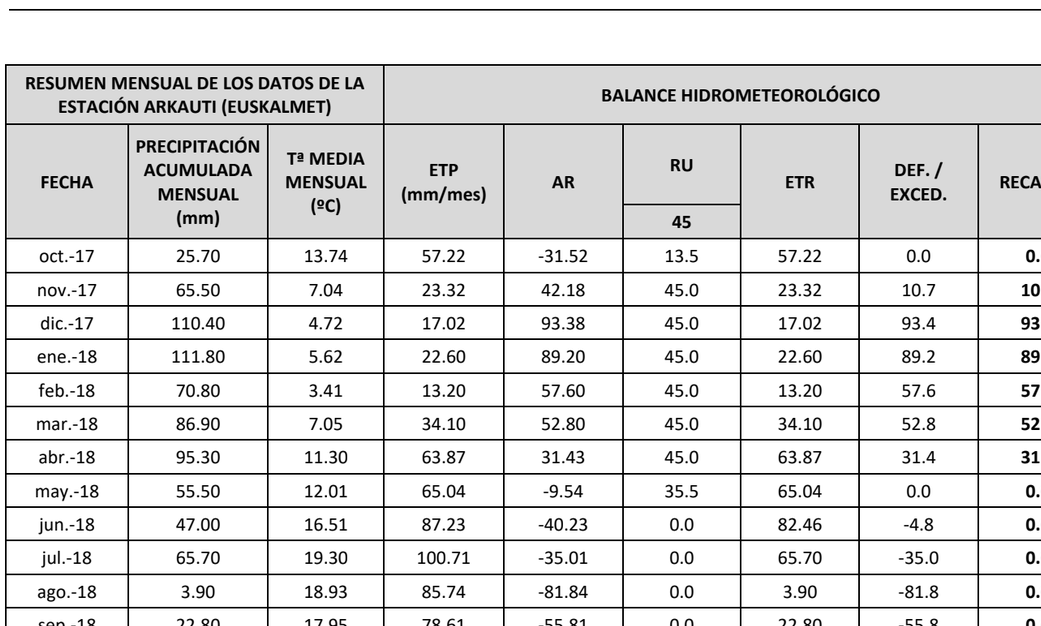


Figura 79. Gráfico del Balance Hidrometeorológico realizado (elaboración propia).

A partir del análisis, puede observarse que la recarga acumulada en los meses de aguas altas (mayor precipitación) de 2018 se cifra en 324,4 mm. Una cifra del mismo orden de magnitud, 300 mm/año, se ha asignado en primera instancia a las celdas correspondientes a las *Zona de recarga en ambiente rural.* Coherentemente, se ha asignado un valor inicial de 150 mm/año a las celdas correspondientes a *Zona de recarga en ambiente ajardinado.*

La calibración del modelo ha exigido rebajar las cifras inicialmente establecidas inicialmente, de forma, sensible. Finalmente se han establecido valores de recarga para las distintas zonas de 200 mm/año para la *Zona de recarga en ambiente rural*, 100 mm/año para la *Zona de recarga en ambiente ajardinado* y 50 mm/año para la *Zona de recarga en ambiente urbano.* Estos valores de recarga finales se consideran razonables para una precipitación media anual en torno a 1000-1200 mm/año mm. En la siguiente figura se ilustra la distribución de dichas zonas en el modelo. Dicha distribución se ha obtenido mediante las ortofotografías de máxima actualidad (2017) correspondientes a las hojas 112 y 138 del CNIG.

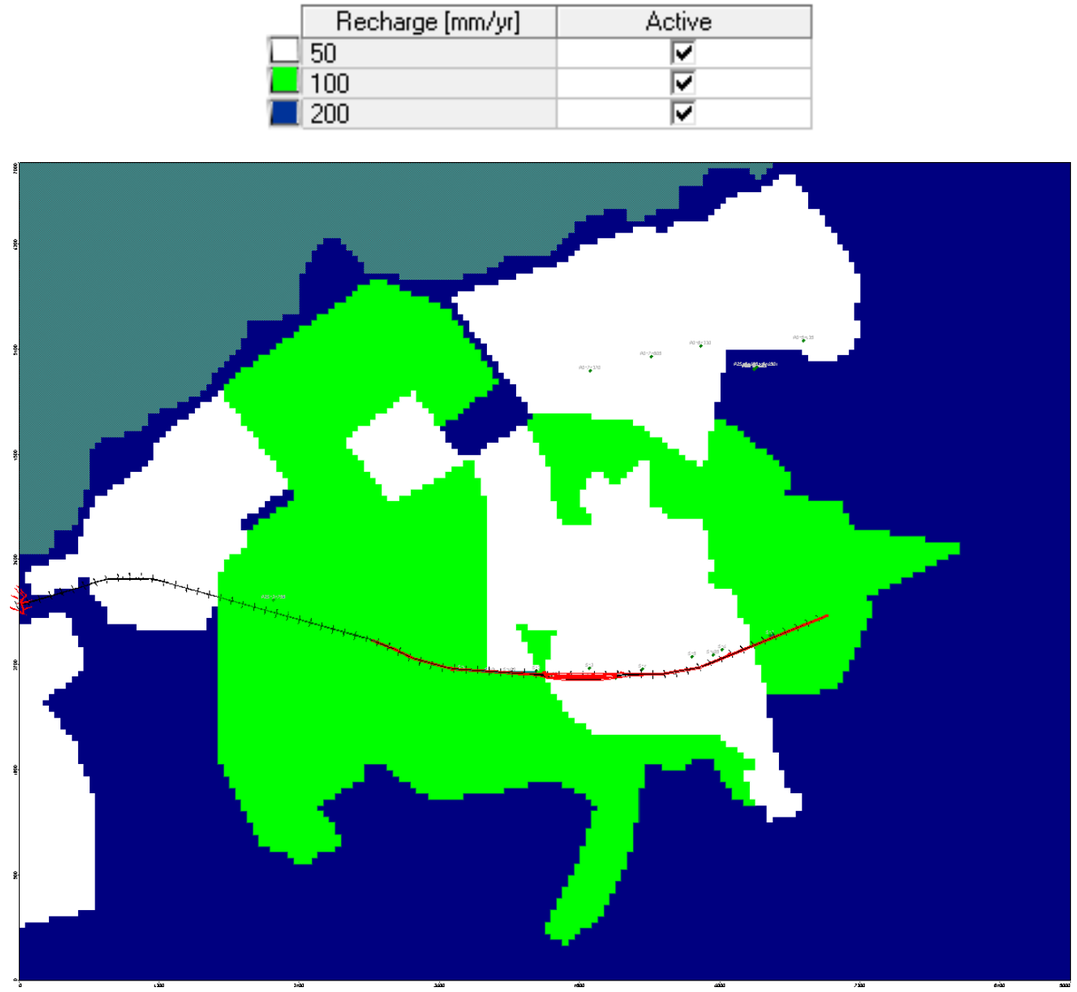


Figura 80. Arriba, tabla con la relación de valores de recarga utilizados en el modelo. Abajo, discretización de las distintas zonas de recarga en la capa 1 del modelo (elaboración propia).

Descargas

Se ha considerado como zonas de descarga en el modelo la totalidad de la red hidrográfica superficial, haciendo distinción entre el cauce principal del río Zadorra (zona de descarga fundamental de los acuíferos que condiciona la piezometría de la región) y los cursos de los tributarios a éste (Sto. Tomás, Ibaia, Alegría, Canal de la Balsa, Arroyo del Batán, Fuente Torroguico, Ricallor y Zapardiel). Cabe mencionar que no se ha incluido como tal el complejo lagunar de Salburúa, a la vista de la información aportada por el EH VITORIA (2014), según la cual su régimen obedece a la regulación de los cauces del canal de la balsa y el río Alegría frente a las avenidas, más que a la variación piezométrica.

En este sentido, se ha parametrizado el cauce del río Zadorra de la siguiente forma:

CAUCE	RIVER STAGE (msnm)	RIVER BOTTOM (msnm)	RIVER THICKNESS (m)	RIVERBED Kz (m/s)	RIVERWIDTH (m)
Río Zadorra	508,3 – 501,3	506,3 – 499,3	0,5	0,0001	15
Canal de La Balsa – Río Alegría	521,4 – 508,3	520,4 – 506,3	0,25	0,0001	2
Fte. Torroguico	545,0 – 513,9	544,0 - 512,9	0,25	0,0001	2
Río Ibaia	523,5 – 501,45	522,5 – 500,45	0,25	0,0001	2
Río Zapardiel	557,3 – 529,5	556,3 -528,5	0,25	0,0001	2
Ayo. Batán	553,3 – 505,55	553,3 -504,55	0,25	0,0001	2
Río Sto. Tomás	540,4 – 507,4	539,4 -506,4	0,25	0,0001	2
Ayo. Ricallor	564,9 – 513,6	564,9 -512,6	0,25	0,0001	2

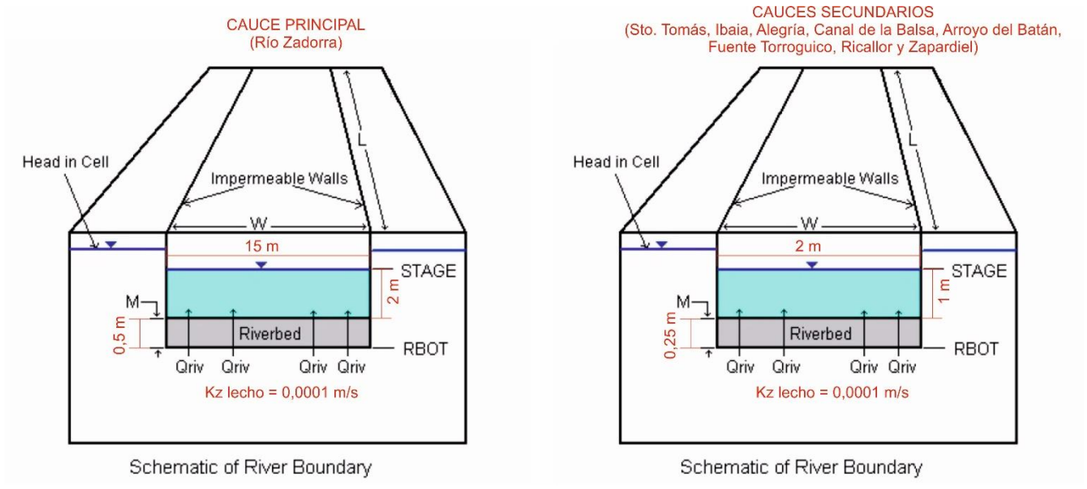


Figura 81. Definición del comportamiento hidrogeológico de las distintas capas en el modelo (elaboración propia a partir del esquema original en "Visual MODFLOW v.4.2 User's Manual", Waterloo Hydrogeologic Inc).

Tipología de los acuíferos

Coherentemente con el modelo conceptual hidrogeológico, se ha establecido como libre la capa 1 del modelo, correspondiente al acuífero aluvial cuaternario. Las restantes capas, se han definido inicialmente como confinadas, con posibilidad de comportamiento libre, si la evolución del modelo así lo requiere. En la siguiente tabla se ilustran estas condiciones de contorno.

Layer	LAYCON	Interblock transmissivity	Layer type
1	01	00:Harmonic mean	1:Unconfined
2	03	00:Harmonic mean	3:Confined/Unconfined, variable S, T
3	03	00:Harmonic mean	3:Confined/Unconfined, variable S, T
4	03	00:Harmonic mean	3:Confined/Unconfined, variable S, T
5	03	00:Harmonic mean	3:Confined/Unconfined, variable S, T

Barrera al flujo horizontal

En proyecto se han definido 5 profundidades distintas para las pantallas (independientemente de la alternativa de ejecución de las mismas), entre 15 m de empotramiento y 30 m. Las cotas correspondientes se han calculado a partir de la cota topográfica de referencia tras las obras, también definida en el proyecto, 526 m.s.n.m.

La modelización de estas pantallas, que constituye una barrera al flujo subterráneo (sin contemplar inicialmente medidas de restitución de flujo), se ha llevado a cabo mediante una discretización simplificada del diseño de proyecto en tres niveles de gradación, según la siguiente equivalencia. En la figura siguiente se ilustra gráficamente la equivalencia entre las pantallas proyectadas y las modelizadas.

EN PROYECTO			MODELO			
PROF. PANTALLA (m)	COTA (msnm)	TRAMO	PROF. PANTALLA (m)	COTA (msnm)	TRAMO	CAPAS
15 m	511 msnm	PPKK 3+260 – 3+400, PPKK 6+925 – 7+080	15 m	511 msnm	PPKK 3+260 – 3+400, PPKK 6+925 – 7+080	Capas 1 y 2
18 m	508 msnm	PPKK 3+400 – 3+620, PPKK 6+820 – 6+925	20 m	506 msnm	PPKK 3+400 – 4+400, PPKK 6+700 – 6+925	Capas 1, 2 y 3
20 m	506 msnm	PPKK 3+620 – 4+400, PPKK 6+700 – 6+820				
26 m	500 msnm	PPKK 4+400 – 4+600, PPKK 5+980 – 6+700	30 m	496 msnm	PPKK 4+400 – 6+700	Capas 1, 2, 3 y 4
30 m	496 msnm	PPKK 4+600 – 5+980				

La simulación de la estructura se ha realizado mediante celdas inactivas en las capas correspondientes, según lo indicado anteriormente. En la figura que se muestra a continuación, se presenta el detalle de la misma en planta y perfil.

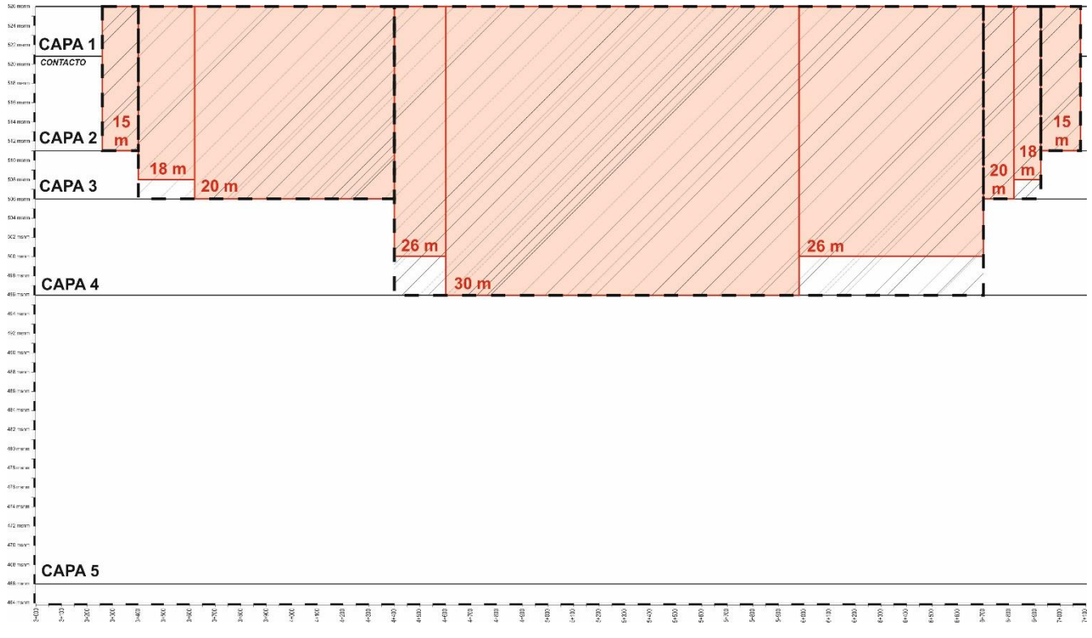


Figura 82. Discretización de las pantallas realizada para el modelo (elaboración propia).

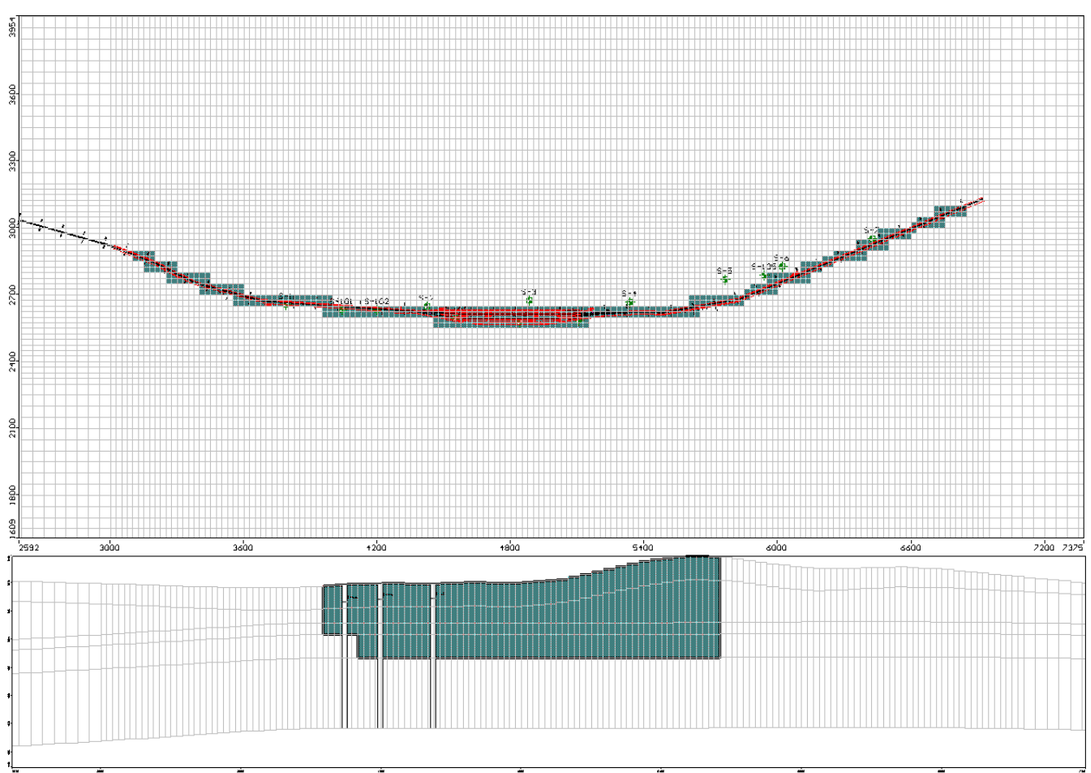


Figura 83. Arriba, Planta de la modelización de las pantallas. Abajo, perfil de las pantallas en la Fila 99, entre los PPKK 4+140 y 5+820 aproximadamente (elaboración propia).

3.3.2.3. Calibración del modelo e isopiezas en régimen natural actual, en hipótesis de aguas altas

La calibración del modelo se ha efectuado con extremada dificultad, dada la escasa permeabilidad del acuitardo margoso cretácico, que supone 4 de las 5 capas del modelo, así como la ausencia del nivel freático en algunas zonas del acuífero aluvial (capa 1).

Como se comentaba en el apdo. anterior, para la calibración del modelo se ha partido de una hipótesis de aguas altas ideal, definida a partir de las medidas del 22/08/2018 a las que se les ha supuesto un aumento piezométrico uniforme de 2 m en todas ellas.

La calibración se ha efectuado fundamentalmente jugando con los valores de permeabilidad (dentro de los límites marcados por los datos del apdo. 3.2.1.) y, en menor medida, con los de recarga, porosidad y conductancia en las celdas de descarga (río). En este sentido, cabe mencionar la necesidad de aumentar la permeabilidad casi dos órdenes de magnitud en el acuitardo cretácico, hasta llegar a los límites máximos dados por los datos (6,0E-06 m/s), para poder establecer un flujo subterráneo básico en el modelo. Algo similar ha ocurrido con los valores del acuífero aluvial, que ha sido necesario aumentarlo hasta valores de 8,0E-05 m/s e incluso localmente de 7,0E-04 m/s.

Por otra parte, la recarga se ha reducido con respecto a la inicialmente estimada en el balance hidrometeorológico en casi un tercio, hasta 200 mm/año en la *Zona de recarga en ambiente rural.* No obstante, Estos valores de recarga resultan razonable para una precipitación media anual en torno a 1000-1200 mm/año, como es la que corresponde a la zona de Vitoria. Ello ha posibilitado el ajuste de las isopiezas en la región más meridional del modelo (relieves del límite Sur).

Las porosidades y la conductancia fluvial, finalmente, no han sufrido una modificación sustancial con respecto a los valores inicialmente contemplados.

En la siguiente gráfica se ofrece la comparativa entre valores observados y valores calculados en los puntos de observación del modelo, con respecto a los intervalos de confianza del 95%. Por su parte, en la tabla que se muestra a continuación se muestran dichas diferencias punto por punto.

Como se puede apreciar en ellas, la desviación media entre las medidas observadas (transformadas en la hipótesis de aguas altas) y las calculadas en el modelo es de 3,3 m, con máximos de hasta 7,5 m. Esto, como se verá en el apdo. siguiente, excede la magnitud de los isoascensos e isodescensos estimados, que se cifran como mucho en ±2,6 m. No se ha logrado, por tanto, una calibración fina del modelo, que permita deducir estos aspectos desde el mismo programa Visual Modflow 4.2. Ello se debe a que éste calcula las diferencias con respecto al potencial inicial en régimen natural (medidas observadas, transformadas en la hipótesis de aguas altas).

No obstante, y como se detalla en el siguiente apdo. (apdo. 3.3.2.4. y sucesivos) ha sido posible realizar una comparación entre el potencial calculado tras la calibración en régimen natural y el potencial calculado en el escenario de flujo alterado por la estructura, por medio del programa Surfer 9.0 de Golden Software. Esta ha sido una forma de soslayar las deficiencias en la calibración, siempre que dichas deficiencias no fueran demasiado grandes. Sin embargo, el hecho de que esta metodología haya funcionado revela que, si bien la calibración del modelo es pobre, resulta suficiente para estudiar satisfactoriamente el “efecto barrera”. Aplicando esta metodología a una modelización sin calibración alguna, se ha comprobado que no se obtienen isoascensos e isodescensos apreciables.

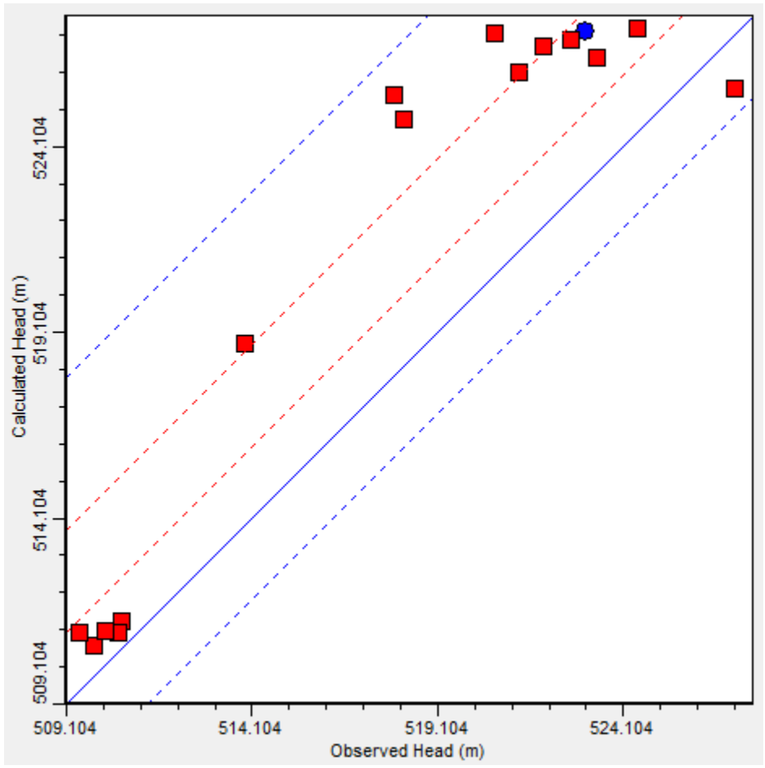


Figura 84. Discretización de las pantallas realizada para el modelo (elaboración propia).

SONDEO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	N. F. (22/08/2018)	M. OBSERVACIÓN HIPOTESIS CALIBRACIÓN A. ALTAS	M. CALCULADAS HIPOTESIS CALIBRACIÓN A. ALTAS	DIFERENCIA M. OBSERV. / M: CALC.
S-1	525722.49	4743435.46	520.00	511.41	**513.41**	---	---
S-2	526349.94	4743335.32	523.60	519.31	**521.31**	**526.12**	**4.81**
S-3	526809.4	4743291.85	526.69	519.94	**521.94**	**526.79**	**4.85**
S-4	527251.33	4743217.37	530.69	524.82	**526.82**	---	---
S-5	527690.59	4743255.93	528.33	522.72	**524.72**	---	---
S-6	527956.11	4743276.04	523.29	518.63	**520.63**	**527.16**	**6.53**
S-7	528375	4743340	529.79	525.10	**527.10**	**525.65**	**-1.45**
S-8	526752.48	4743203.82	525.57	520.71	**522.71**	**526.96**	**4.25**
S-9	527015.41	4743172.52	526.97	522.47	**524.47**	**527.27**	**2.8**
S-101	525971	4743375	522.00	516.20	**518.20**	**524.84**	**6.64**
S-102	526124	4743354	523.00	515.95	**517.95**	**525.49**	**7.54**
S-103	526470	4743261	527.00	521.40	**523.40**	**526.49**	**3.09**

SONDEO	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	COTA (m.s.n.m.)	N. F. (22/08/2018)	M. OBSERVACIÓN HIPOTESIS CALIBRACIÓN A. ALTAS	M. CALCULADAS HIPOTESIS CALIBRACIÓN A. ALTAS	DIFERENCIA M. OBSERV. / M: CALC.
S-105	527869	4743248	524.00	521.10	**523.10**	**527.21**	**4.11**
PZS-3+795	524217.72	4744264.51	516.10	511.90	**513.90**	**518.82**	**4.92**
PQ-7+270	527188.2	4745809.4	513.50	508.670	**510.67**	---	---
PQ-7+805	527723.9	4745852	511.70	508.60	**510.60**	**511.32**	**0.72**
PQ-8+220	528161.5	4745878.8	510.50	507.86	**509.86**	**510.69**	**0.83**
PZS-8+665	528582.7	4745613.8	511.10	508.485	**510.49**	**511.03**	**0.54**
PZP-8+665	528581.3	4745615.1	511.00	507.46	**509.46**	**511.02**	**1.56**
PZS-8+688 (8+690)	528605	4745628	512.10	508.17	**510.17**	**511.05**	**0.88**
PQ-9+125	529033.4	4745791.8	513.20	509.23	**511.23**	---	---
						PROMEDIO:	**3.28875**
						MÁXIMO:	**7.54**
						MÍNIMO:	**-1.45**

En los siguientes apartados se describen con detalle los resultados de las simulaciones efectuadas a partir del modelo calibrado en régimen natural. Partiendo del "efecto barrera" simulado para la estructura definitiva (Fase de Explotación), se ha procedido a simular a continuación las dos alternativas objeto de evaluación en el presente Estudio Informativo (Alternativa entre Pantallas y Alternativa con Pilotes secantes), junto con las respectivas medidas de restitución de flujo asociadas a cada una de ellas.

3.3.2.4. Simulación y evaluación del posible efecto barrera de la estructura independientemente del método constructivo

Como se comentaba en apartados anteriores, la elección y construcción de las capas se ha realizado a efectos de poder simular la gradación de las pantallas previstas, con independencia del proceso constructivo (muro pantalla continuo o pilotes secantes).

La primera simulación efectuada ha correspondido a la alteración del flujo subterráneo por motivo de la introducción de la estructura en el medio subterráneo, sin ninguna medida de restitución de flujo.

La introducción de un elemento antrópico que no permite el drenaje del agua a su través (impermeabilizado) dicho elemento se constituirá entonces como un obstáculo al flujo subterráneo con respecto al régimen natural, ocasionando un "efecto barrera" al flujo subterráneo. La oposición que presente a dicho flujo dependerá de la geometría que presente la construcción, su orientación con respecto al flujo y de si atraviesa totalmente la formación geológica que constituye el acuífero o no. En este sentido, el caso más desfavorable correspondería al de un elemento de geometría alargada, dispuesto perpendicularmente al flujo y atravesando por completo la formación acuífera, como puede ser el caso de las pantallas.

El “efecto barrera” se manifiesta en forma de una elevación del nivel freático, de mayor o menor magnitud según la permeabilidad del medio, en el lado aguas arriba de la estructura, con respecto al flujo subterráneo. De forma más o menos simétrica, se produce una depresión de los niveles freáticos en el lado aguas debajo de dicha estructura.

En las siguientes figuras se ilustran las isopiezas obtenidas al modelizar la estructura soterrada objeto del proyecto. Dado que se ha supuesto en modelo un flujo horizontal, tanto para el acuífero aluvial cuaternario como en el acuitardo cretácico subyacente, las isopiezas para las capas 1, 2, 3 y 4 resultan similares. En el caso de la capa 5, más profunda y sin estructura antrópica, se hace igualmente patente el “efecto barrera” aunque con ligeras diferencias.

Como ocurría en las isopiezas obtenidas en régimen natural actual, en la primera capa se siguen apreciando celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco. En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

A partir de ellas, por medio del software SURFER 9.0, se ha procedido a calcular las zonas de ascensos y descensos piezométricos. Ello se ha realizado restando a las isopiezas del flujo alterado por la estructura las obtenidas en la calibración, correspondientes al régimen natural. En las figuras que se muestran a continuación se ilustran

Según los resultados del modelo, la estructura sin medidas de restitución de flujo, e independientemente del método constructivo, ocasionaría un “efecto barrera” que afectaría tanto al acuífero cuaternario aluvial como al acuitardo cretácico subyacente. En las capas 1, 2, 3 y 4, aguas arriba de la estructura (al Sur) según el flujo subterráneo, se obtienen ascensos piezométricos de hasta +1,6 m sobre los niveles freáticos actuales (en situación de aguas altas), mientras que aguas abajo de la misma (al Norte) se producirían descensos de hasta -2,6 m con respecto igualmente a éstos.

El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura y se localizan tanto en la zona de la estación como en el tramo a continuación de ésta, según kilometración creciente. Cabe llamar también la atención sobre una zona muy concreta, donde el “efecto barrera” se hace mínimo (tanto ascensos como descensos), entre estos dos puntos singulares. Comparándola con las isopiezas en régimen natural, se corresponde con la divisoria hidrogeológica local entre los cauces del Batán y el Ricallor, donde el flujo es divergente y subparalelo a la traza ferroviaria.

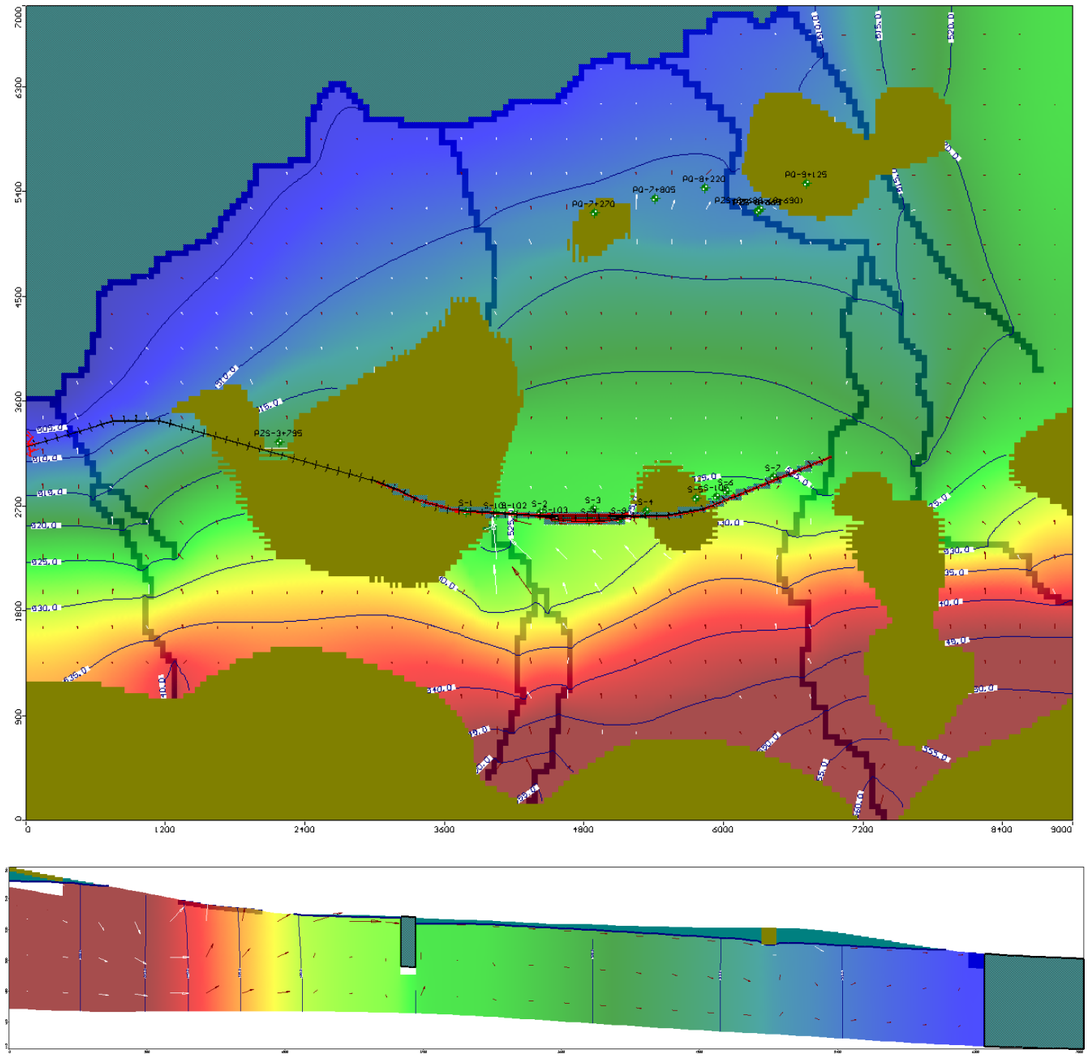


Figura 85. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo, correspondientes a la capa 1. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al “efecto barrera” producido por la estructura (elaboración propia).

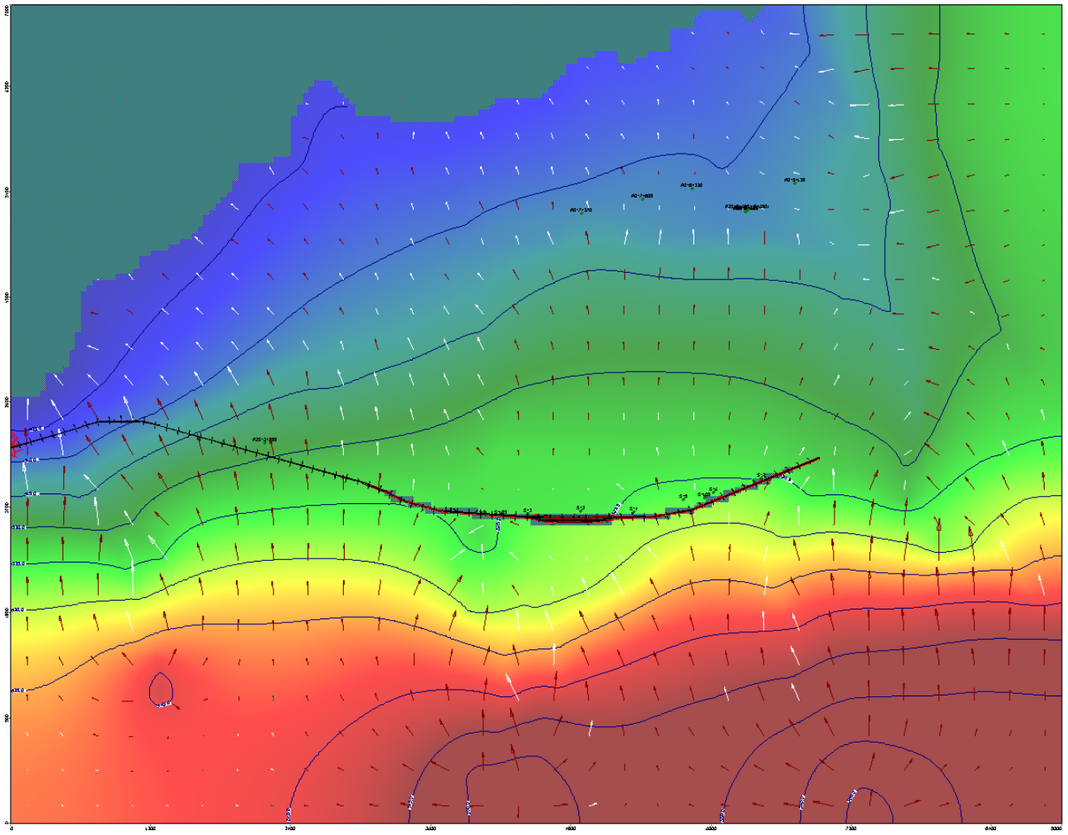


Figura 86. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo, correspondientes a las capas 2, 3 y 4. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En la capa 5, las magnitudes determinadas resultan similares, con ascensos de hasta +1,4 m sobre los niveles freáticos actuales y descensos de hasta -2,4 m, si bien el máximo y el mínimo aparecen sensiblemente apartados de la estructura. Ello demuestra que en los niveles del acuitardo cretácico inmediatamente inferiores a la barrera también se encuentran influidos por su efecto, aunque éste aparece más atenuado que el de los estratos situados a cotas superiores. La distribución espacial de las mismas resulta igualmente similar a la de las restantes capas, con los puntos singulares localizados en la zona de la estación y el siguiente tramo, al igual que el área de mínima influencia correspondiente al interfluvio hidrogeológico.

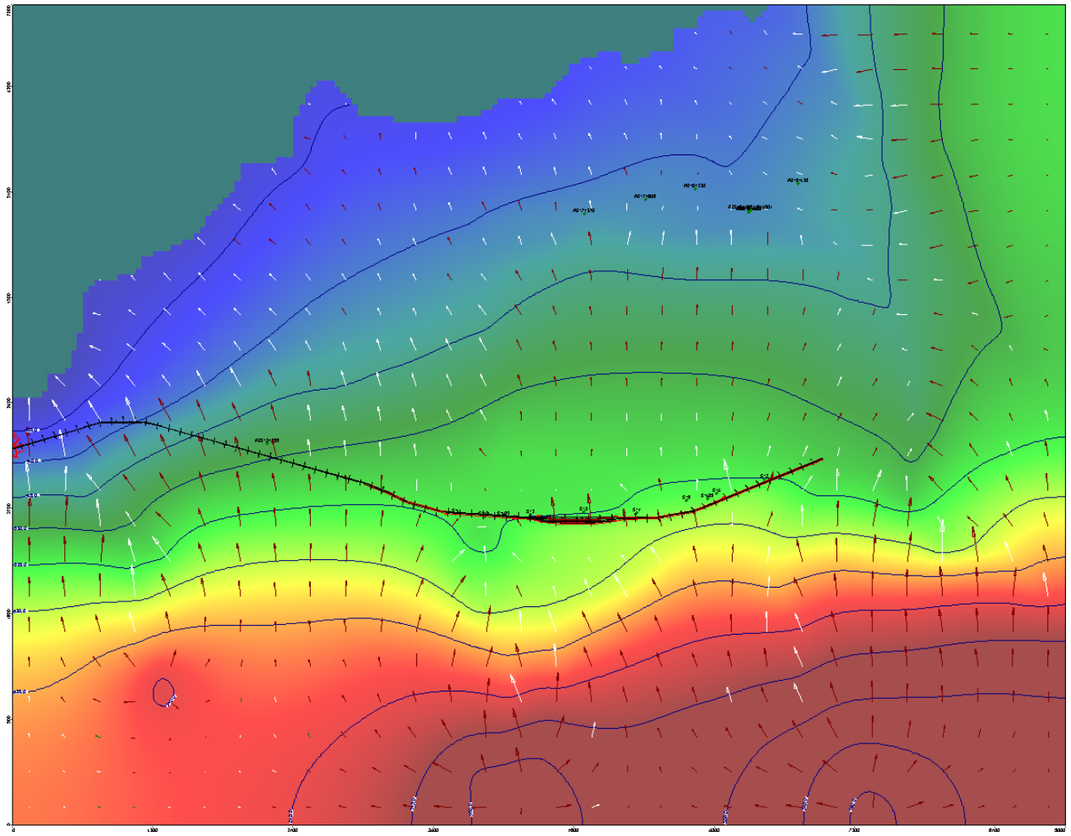


Figura 87. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo, correspondientes a la capa 5. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En las figuras que se muestran a continuación se ilustran los isoascensos e isodescensos calculados sobre la ortofotografía de la ciudad. En el primero de los casos se representan las isolíneas a partir de +0,5 m, que supone el mínimo asumido como anomalía correspondiente al "efecto barrera". En el caso de los isodescensos, coherentemente, se han representado las curvas inferiores a -0,5 m.

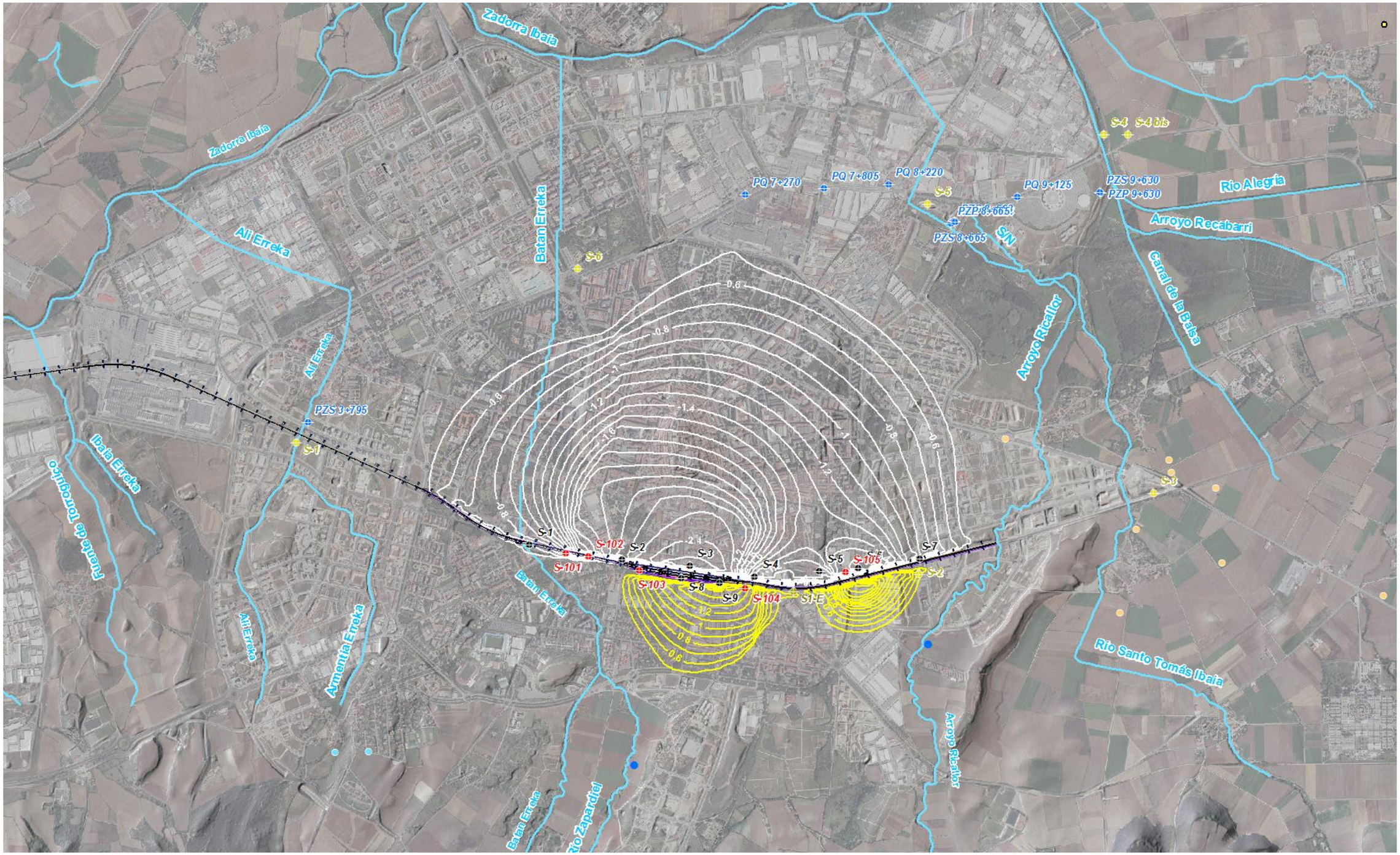


Figura 88. Isoascensos e isodescensos correspondientes a las capas 1, 2, 3 y 4 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, en cualquiera de sus dos alternativas (elaboración propia).

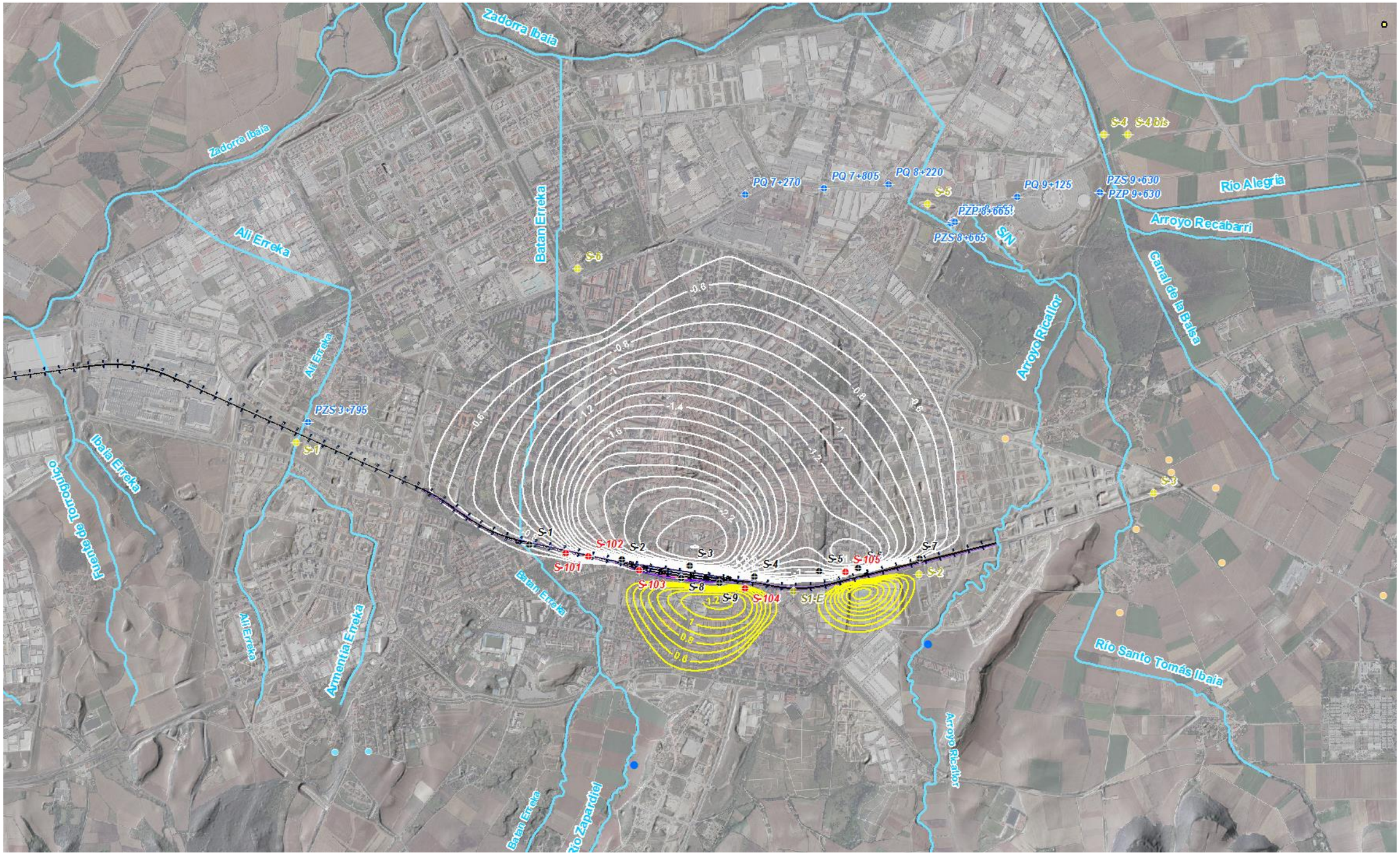


Figura 89. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 5 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, en cualquiera de sus dos alternativas (elaboración propia).

3.3.2.5. Posibles medidas de restitución de flujo consideradas

A la vista de los resultados obtenidos en la simulación detallada en el apartado anterior, se concluye que cualquiera de las dos alternativas consideradas va a interferir con la zona saturada tanto del acuífero cuaternario como del cretácico.

Al respecto, se contemplan dos posibles medidas de restitución de flujo. A continuación, se refiere brevemente y de forma genérica en qué consiste cada una de estas posibilidades.

Con el fin de evaluar, de forma preliminar, la posible conveniencia de una y otra solución de restitución de flujo, se ha tenido en consideración la experiencia de una actuación actualmente ya ejecutada y en funcionamiento: "TRAZADO DE CONSTRUCCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE LOGROÑO" (INECO para ADIF, 2009). En ella se procedió a instalar tanto sifones como portillos. Se incorpora, igualmente, un breve resumen de la experiencia a fecha actual. Se incluyen también ciertas recomendaciones de cara al soterramiento de Vitoria, que surgen a la luz de la experiencia de Logroño. En el Apéndice 12, se reproduce íntegramente el proceso constructivo de Sifones, que se incorporó al Anejo 5 Hidrogeología (apéndice 3) del "PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)" (INECO para ADIF, 2010). En este mismo apéndice se incluye también la Nota técnica incluida al respecto en el Proyecto "TRAZADO DE CONSTRUCCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE LOGROÑO" (INECO para ADIF, 2009)

- SIFONES

Están constituidos por un pozo de admisión exterior a la pantalla que recoge el flujo subterráneo aguas arriba, y por un pozo de inyección de idénticas características que introduce el agua en el acuífero aguas abajo, conectados necesariamente ambos entre sí por debajo del nivel freático.

Es una medida recomendable cuando no es posible la construcción de portillos porque la posición del falso túnel no permite el paso del flujo mediante portillos, o donde su construcción implica fuertes caudales de agotamiento de los recintos, así como donde la dificultad de las medidas complementarias necesarias para reducir el caudal de agotamiento (tratamiento del terreno) desaconsejan su utilización.

En la modelización efectuada para el presente Estudio Informativo, esta medida de restitución de flujo se ha vinculado a la Alternativa entre Pantallas, simulando su efectividad a distancias de 400, 200 y 100 m (esta última, sólo en la zona de la estación).

Dado que las celdas más pequeñas consideradas son de 25 x 25 m, resulta razonable asumir aproximadamente 5 sifones por cada celda activa al flujo subterráneo a través de la barrera. Esto arroja la siguiente aproximación a un número real de sifones y una frecuencia más uniforme de los mismos a lo largo de la estructura.

INTERVALO CELDAS ABIERTAS AL FLUJO	Nº CELDAS EN TOTAL	Nº Sifones por m. l. asumiendo 5 sifones por celda abierta	
		Nº SIFONES	INTERVALO SIFONES
1 Celda cada 400 m	9 zonas de paso de 25 m	45	1 Sifón cada 89 m
1 Celda cada 200 m	19 zonas de paso de 25 m	95	1 Sifón cada 42 m
1 Celda cada 100 m (en zona de estación)	28 zonas de paso de 25 m	140	1 Sifón cada 29 m

En el caso concreto que nos ocupa, pueden asumirse pozos de entre 10 y 20 m de profundidad (a fin de captar tanto el acuífero cuaternario como la parte superior del acuitardo cretácico). Se asume también un diámetro (ø) de 1400 mm, entubado a ø1000 mm con tubo de acero galvanizado y filtro de puentecillo, o de PVC filtrante corrugado, dotado de tapón de fondo, el sello sanitario superficial. La tubería horizontal de conexión entre los pozos se asume de acero galvanizado con diámetro ø 200 mm.

Se recomienda no emplear, o minimizar al máximo, el uso de lodos artificiales en la perforación de los pozos de los sifones, con el objeto de no provocar la impermeabilización del acuífero en el entorno de los mismos. Con el fin de reducir las pérdidas de carga en los pozos, es primordial la instalación de una tubería filtrante con una superficie libre abierta de al menos 10-15 %, y la instalación de un prefiltro o macizo de gravilla de granulometría adecuada en el espacio anular entre la tubería y el terreno. La elección de la apertura de la rejilla, así como la de la granulometría del prefiltro, deben ser realizadas en función de la granulometría del acuífero, para evitar que los pozos produzcan arenas y finos que pueden llegar a obturar el sistema de trasvase de agua.

Posteriormente a la entubación y al engravillado, se recomienda el desarrollo de los pozos, valorándose, en función de la proximidad de los edificios colindantes, métodos bidireccionales como el pistoneo o como el sobrebombeo con paradas y arranques sucesivos, con el fin de aumentar la eficiencia del pozo, alargar su vida útil y minimizar la producción de arenas. Es muy recomendable la instalación de un dispositivo adecuado que permita una limpieza regular del conducto de transferencia entre pozos.

La profundidad de los pozos será la suficiente para dar continuidad a los niveles acuíferos interrumpidos por las obras, profundizándose 2-3 m más por debajo de la conexión con la tubería horizontal, para revestirlos con tubería ciega a modo de cámara de decantación.

Se recomienda considerar un plan de vigilancia y rehabilitación de los pozos y conductos de transferencia de los sifones durante la explotación de las obras, que permita detectar y, en caso de ser necesario, corregir un mal funcionamiento o pérdida de eficacia de los sifones. Pozos deficientes y mal diseñados pueden provocar mayores variaciones piezométricas de las esperadas, perdida de eficiencia, e incluso llegar a obturase totalmente con el tiempo.

Según información verbal de la Dirección de Obra del soterramiento de Logroño, los sifones se construyeron de manera ligeramente diferente a como estaban diseñados en el proyecto.

- Los pozos se hicieron con pilotadora y se rellenaron con grava gruesa, en lugar de hacerlos visitables. Esto mejoró la seguridad, ya que impide caídas accidentales
- Se construyeron muy cerca de la pantalla continua, apenas a 1 m de la misma. Esto fue una dificultad, ya que el terreno inmediato a la pantalla estaba contaminado con lodos bentoníticos procedentes de la excavación de la misma, y la limpieza de los pozos con agua a presión, para permitir la entrada de agua subterránea a los mismos, fue complicada.

En este sentido, y de cara al soterramiento de la estación de Vitoria, habría que considerar primero la forma de ejecución de las pantallas (con o sin bentonita) para dimensionar la separación de los sifones. En el caso de que se utilice lodo bentonítico en las mismas, la separación de los sifones no se recomienda que sea inferior a 3-4 m. Si no se utilizan estos lodos, los sifones pueden acercarse más, hasta 1 m de distancia.

En el soterramiento de Logroño, la perforación horizontal y entubado desde el interior del recinto apantallado no tuvo dificultad.

El único inconveniente que se ha detectado en Logroño es que, en la parte más ancha del recinto (que supera los 40 m), la escasa pendiente de la tubería horizontal de conexión entre los dos pozos, y la pérdida de carga debida a su longitud, han hecho que, en alguna ocasión, el flujo fuese inverso al esperado.

Por ello, en el caso del soterramiento de Vitoria, se recomienda afinar lo más posibles los cálculos hidráulicos de este tramo horizontal. Un diámetro demasiado pequeño ocasionaría unas pérdidas de carga, de un extremo con respecto al otro, demasiado grandes; en cambio, un diámetro demasiado grande conlleva la sedimentación de partículas, con la consiguiente necesidad de mantenimiento frecuente.

Desde este punto de vista, la instalación de sifones en la zona de la estación (cuyo máximo ancho es de 63 m), podría revestir algún inconveniente del tipo descrito en Logroño. En este caso, sería aconsejable la instalación de un equipo de bombeo como apoyo para la impulsión del agua a través del tramo horizontal.

En el caso de que se instalen las tuberías horizontales entre embebidas en las losas entre plantas, hay que tener en cuenta su grosor para dimensionar adecuadamente la pendiente y diámetro de dichas tuberías.

En el caso del soterramiento de Logroño, los sifones llevan seis años en servicio y, pese a no haberse realizado aún labores de limpieza, los controles periódicos del nivel piezométrico aguas arriba y aguas abajo del soterramiento no han detectado “efecto barrera”, ni siquiera como consecuencia de varios episodios de fuertes precipitaciones registrados.

En cuanto a los detalles constructivos, la experiencia de Logroño hace recomendable un entubado de revestimiento en los pozos verticales con tubería de acero galvanizado y filtro de puentecillo.

Por lo que respecta a la limpieza de los mismos, únicamente sería necesaria la instalación de algunas válvulas, que permitieran cerrar el flujo puntualmente para las labores de mantenimiento.

Por último, es imprescindible la instalación de tapas de cierre de seguridad en los dos pozos, de forma que sólo sean accesibles al personal autorizado, a fin de prevenir aperturas no deseadas, vandalismos o posibles caídas de viandantes.

- <u>PORTILLOS</u>

  Se trata de huecos dejados en la parte superior o inferior de las pantallas, ya bien por debajo de la losa inferior, o por encima de la losa superior del falso túnel, de forma que por esos huecos el flujo del acuífero discurra libremente evitando su total interrupción.

  En el caso de la Alternativa con Pilotes secantes, los portillos inferiores se contemplan dejando más corto, alternativamente, 1 pilote de cada 2; todos ellos afectarían exclusivamente al acuitardo del sustrato cretácico. Dado que se proyectan estructuras hasta la superficie, puesto que se prevén viales para el tráfico por encima del soterramiento ferroviario, no resulta viable la posibilidad de ejecutar también (o en lugar de) portillos superiores, en cotas de acuífero aluvial.

  En el caso de portillos inferiores, cabe la posibilidad que sea necesario emplear técnicas de rebajamiento del nivel freático mediante bombeos en aquellas zonas donde la base de la losa se encuentre por debajo del nivel freático. En un acuífero con una elevada permeabilidad, resultaría complicado provocar grandes rebajamientos del nivel freático debido a una rápida afluencia de agua al recinto entre pantallas, además de la posible repercusión sobre edificaciones próximas. No obstante, este no es el caso; la relativamente baja permeabilidad del sustrato cretácico haría esta labor mucho más asequible. Asimismo, el área de influencia del rebaje freático en torno a la estructura presentaría un radio sensiblemente inferior.

  Se recomienda minimizar al máximo, la utilización de lodos bentoníticos para la excavación de las pantallas, ya que en un acuífero muy permeable el empleo de lodos puede provocar el sellado total o parcial del acuífero bajo la losa, al migrar los lodos hacia el acuífero. En este sentido, también se recomienda prestar especial atención al uso de lechadas y a la consistencia del hormigón utilizado en las pantallas.

  Se trata de una medida definitiva que no necesita mantenimiento, por lo que siempre que sea posible es recomendable su utilización frente al uso de sifones.

  Resulta evidente que, en fases posteriores, las posibles soluciones de restitución de flujo mencionadas en apartados anteriores han de estudiarse con más detalle, una vez definido el trazado definitivo.

  En este sentido, resulta necesario abordar modelos matemáticos de detalle, de zonas concretas, en el que no solo se simule la posible alteración del flujo subterráneo, sino también el efecto que las citadas soluciones tendrían en cada caso concreto.

  También según información verbal de la Dirección de Obra del soterramiento de Los Lirios (Logroño), la ejecución de portillos derivó en ciertos problemas de inundabilidad a través de las arquetas de los drenajes.

  Los drenajes instalados iban bajo la losa de fondo de la estructura, en contacto con el terreno; no se procedió a aislarlos del mismo o a impermeabilizarlos adecuadamente. En los aquellos situados entre pantallas propiamente dichas, la carga hidráulica resultaba despreciable, si bien, en los ubicados en tramos de portillos, la carga era muy similar a la natural y las subpresiones ocasionadas introducían el agua subterránea al interior del recinto a través de las arquetas de acceso a los drenajes.

  Dichos problemas pueden evitarse fácilmente embebiendo los drenajes en la propia losa o, en definitiva, aislándolos del terreno de alguna forma (mediante impermeabilización, etc.).

3.3.2.6. Simulación y evaluación de sifones como posible medida de restitución de flujo en la Alternativa entre Pantallas mediante batería de sifones cada 400 m

Para simular esta medida, se ha procedido a activar una celda de 25 x 25 m en todas las capas dentro de la barrera (capas 1, 2, 3 y 4) cada 400 m, según se ilustra en la siguiente figura.

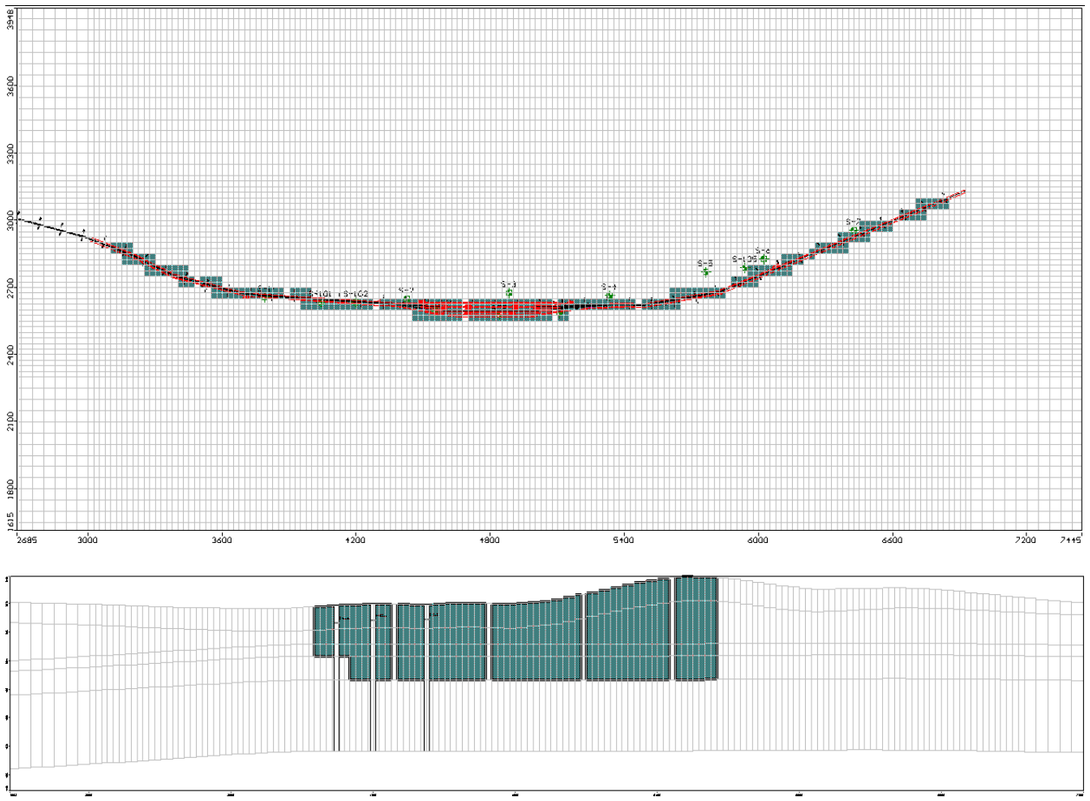


Figura 90. Arriba, Planta de la modelización de las pantallas con celdas activas al flujo cada 400 m. Abajo, perfil de las pantallas en la Fila 99, entre los PPKK 4+140 y 5+820 aproximadamente (elaboración propia).

En las siguientes figuras se ilustran las isopiezas obtenidas al modelizar la estructura soterrada con la solución contemplada cada 400 m. Dado que se ha supuesto en modelo un flujo horizontal, tanto para el acuífero aluvial cuaternario como en el acuitardo cretácico subyacente, las isopiezas para las capas 1, 2, 3 y 4 resultan similares. En el caso de la capa 5, más profunda y sin estructura antrópica, se hace igualmente patente el "efecto barrera" aunque con ligeras diferencias.

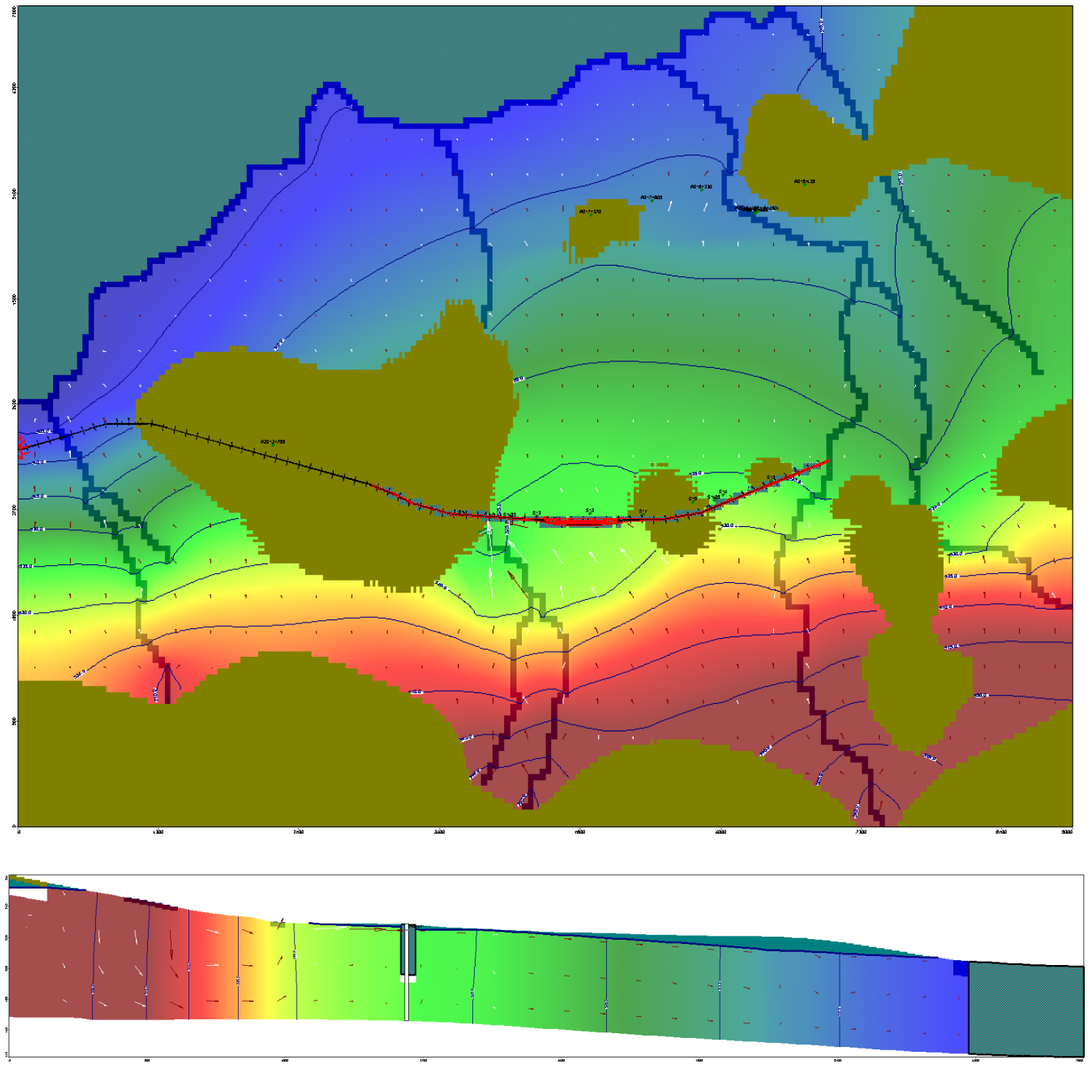


Figura 91. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 400 m, correspondientes a la capa 1. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

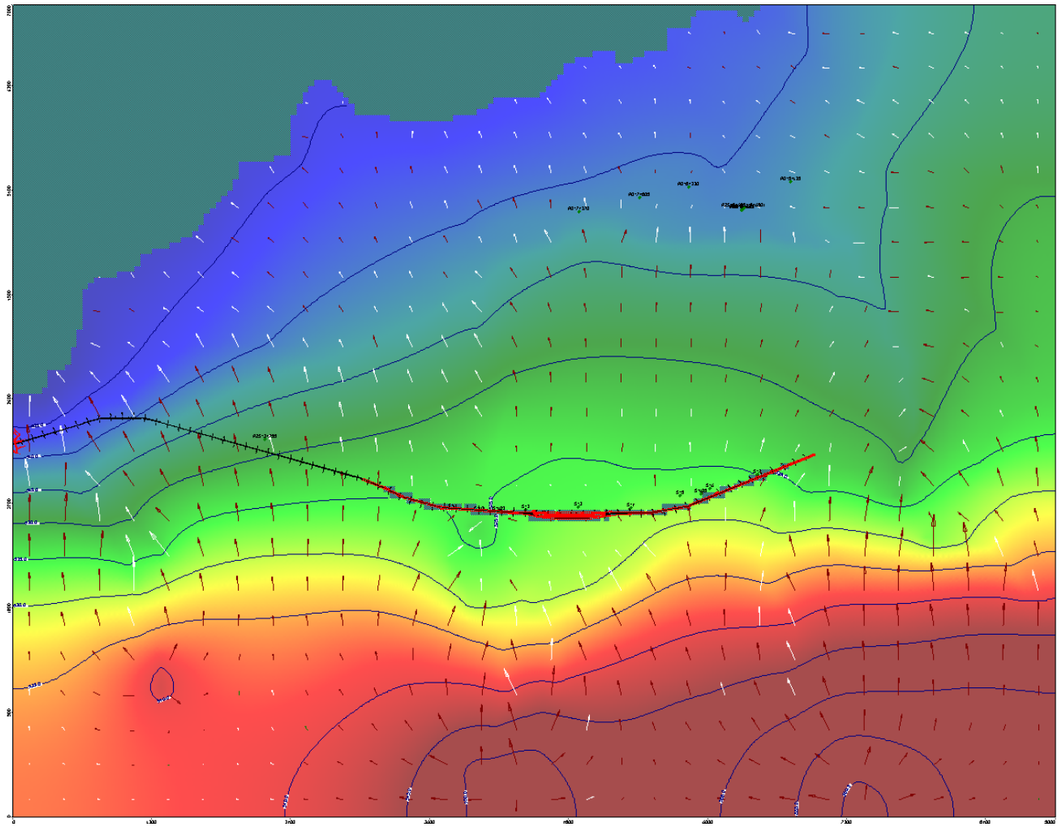


Figura 92. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 400 m, correspondientes a las capas 2, 3 y 4. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

Según los resultados del modelo, en las capas 1, 2, 3 y 4 los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) según el flujo subterráneo se atenuarían en casi 1 m, hasta casi -1,4 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) lo hacen del orden de casi 0,5 m, hasta +1,2 m. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura.

En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se halla en +1,2 m y el descenso máximo, inferior a -1,1 m, si bien el máximo y el mínimo aparecen sensiblemente apartados de la estructura. Ello sigue demostrando que en los niveles del acuitardo cretácico inmediatamente inferiores a la barrera también se encuentran influidos por su efecto, aunque éste aparece más atenuado que el de los estratos situados a cotas superiores. Asimismo, esta capa inferior también es sensible a la restitución del flujo.

Como ocurría en las isopiezas obtenidas en régimen natural actual, en la primera capa se siguen apreciando celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-7, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco. En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

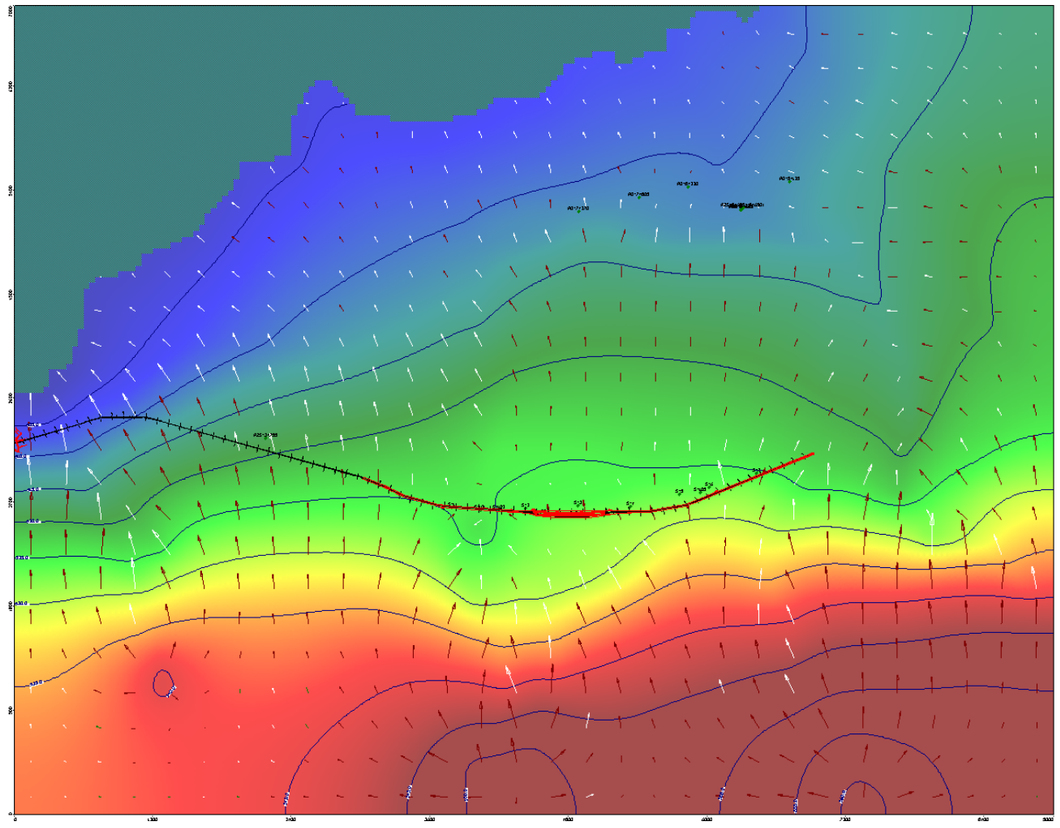


Figura 93. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 400 m, correspondientes a la capa 5. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En las figuras que se muestran a continuación se ilustran los isoascensos e isodescensos calculados con medidas de restitución de flujo cada 400 m sobre la ortofotografía de la ciudad. En el primero de los casos se representan las isolíneas a partir de +0,5 m, que supone el mínimo asumido como anomalía correspondiente al "efecto barrera". En el caso de los isodescensos, coherentemente, se han representado las curvas inferiores a -0,5 m.

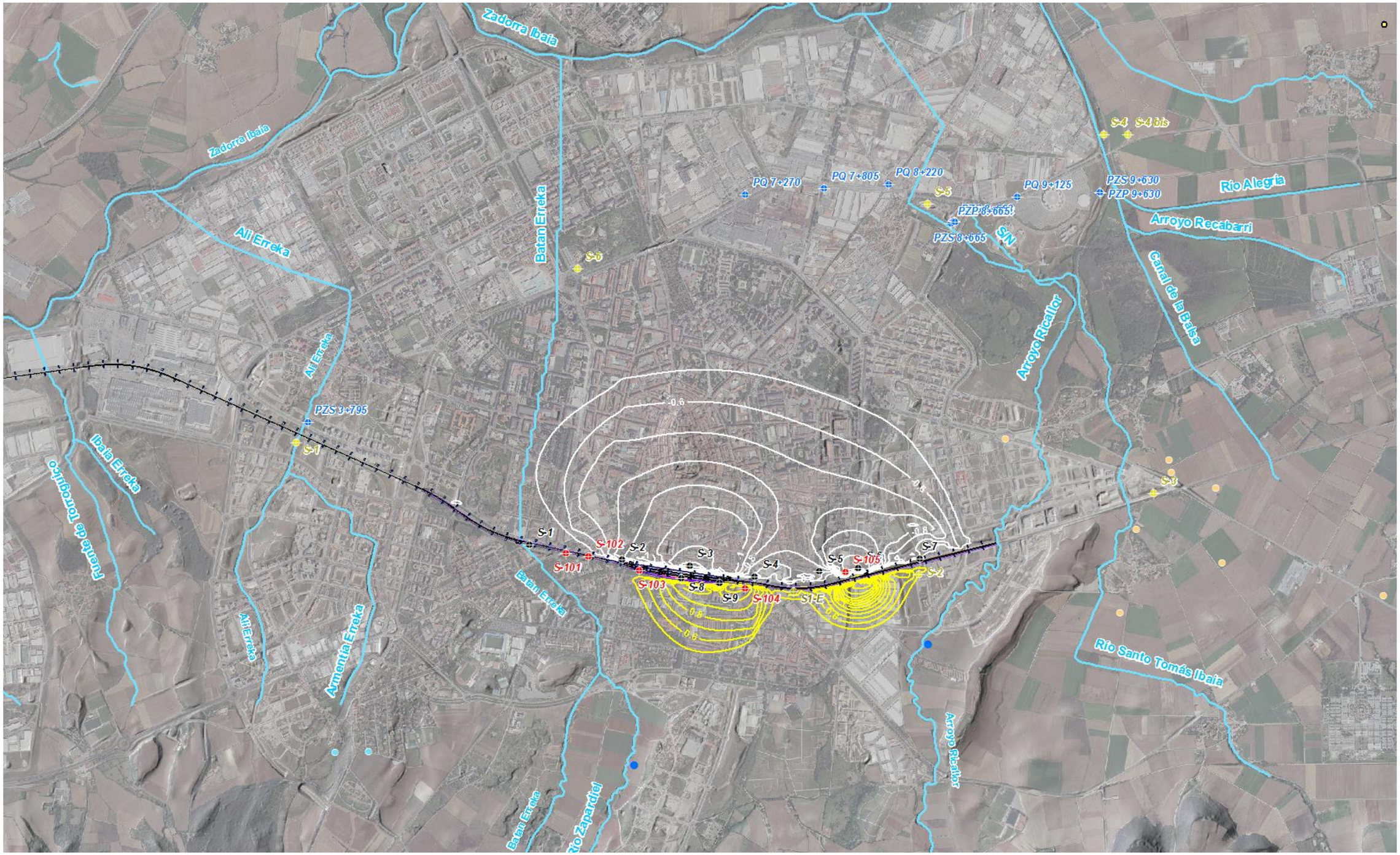


Figura 94. Isoascensos e isodescensos correspondientes a las capas 1, 2, 3 y 4 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de sifones cada 400 m (elaboración propia).

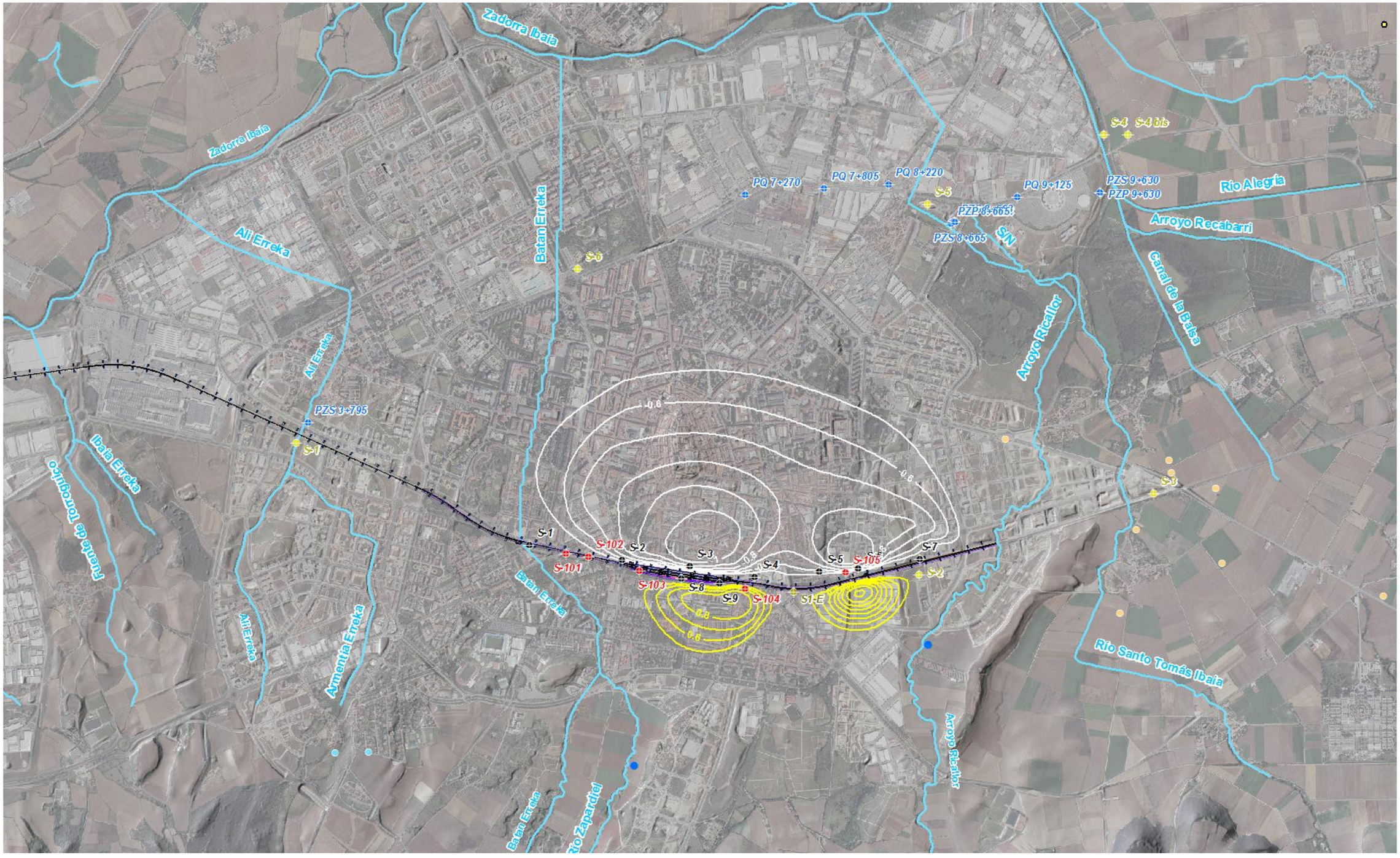


Figura 95. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 5 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de sifones cada 400 m (elaboración propia).

3.3.2.7. Simulación y evaluación de sifones como posible medida de restitución de flujo en la Alternativa entre Pantallas mediante batería de sifones cada 200 m

La simulación de esta medida se ha realizado mediante la activación de una celda de 25 x 25 m dentro de la barrera, cada 200 m, según se ilustra en la siguiente figura.

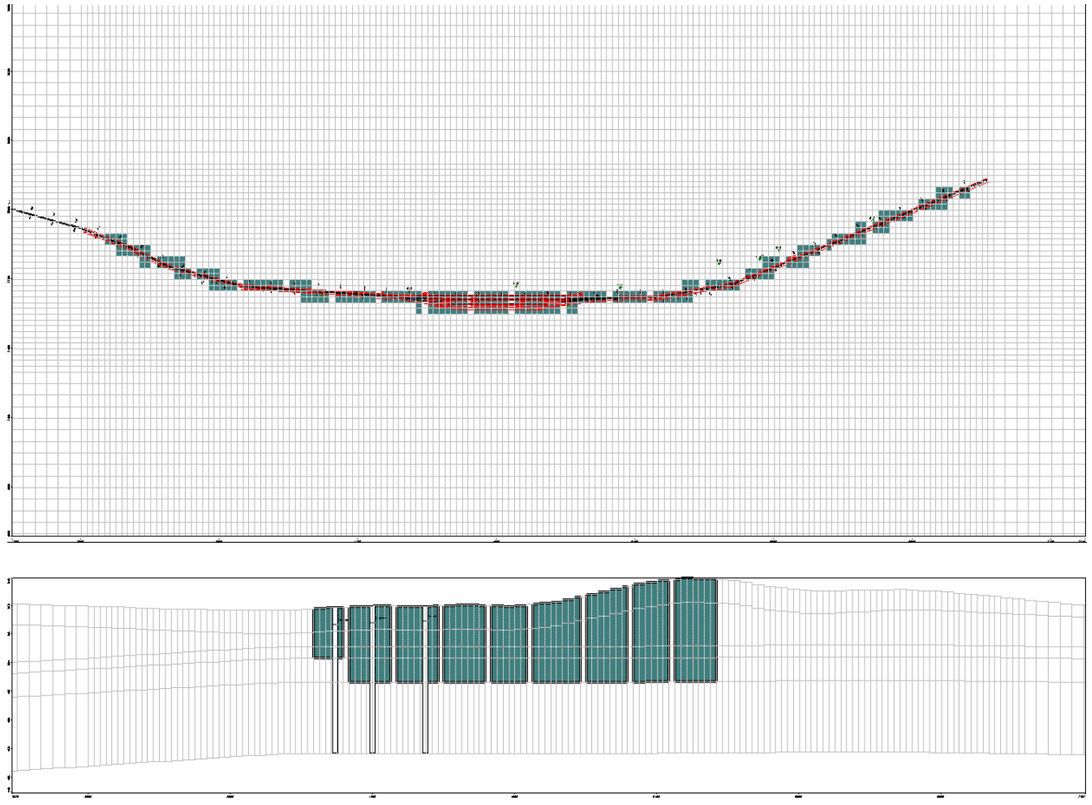


Figura 96. Arriba, Planta de la modelización de las pantallas con celdas activas al flujo cada 200 m. Abajo, perfil de las pantallas en la Fila 99, entre los PPKK 4+140 y 5+820 aproximadamente (elaboración propia).

En las siguientes figuras se ilustran las isopiezas obtenidas al modelizar la estructura soterrada con la solución contemplada cada 200 m. Dado que se ha supuesto en modelo un flujo horizontal, tanto para el acuífero aluvial cuaternario como en el acuitardo cretácico subyacente, las isopiezas para las capas 1, 2, 3 y 4 resultan similares. En el caso de la capa 5, más profunda y sin estructura antrópica, se hace igualmente patente el "efecto barrera" aunque con ligeras diferencias.

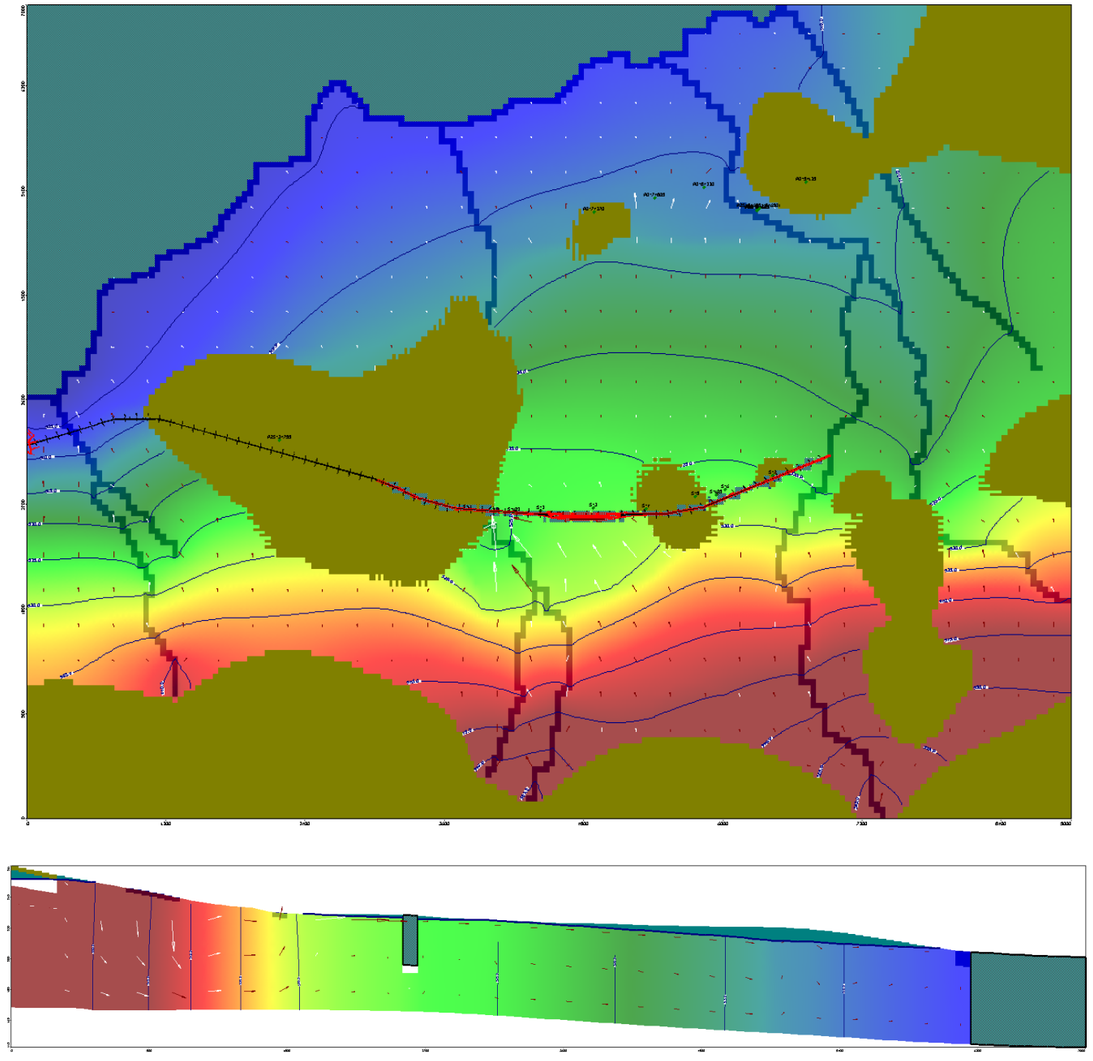


Figura 97. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 200 m, correspondientes a la capa 1. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

Según los resultados del modelo, en las capas 1, 2, 3 y 4 los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) según el flujo subterráneo se atenuarían hasta casi el umbral de 0,5 m (-0,7 m puntualmente en la zona de la estación), mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) lo hacen hasta un máximo en torno a +1,0 m, también en la zona de la estación. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura.

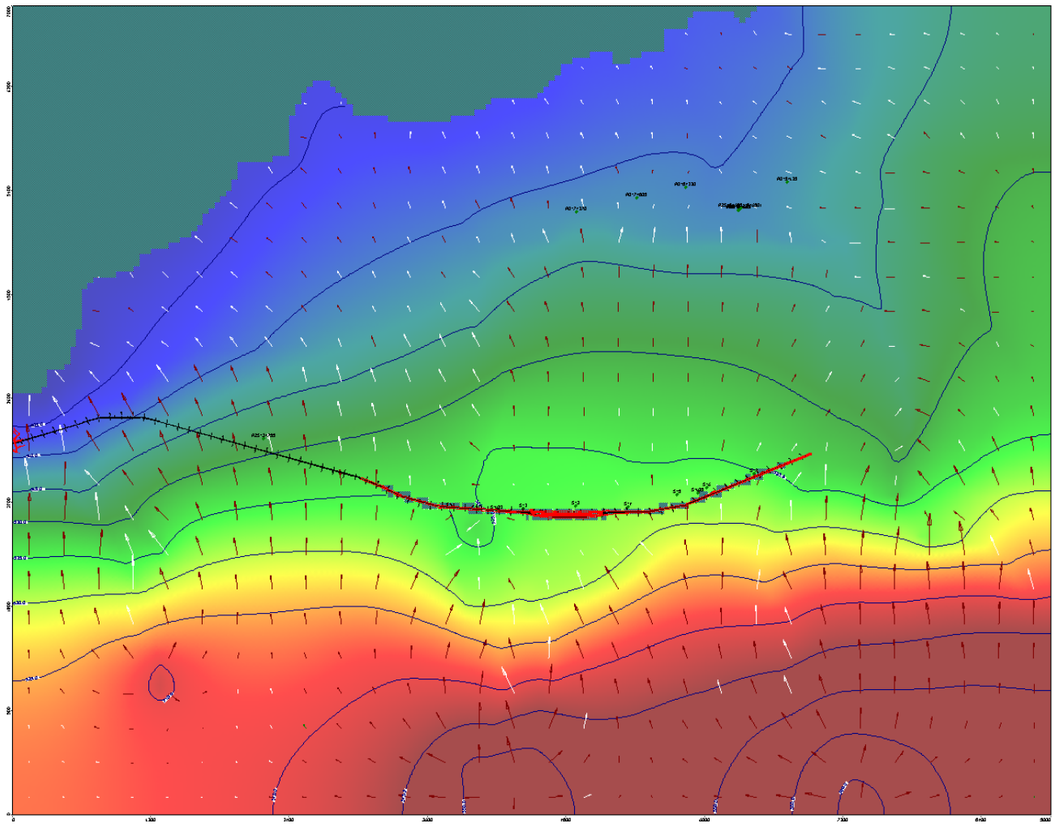


Figura 98. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 200 m, correspondientes a las capas 2, 3 y 4. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se encuentra ya por debajo de +1,0 m y el descenso máximo, en torno a -0,6 m, prácticamente alcanzando el umbral de tolerancia fijado en 0,5 m. Los máximos y mínimos siguen apareciendo sensiblemente apartados de la estructura. Ello continúa demostrando que en los niveles del acuitardo cretácico inmediatamente inferiores a la barrera también se encuentran influidos por su efecto, aunque éste aparece más atenuado que el de los estratos situados a cotas superiores. Asimismo, esta capa inferior también es sensible a la restitución del flujo.

Como ocurría en las isopiezas obtenidas en régimen natural actual, en la primera capa se siguen apreciando celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-7, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco. En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

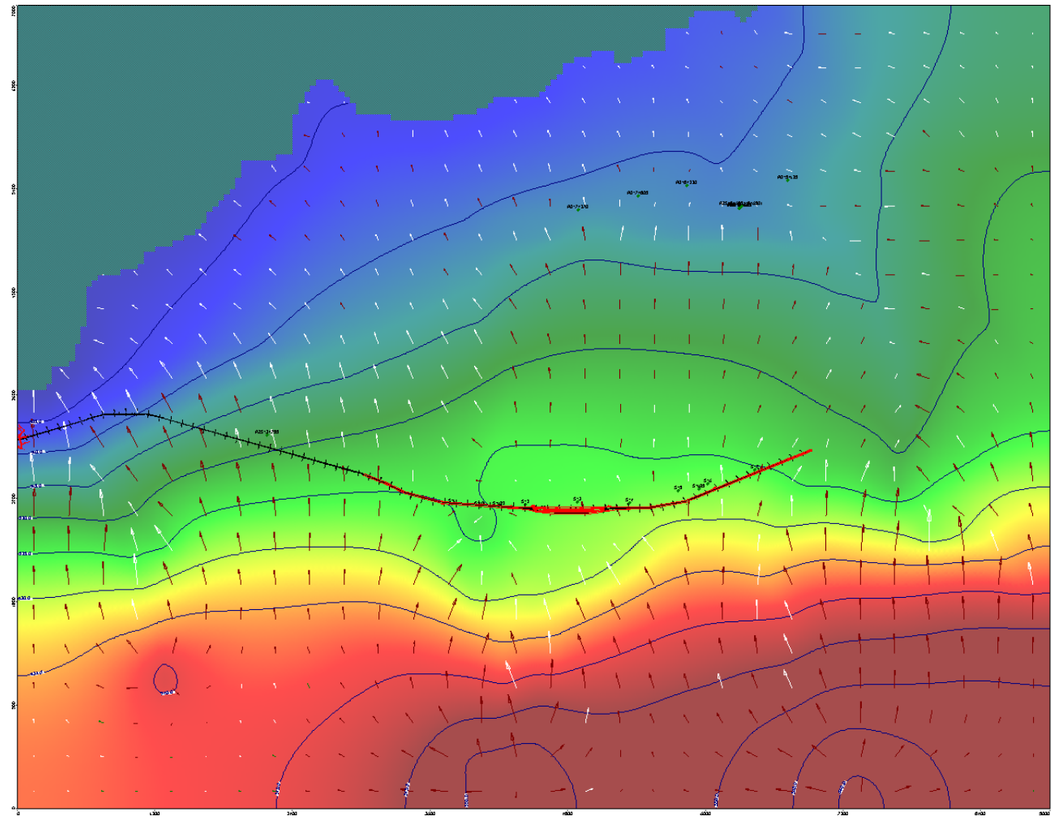


Figura 99. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 200 m, correspondientes a la capa 5. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En las figuras que se muestran a continuación se ilustran los isoascensos e isodescensos calculados con medidas de restitución de flujo cada 400 m sobre la ortofotografía de la ciudad. En el primero de los casos se representan las isolíneas a partir de +0,5 m, que supone el mínimo asumido como anomalía correspondiente al "efecto barrera". En el caso de los isodescensos, coherentemente, se han representado las curvas inferiores a -0,5 m.

Llama la atención la persistencia de la alteración, en especial los ascensos, en la zona de la estación, pese a las medidas de restitución de flujo, frente a la efectividad de éstas en el tramo final, donde con esta disposición de elementos comunicantes (sifones) tanto los ascensos como los descensos prácticamente se han atenuado por debajo del umbral de los ±0,5 m.

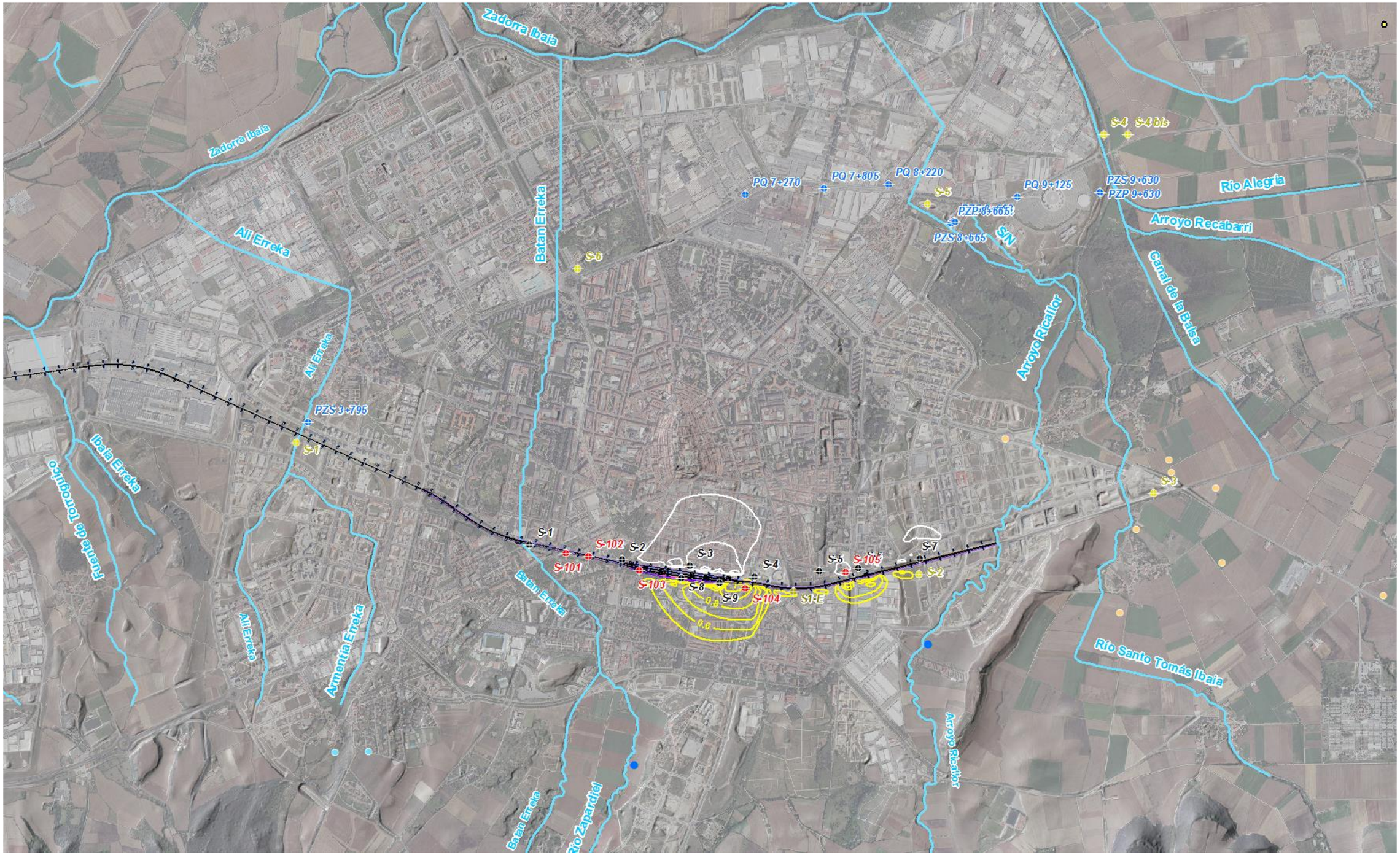


Figura 100. Isoascensos e isodescensos correspondientes a las capas 1, 2, 3 y 4 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de sifones cada 200 m (elaboración propia).

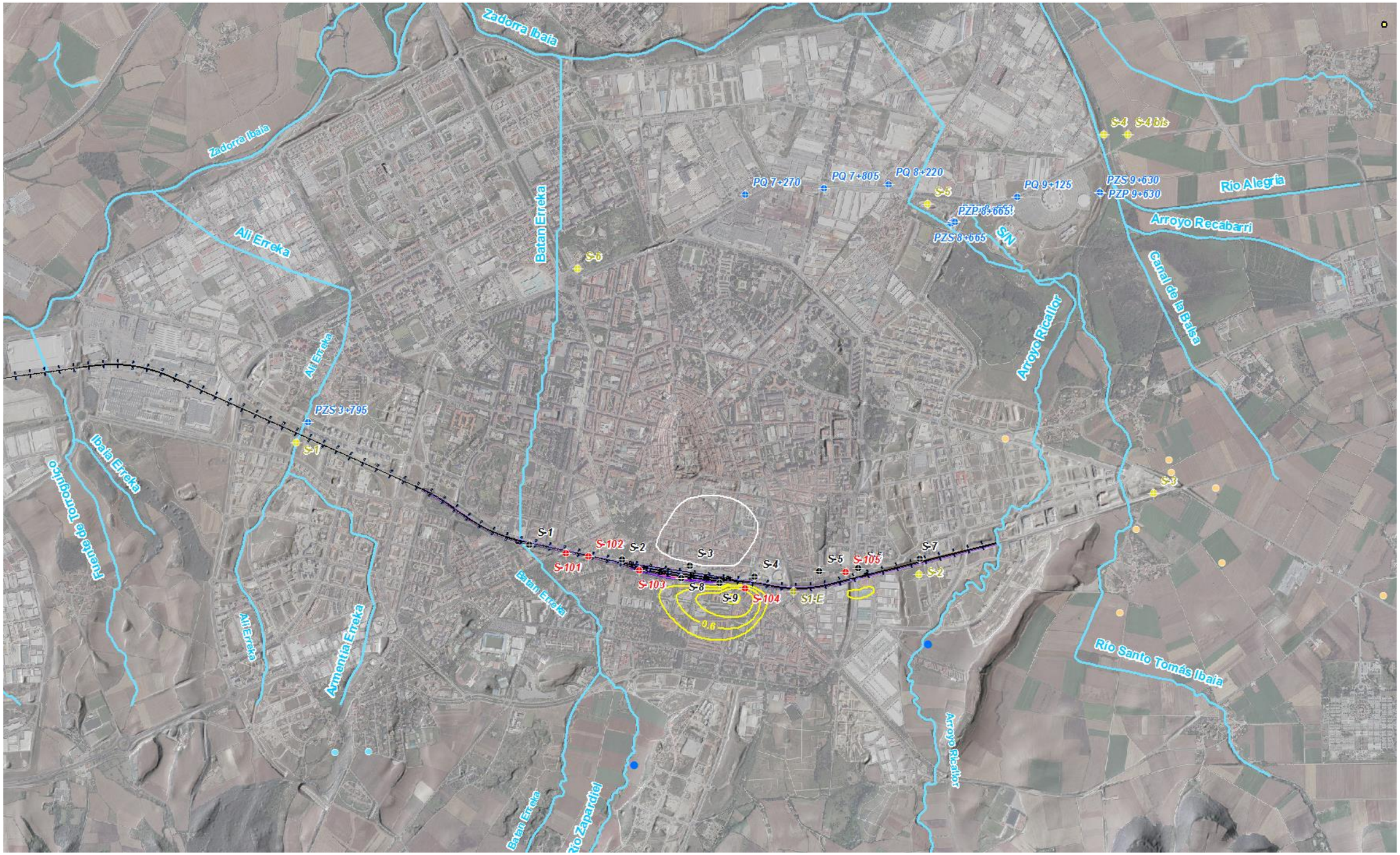


Figura 101. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 5 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de sifones cada 200 m (elaboración propia).

3.3.2.8. Simulación y evaluación de sifones como posible medida de restitución de flujo en la Alternativa entre Pantallas mediante batería de sifones cada 100 m en la zona de la estación

Para simular esta medida, se ha procedido a activar una celda de 25 x 25 m dentro de la barrera, cada 100 m únicamente en la zona central (zona de la estación), según se ilustra en la siguiente figura.

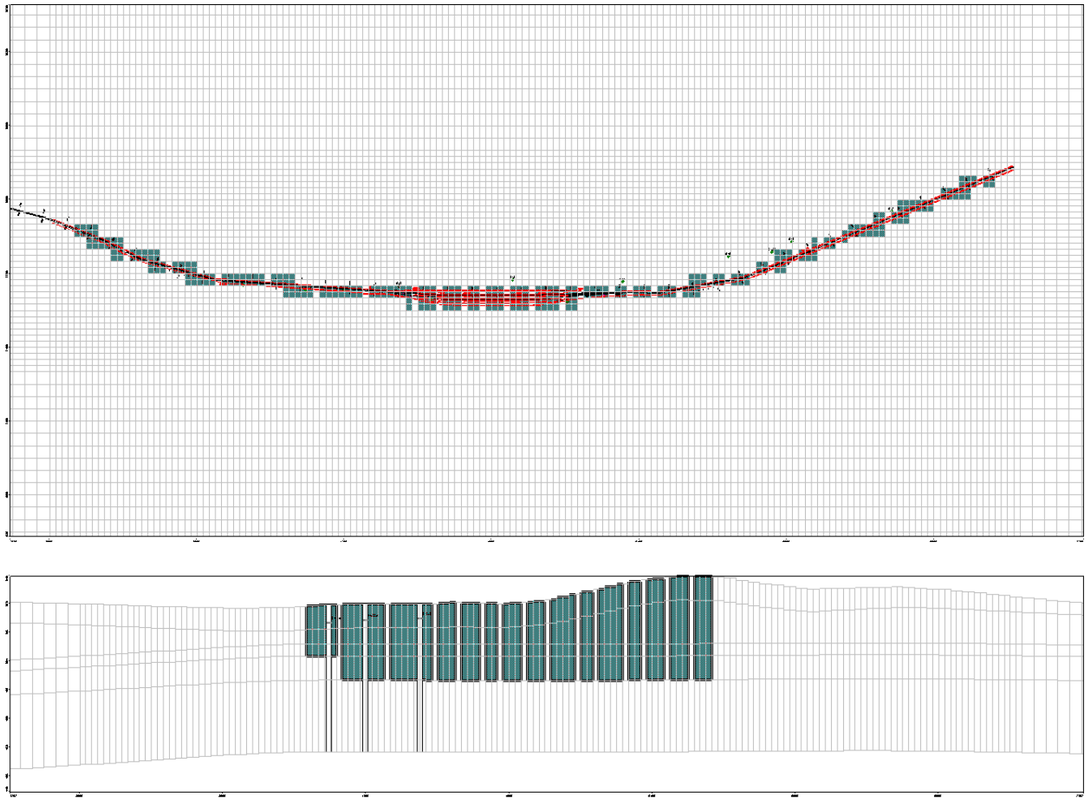


Figura 102. Arriba, Planta de la modelización de las pantallas con celdas activas al flujo cada 200 m. Abajo, perfil de las pantallas en la Fila 99, entre los PPKK 4+140 y 5+820 aproximadamente (elaboración propia).

En las siguientes figuras se ilustran las isopiezas obtenidas al modelizar la estructura soterrada con la solución contemplada cada 100 m en la zona de la estación. Dado que se ha supuesto en modelo un flujo horizontal, tanto para el acuífero aluvial cuaternario como en el acuitardo cretácico subyacente, las isopiezas para las capas 1, 2, 3 y 4 resultan similares. En el caso de la capa 5, más profunda y sin estructura antrópica, se hace igualmente patente el "efecto barrera" aunque con ligeras diferencias.

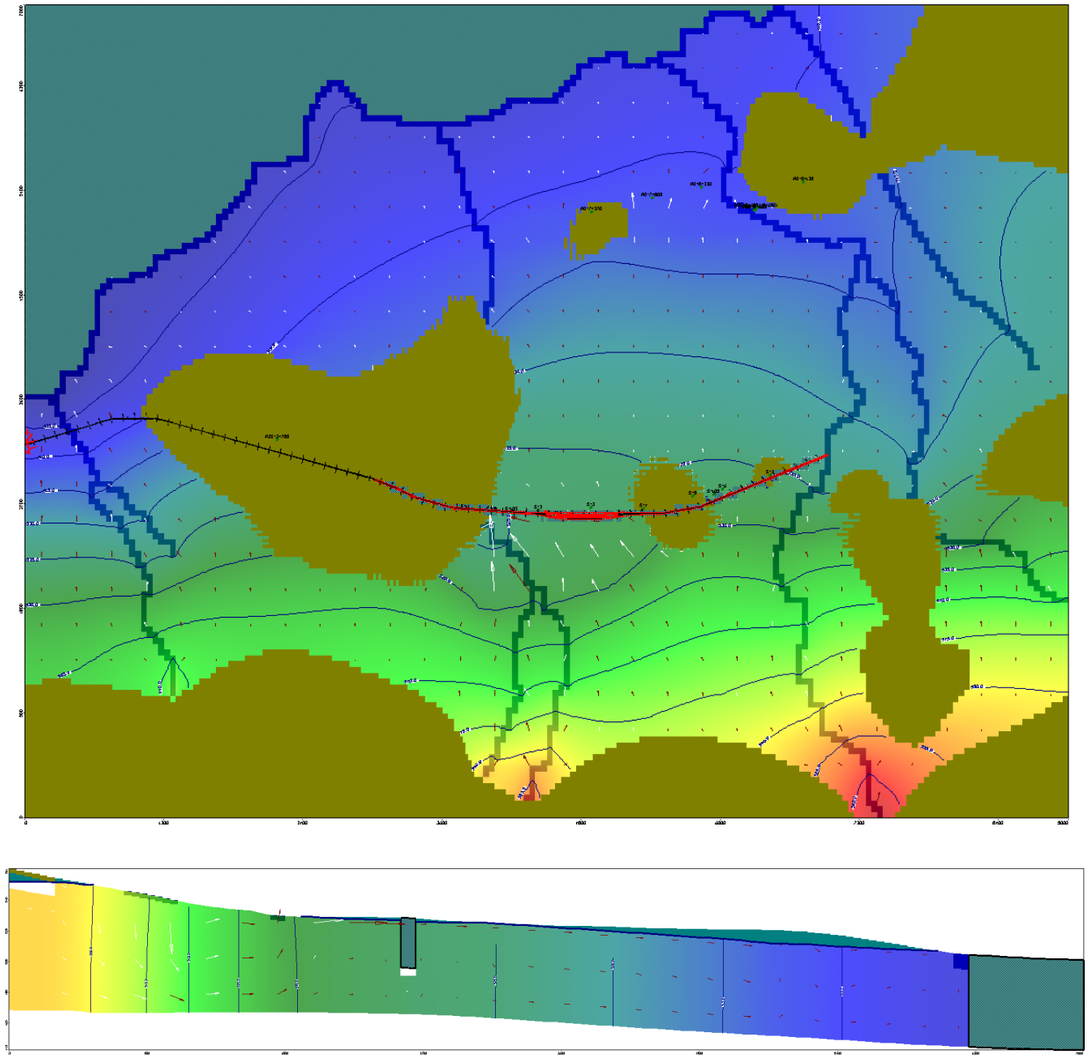


Figura 103. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 100 m en la zona de la estación, correspondientes a la capa 1. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

Según los resultados del modelo, en las capas 1, 2, 3 y 4 los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) resultan ya inferiores al umbral de tolerancia fijado en 0,5 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur), en la zona de la estación, lo hacen hasta un máximo en torno a +0,6 m (no llegan a alcanzar los +0,7 m). Puede considerarse este resultado ya como tolerable.

En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se encuentra apenas por encima de +0,5m (sin llegar a los +0,6 m) y el descenso máximo resulta ya inferior a -0,5 m (sin representación

en las figuras). Los máximos y mínimos siguen apareciendo sensiblemente apartados de la estructura soterrada, en comparación con las capas restantes.

Como ocurría en las isopiezas obtenidas en régimen natural actual, en la primera capa se siguen apreciando celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-7, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco. En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

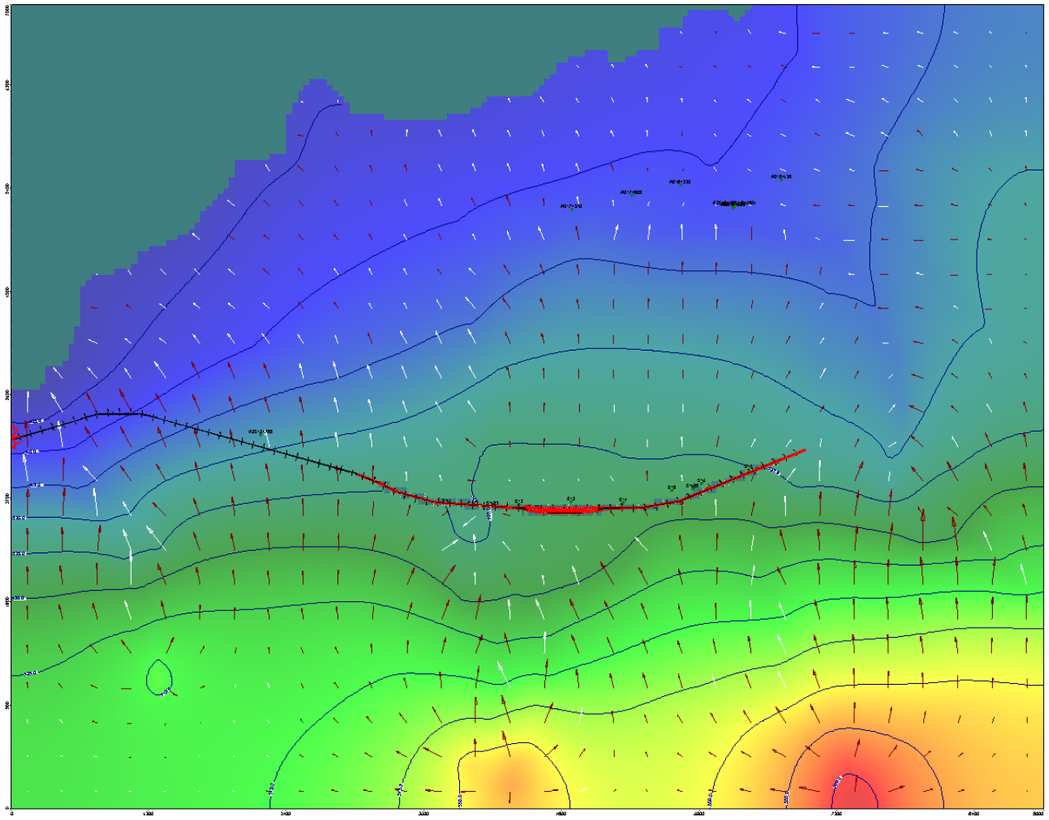


Figura 104. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 100 m en la zona de la estación, correspondientes a las capas 2, 3 y 4. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

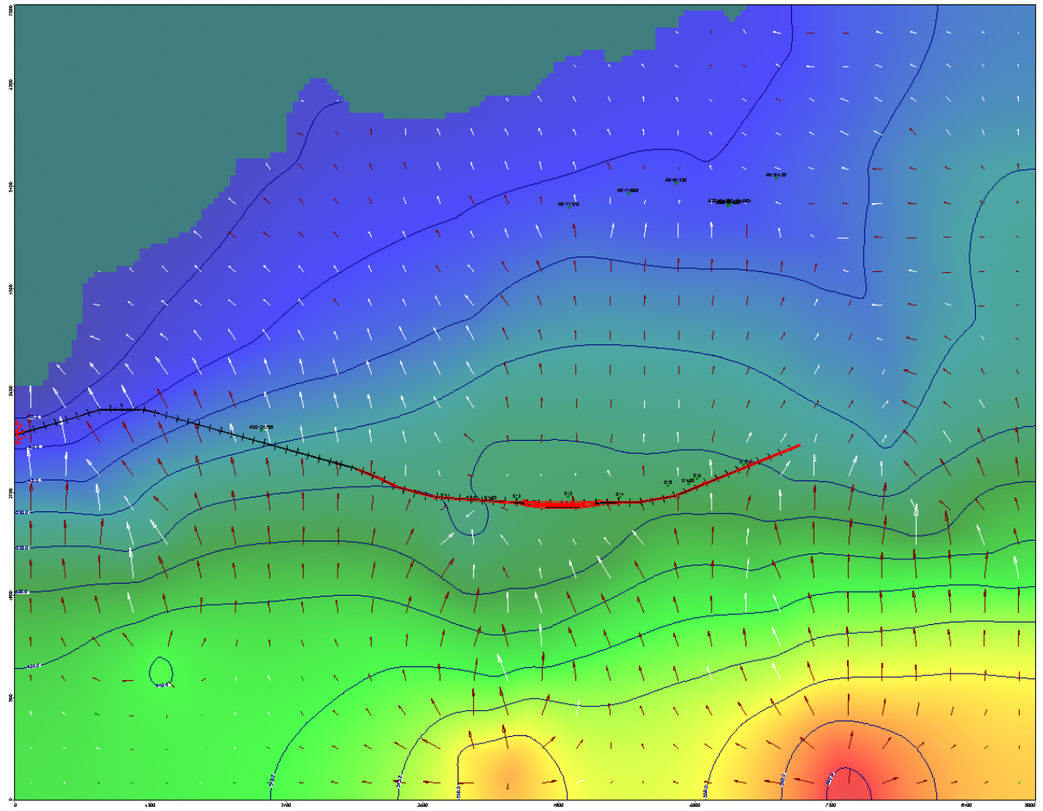


Figura 105. Isopiezas obtenidas al introducir las pantallas en el modelo con celdas activas al flujo cada 400 m, correspondientes a la capa 5. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En las figuras que se muestran a continuación se ilustran los isoascensos e isodescensos calculados con medidas de restitución de flujo cada 400 m sobre la ortofotografía de la ciudad. En el primero de los casos se representan las isolíneas a partir de +0,5 m, que supone el mínimo asumido como anomalía correspondiente al "efecto barrera". En el caso de los isodescensos, coherentemente, se han representado las curvas inferiores a -0,5 m.

Se comprueba, a la vista de estos resultados, la eficacia de sifones a la hora de restituir el flujo subterráneo, dentro de la Alternativa entre Pantallas.

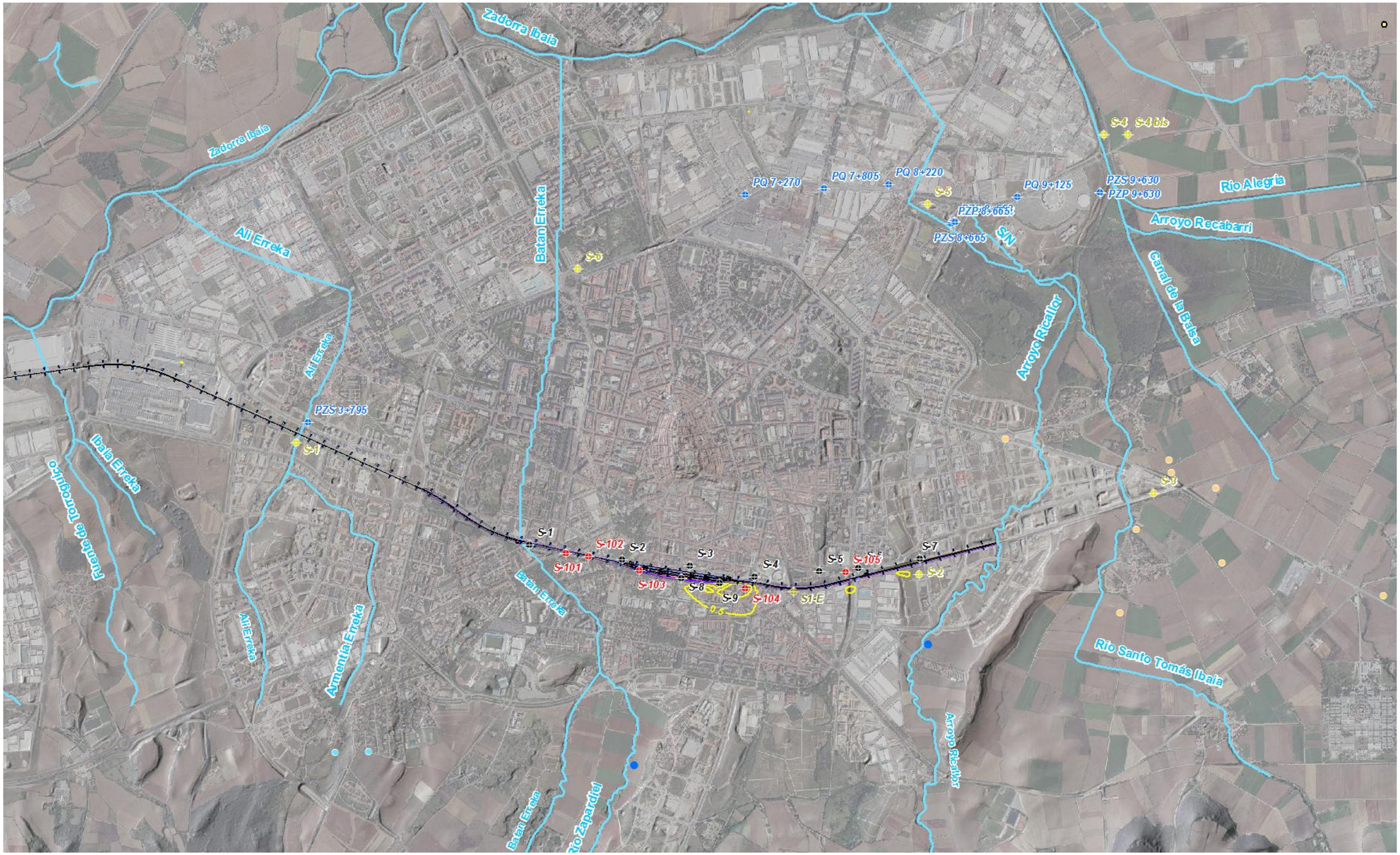


Figura 106. Isoascensos e isodescensos correspondientes a las capas 1, 2, 3 y 4 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de sifones cada 100 m en la zona de la estación (elaboración propia).

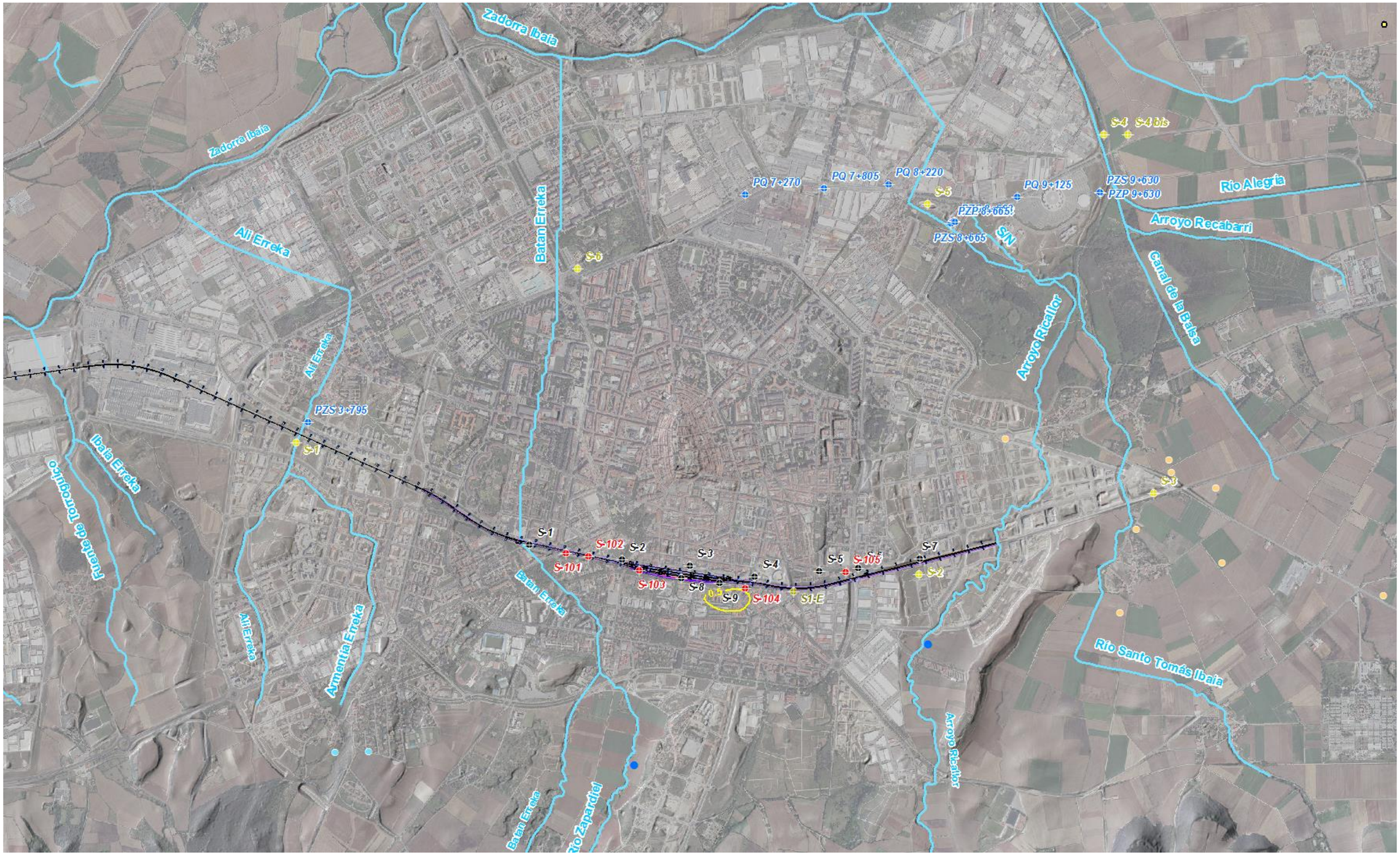


Figura 107. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 5 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de sifones cada 100 m en la zona de la estación (elaboración propia).

3.3.2.9. Simulación y evaluación de portillos inferiores alternativos como posible medida de restitución de flujo en la Alternativa de Pilotes secantes (1 portillo de cada 2 pilotes)

En cuanto a la *Alternativa con Pilotes secantes*, se ha procedido a acortar alternativamente 1 pilote de cada 2, por debajo de la losa inferior, a modo de portillos inferiores. Ello se ha efectuado activando una celda de 25 x 25 m por cada 2 celdas, en las capas 3 y 4, según se ilustra en la siguiente figura.

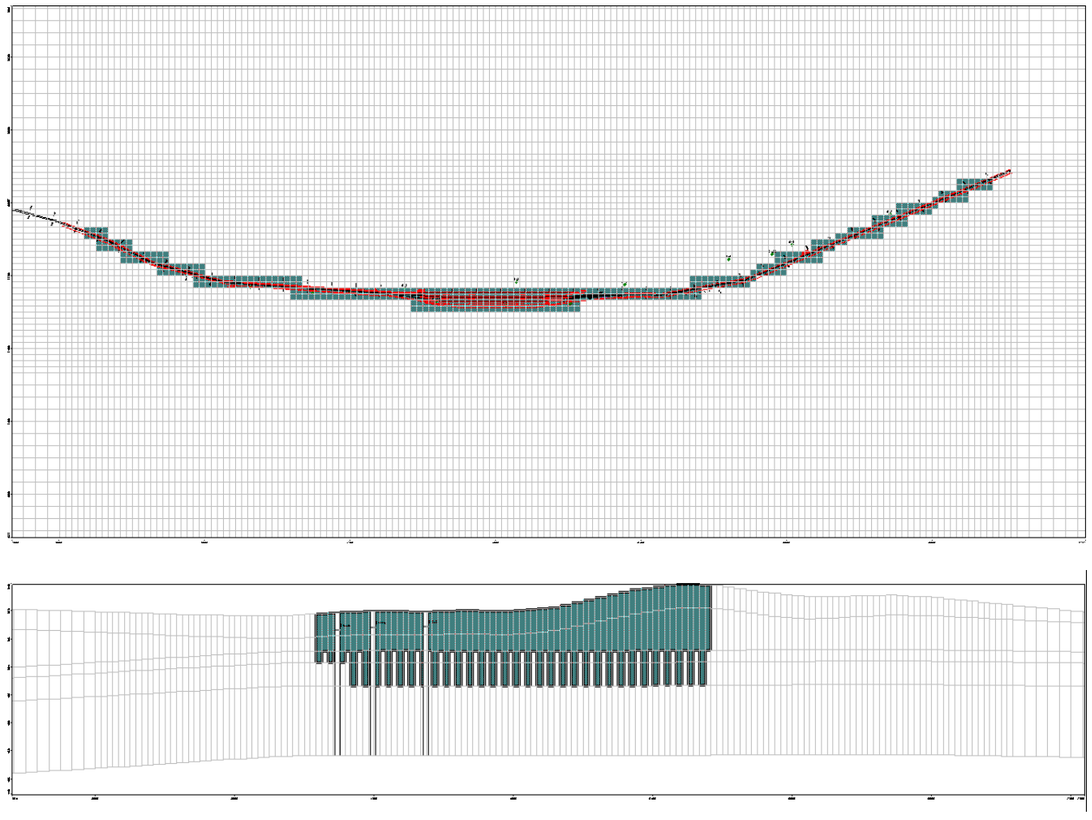


Figura 108. Arriba, Planta de la modelización de los pilotes con celdas activas en las capas 3 y 4 en columnas alternativas, a efectos de simular la acción de los portillos inferiores proyectados. Abajo, perfil de las pantallas en la Fila 99, entre los PPKK 4+140 y 5+820 aproximadamente (elaboración propia).

En las siguientes figuras se ilustran las isopiezas obtenidas al modelizar la estructura soterrada con la solución de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes. Las isopiezas para las capas 1, 2, por un lado (dado que las medidas de restitución de flujo no afectas a éstas), la capa 3, por otro, la capa 4, independientemente, y la capa 5, más profunda y sin estructura antrópica. A diferencia de lo que ocurría en las simulaciones correspondientes a la Alternativa entre pantallas, en este caso, el "efecto barrera" sufre sutiles diferencias de unas capas a otras, cuando las medidas de restitución de flujo se sitúan en ellas.

Según los resultados del modelo, la medida de restitución de flujo correspondiente a esta Alternativa no ha logrado rebajes piezométricos tan efectivos como en el caso de la Alternativa entre pantallas (con sifones). En las capas 1, 2, 3 y 4, la atenuación máxima de los ascensos y descensos se quedan muy lejos del umbral de 0,5 m respecto a los niveles freáticos actuales, considerado como aceptable. Los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) se reducen de -2.6 a -2.4 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) apenas bajan del +1.6 m inicial.

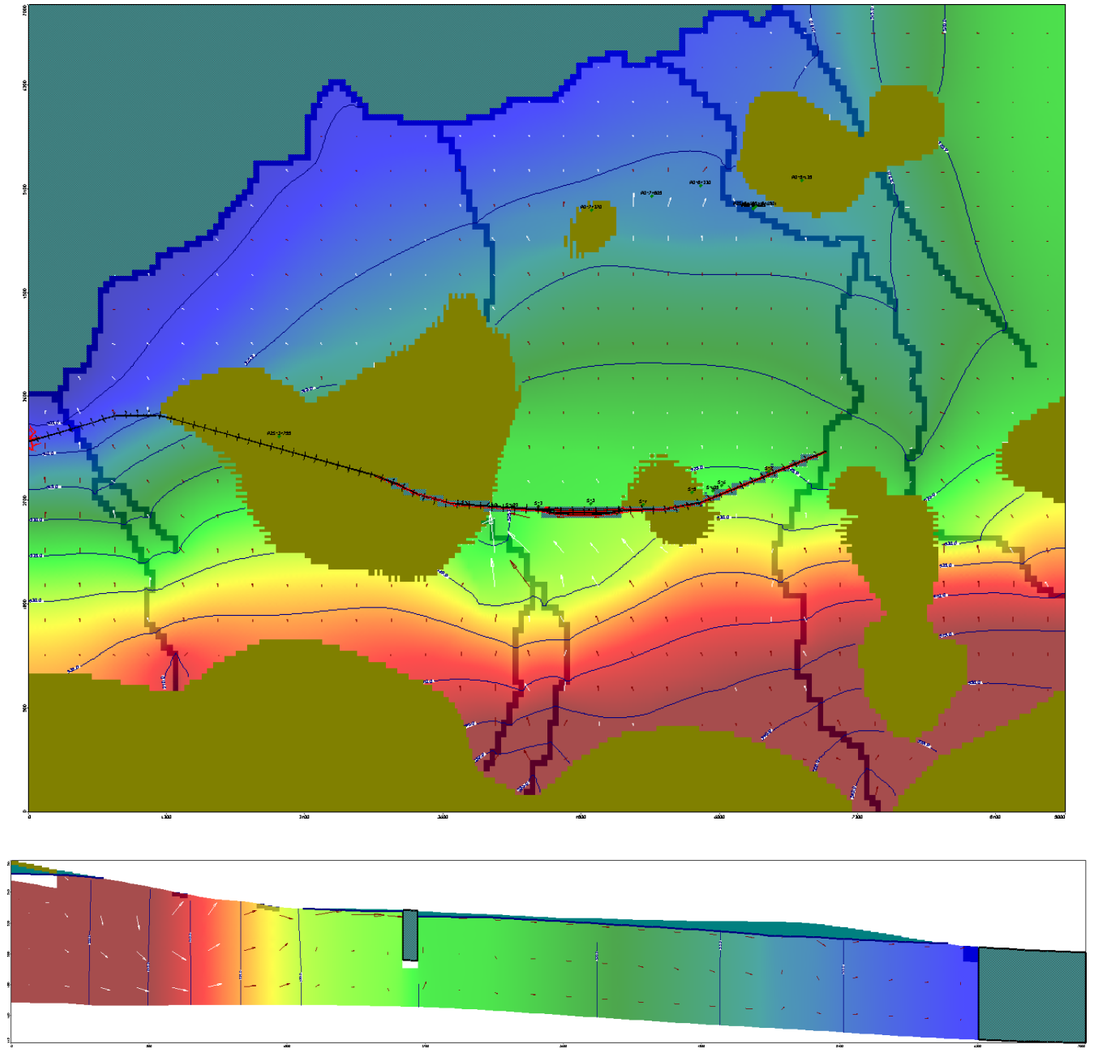


Figura 109. Isopiezas correspondientes a la capa 1, obtenidas al introducir celdas activas en 1 de cada 2 celdas en las capas 3 y 4 del modelo. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En la capa 5, las atenuaciones resultan similares. Los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) se reducen a -2.1 m, mientras que +1,1 m.

Ello se debe a que la medida de restitución de flujo afecta únicamente al sustrato margoso, de permeabilidad relativamente baja. Es esta circunstancia la que impide la efectividad de la solución, mientras que, en el caso de los sifones (al ser elementos independientes de la estructura estanca soterrada), éstos pueden ranurarse a voluntad de forma que se capten tanto el acuífero cuaternario como el acuitardo cretácico, aumentando exponencialmente su efectividad con la permeabilidad del primero.

A la vista de los resultados, se hace evidente que cualquier mecanismo de restitución de flujo subterráneo ha de utilizar el acuífero aluvial cuaternario como medio; su vinculación exclusivamente al acuitardo margoso no resultará efectiva.

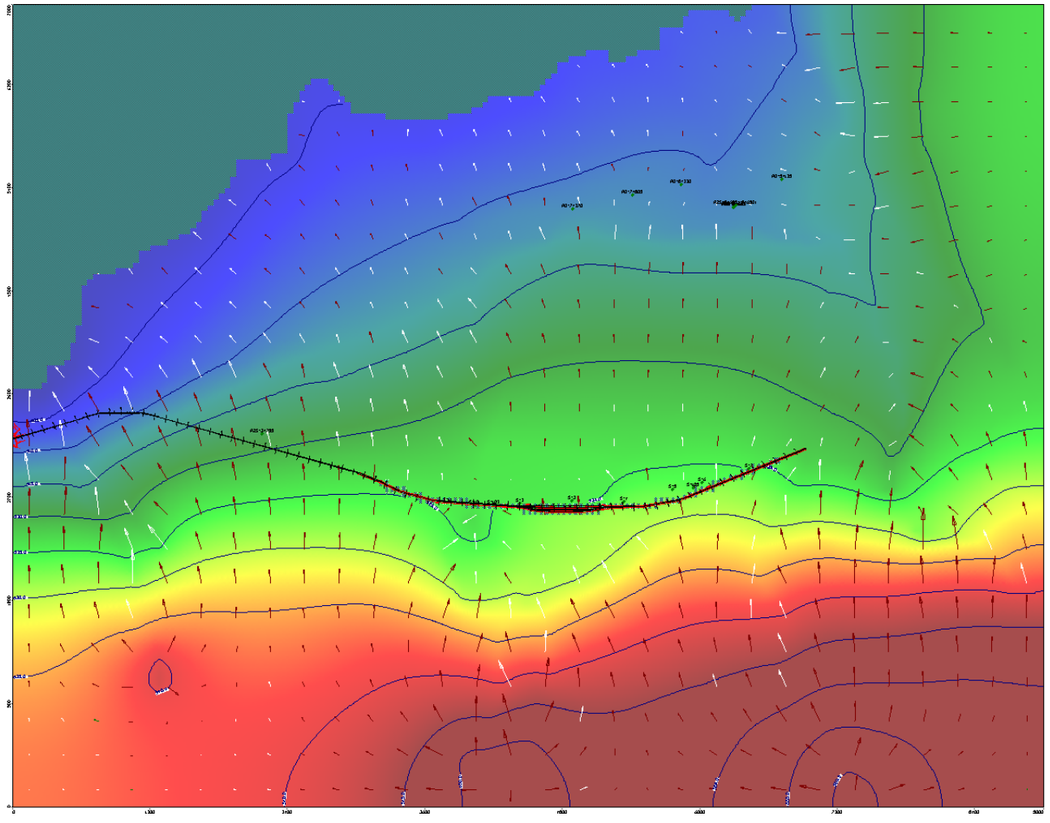


Figura 110. Isopiezas correspondientes las capas 2, 3 y 4, obtenidas al introducir celdas activas en 1 de cada 2 celdas en las capas 3 y 4 del modelo. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

Como ocurría en las isopiezas obtenidas en régimen natural actual, en la primera capa se siguen apreciando celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-7, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco. En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

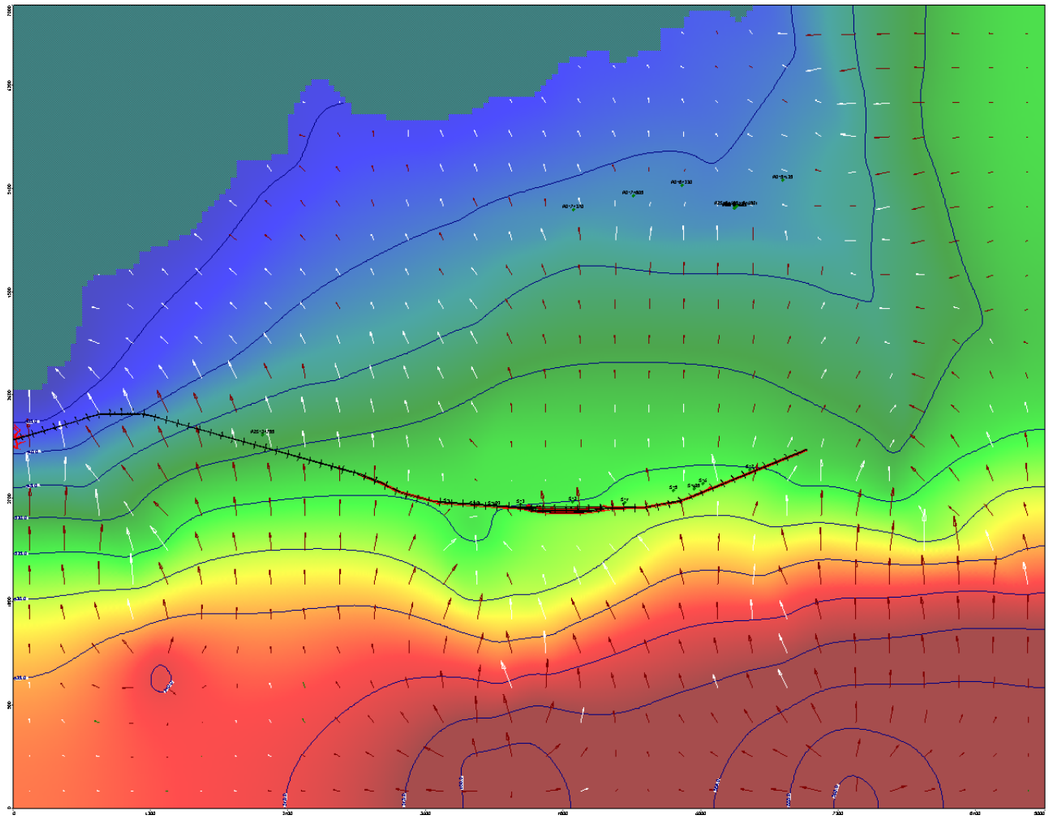


Figura 111. Isopiezas correspondientes a la capa 5, obtenidas al introducir celdas activas en 1 de cada 2 celdas en las capas 3 y 4 del modelo. La simulación revela la alteración del flujo subterráneo, con respecto al obtenido en la calibración (correspondiente al régimen natural), debida al "efecto barrera" producido por la estructura (elaboración propia).

En las figuras que se muestran a continuación se ilustran los isoascensos e isodescensos calculados con medidas de restitución de flujo correspondiente a esta Alternativa sobre la ortofotografía de la ciudad. En el primero de los casos se representan las isolíneas a partir de +0,5 m, que supone el mínimo asumido como anomalía correspondiente al "efecto barrera". En el caso de los isodescensos, coherentemente, se han representado las curvas inferiores a -0,5 m.

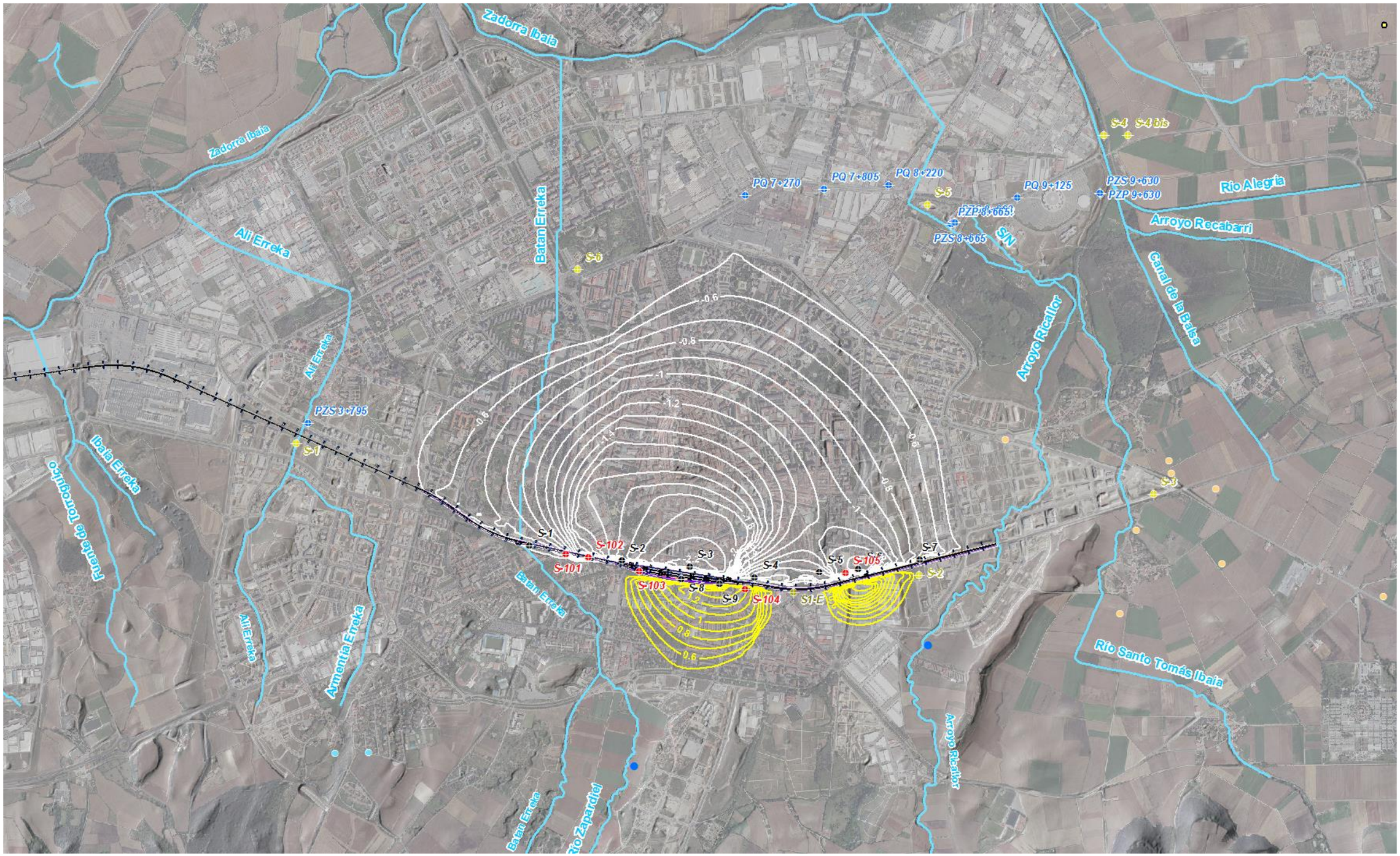


Figura 112. Isoascensos e isodescensos correspondientes a las capas 1 y 2 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes (elaboración propia).

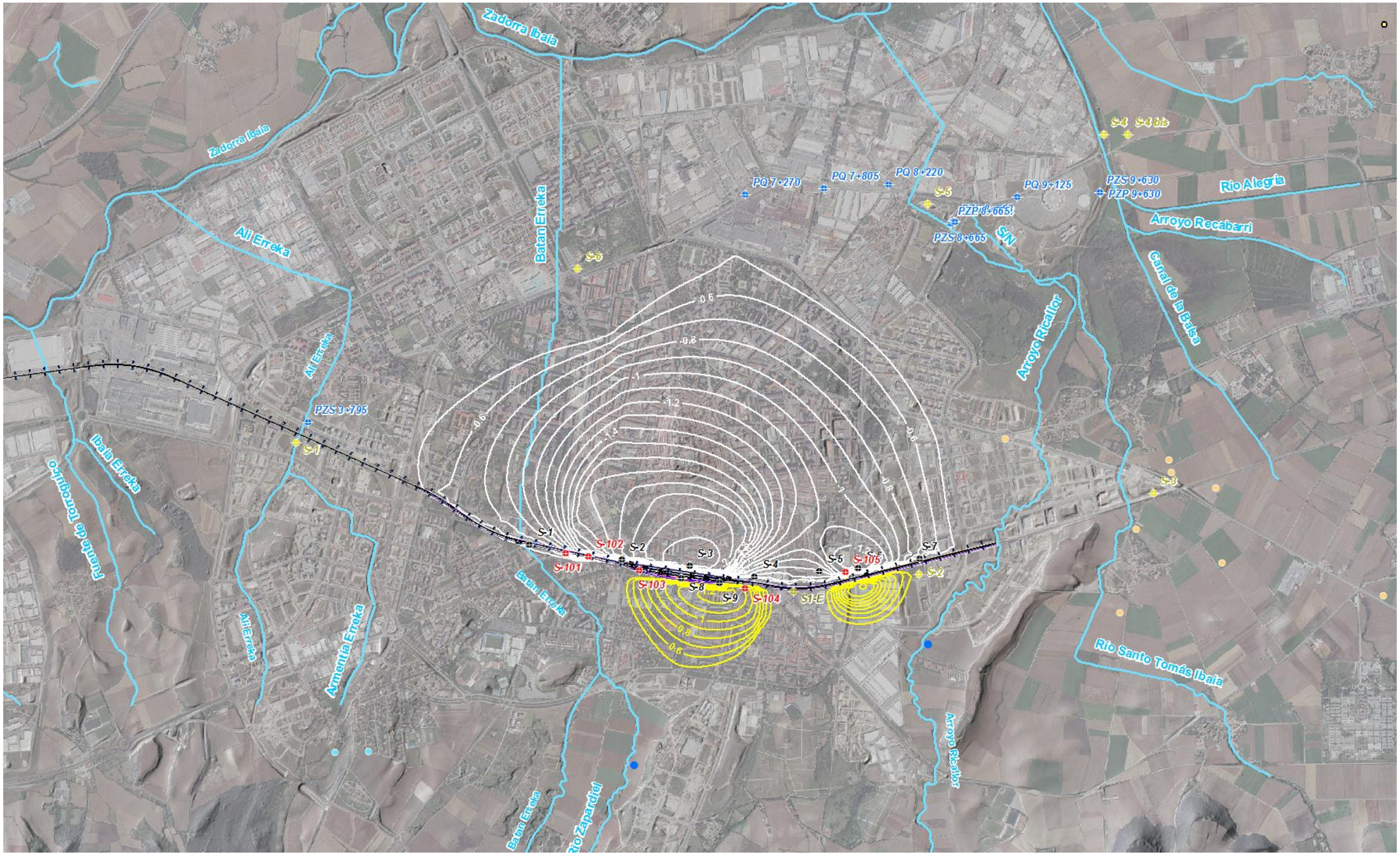


Figura 113. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 3 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes (elaboración propia).

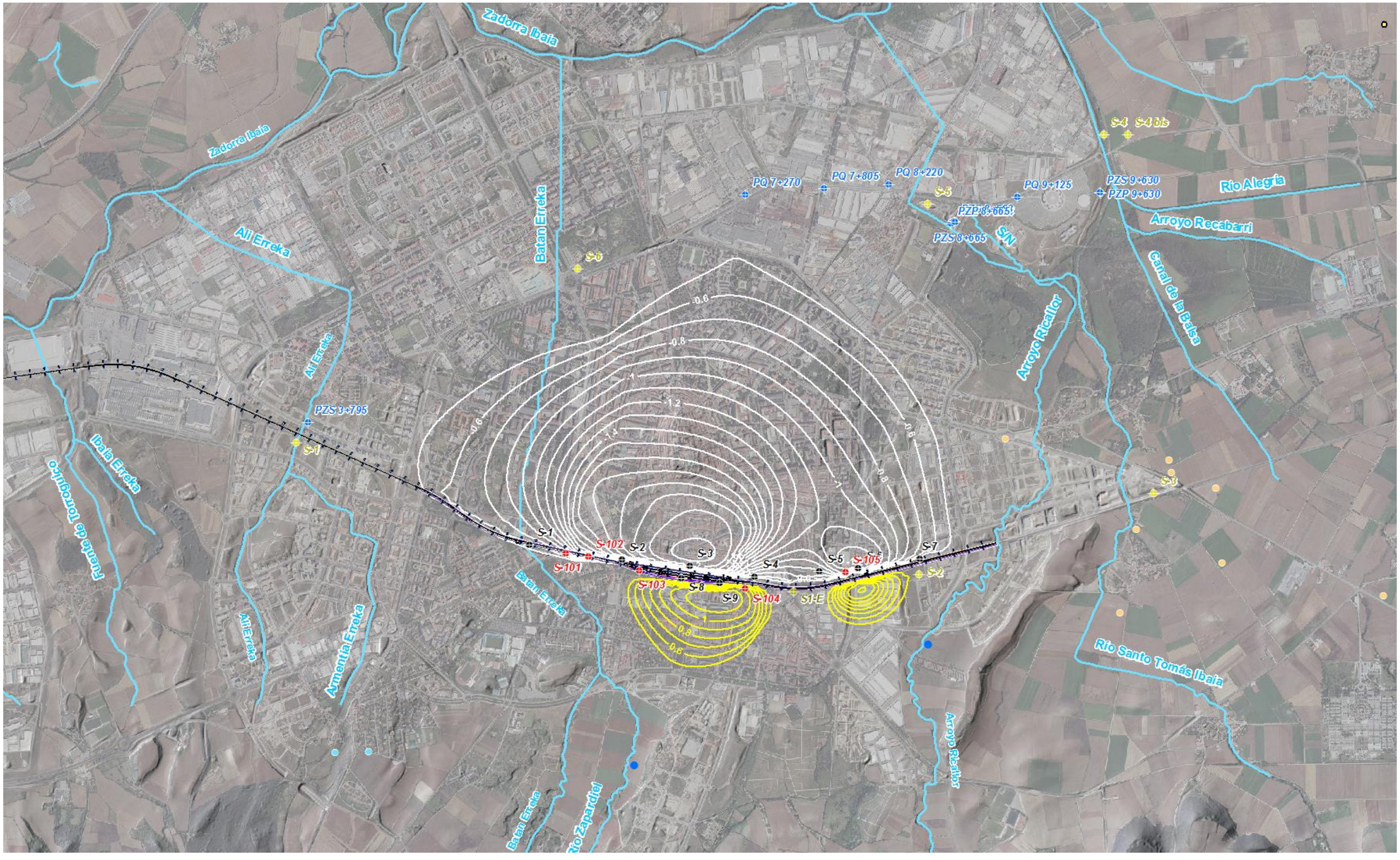


Figura 114. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 4 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes (elaboración propia).

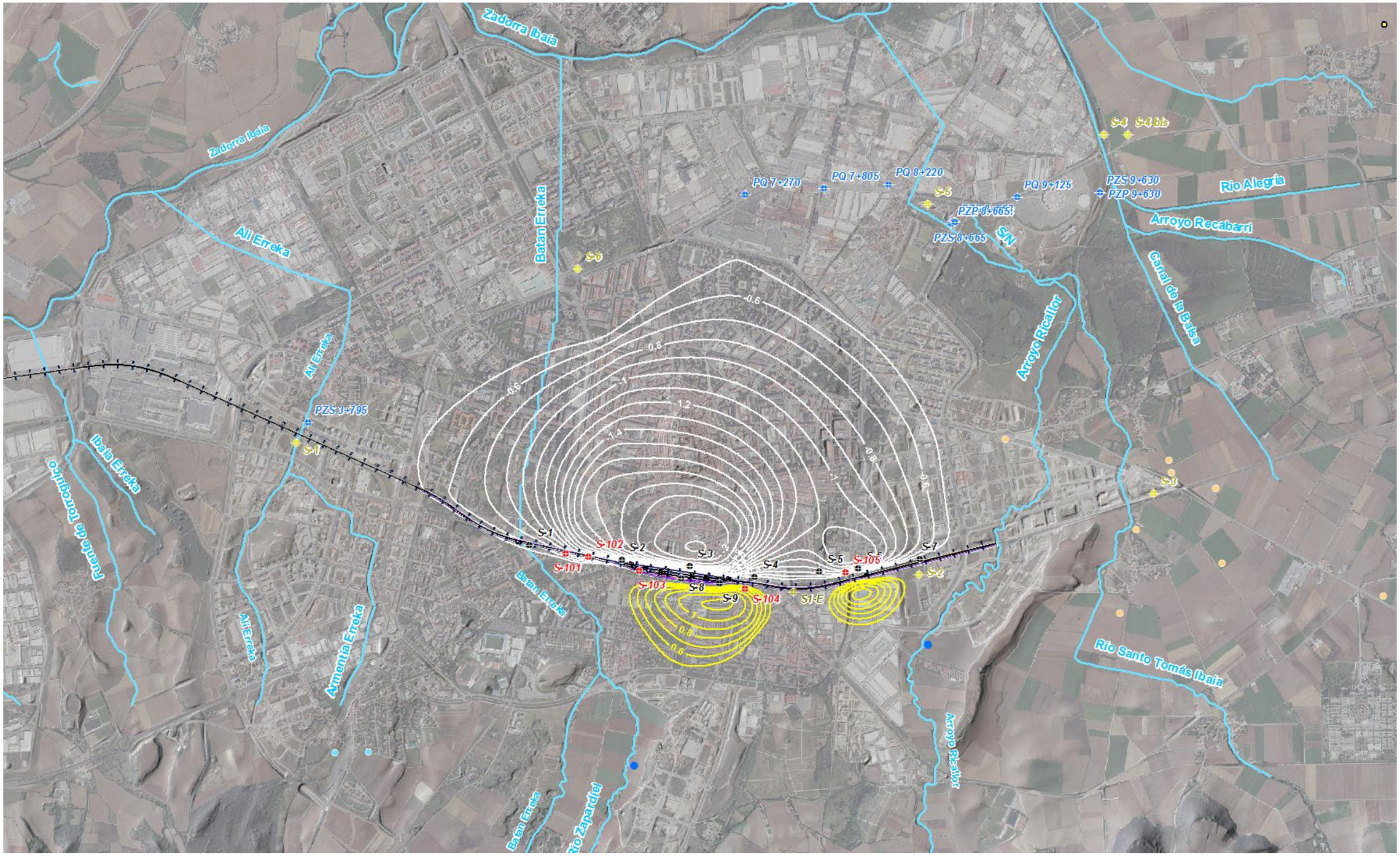


Figura 115. Isoascensos e isodescensos correspondientes a la capa 5 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, dotada de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes (elaboración propia).

3.3.2.10. Conclusiones

De las simulación y construcciones efectuadas mediante la modelización efectuada se pueden extraer las siguientes conclusiones sobre el impacto de la estructura soterrada definitiva:

- La introducción de un elemento antrópico que no permite el drenaje del agua a su través (impermeabilizado) dicho elemento se constituirá entonces como un obstáculo al flujo subterráneo con respecto al régimen natural, ocasionando un "efecto barrera" al flujo subterráneo. La oposición que presente a dicho flujo dependerá de la geometría que presente la construcción, su orientación con respecto al flujo y de si atraviesa totalmente la formación geológica que constituye el acuífero o no. En este sentido, el caso más desfavorable correspondería al de un elemento de geometría alargada, dispuesto perpendicularmente al flujo y atravesando por completo la formación acuífera, como puede ser el caso de las pantallas. El "efecto barrera" se manifiesta en forma de una elevación del nivel freático, de mayor o menor magnitud según la permeabilidad del medio, en el lado aguas arriba de la estructura, con respecto al flujo subterráneo. De forma más o menos simétrica, se produce una depresión de los niveles freáticos en el lado aguas debajo de dicha estructura.
- A efectos de evaluar el posible "efecto barrera" que ocasione la estructura soterrada prevista en proyecto sobre el medio subterráneo se ha procedido a la construcción de un modelo de flujo tridimensional mediante el software Visual Modflow 4.2, cuyo motor de cálculo corresponde al código MODFLOW (Mc Donald & Harbaugh) del US Geological Survey. MODFLOW es un código numérico tridimensional de diferencias finitas, ampliamente utilizado a nivel mundial, tanto en geotecnia como en otro tipo de aplicaciones para la simulación del flujo subterráneo en sistemas hidrogeológicos con un mayor o menor grado de complejidad.

  Asimismo, se ha empleado el software de interpolación SURFER 9.0 de Golden Software, a efectos de la construcción de las curvas de isoascensos e isodescensos, así como de su exportación georreferenciada a un sistema de información geográfica para ilustrar con más detalle su distribución espacial con respecto al trazado proyectado.

- Los ascensos y descensos piezométricos ocasionados por el "efecto barrera" de la estructura soterrada al medio subterráneo, se calculan restando a las isopiezas obtenidas en cada escenario simulado, las correspondientes al régimen natural actual, tras la calibración.
- Los resultados de la simulación efectuada tras introducir en el modelo la estructura soterrada sin medidas de restitución de flujo (e independientemente del método constructivo), ha dado como resultado un "efecto barrera" apreciable. Según ésta, este efecto afectaría tanto al acuífero cuaternario aluvial como al acuitardo cretácico subyacente. En las capas 1, 2, 3 y 4, aguas arriba de la estructura (al Sur) según el flujo subterráneo, se obtienen ascensos piezométricos de hasta +1,6 m sobre los niveles freáticos actuales (en situación de aguas altas), mientras que aguas abajo de la misma (al Norte) se producirían descensos de hasta -2,6 m con respecto igualmente a éstos. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura y se localizan tanto en la zona de la estación como en el tramo a continuación de ésta, según kilometración creciente. Cabe llamar también la atención sobre una zona muy concreta, donde el "efecto barrera" se hace mínimo (tanto ascensos como descensos), entre estos dos puntos singulares. Comparándola con las isopiezas en régimen natural, se corresponde con la divisoria hidrogeológica local entre los cauces del Batán y el Ricallor, donde el flujo es divergente y subparalelo a la traza ferroviaria. En la capa 5, las magnitudes determinadas resultan similares, con ascensos de hasta +1,4 m sobre los niveles freáticos actuales y descensos de hasta -2,4 m, si bien el máximo y el mínimo aparecen sensiblemente apartados de la estructura. Ello demuestra que en los niveles del acuitardo cretácico inmediatamente inferiores a la barrera también se encuentran influidos por su efecto, aunque éste aparece más atenuado que el de los estratos situados a cotas superiores. La distribución espacial de las mismas resulta igualmente similar a la de las restantes capas, con los puntos singulares localizados en la zona de la estación y el siguiente tramo, al igual que el área de mínima influencia correspondiente al interfluvio hidrogeológico.
- En la Alternativa entre pantallas con sifones cada 400 m, en las capas 1, 2, 3 y 4 los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) según el flujo subterráneo se atenuarían en casi 1 m, hasta casi -1,4 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) lo hacen del orden de casi 0,5 m, hasta +1,2 m. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se halla en +1,2 m y el descenso máximo, inferior a -1,1 m, si bien el máximo y el mínimo aparecen sensiblemente apartados de la estructura. Asimismo, esta capa inferior también es sensible a la restitución del flujo.
- En la Alternativa entre pantallas con sifones cada 200 m, los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) según el flujo subterráneo se atenuarían hasta casi el umbral de 0,5 m (-0,7 m puntualmente en la zona de la estación), mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) lo hacen hasta un máximo en torno a +1,0 m, también en la zona de la estación. El máximo y mínimo, respectivamente, se encuentran prácticamente en contacto con la estructura. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se encuentra ya por debajo de +1,0 m y el descenso máximo, en torno a -0,6 m, prácticamente alcanzando el umbral de tolerancia fijado en 0,5 m. Los máximos y mínimos siguen apareciendo sensiblemente apartados de la estructura.
- En la Alternativa entre pantallas con sifones cada 100 m en la zona de la estación, los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) resultan ya inferiores al umbral de tolerancia fijado en 0,5 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur), en la zona de la estación, lo hacen hasta un máximo en torno a +0,6 m (no llegan a alcanzar los +0,7 m). Puede considerarse este resultado ya como tolerable. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares; de esta forma, el ascenso máximo se encuentra apenas por encima de +0,5m (sin llegar a los +0,6 m) y el descenso máximo resulta ya inferior a -0,5 m (sin representación en las figuras).
- En la Alternativa con Pilotes secantes, dotada de portillos inferiores en 1 de cada 2 pilotes, la medida de restitución de flujo correspondiente a esta Alternativa no ha logrado rebajes piezométricos tan efectivos como en el caso de la Alternativa entre pantallas (con sifones). En las capas 1, 2, 3 y 4, la atenuación máxima de los ascensos y descensos se quedan muy lejos del umbral de 0,5 m respecto a los niveles freáticos actuales, considerado como aceptable. Los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) se reducen de -2.6 a -2.4 m, mientras que los ascensos aguas arriba de la misma (al Sur) apenas bajan del +1.6 m inicial. En la capa 5, las atenuaciones resultan similares. Los descensos aguas abajo de la estructura soterrada (al Norte) se reducen a -2.1 m, mientras que +1,1 m.
- Ello se debe a que la medida de restitución de flujo afecta únicamente al sustrato margoso, de permeabilidad relativamente baja. Es esta circunstancia la que impide la efectividad de la solución, mientras que, en el caso de los sifones (al ser elementos independientes de la estructura estanca soterrada), éstos pueden ranurarse a voluntad, de forma que se capten tanto el acuífero cuaternario como el acuitardo cretácico, aumentando exponencialmente su efectividad con la permeabilidad del primero.
- A la vista de los resultados, se hace evidente que cualquier mecanismo de restitución de flujo subterráneo ha de utilizar el acuífero aluvial cuaternario como medio; su vinculación exclusivamente al acuitardo margoso no resultará efectiva.

- En las estimaciones de los ascensos y descensos piezométricos fruto del "efecto barrera" se ha adoptado como umbral de significación diferencias piezométricas de ±0,5 m (según corresponda) con respecto a las isopiezas obtenidas en régimen natural. Dicho umbral supone el mínimo asumido como anomalía correspondiente al "efecto barrera".
- Cabe mencionar la existencia, en la primera capa de todas las simulaciones efectuadas, de celdas secas en toda la región Sur, en ciertas áreas concretas en la región central (zona de los sondeos S-1, S-101, S-102 y PZS-3+795, zona de los sondeos S-4, S-5, S-105) y en la región septentrional, más próxima a las lagunas de Salburúa y el cauce del río Zadorra (zonas de los sondeos PQ-7+270 y PQ-9+125). Por lo que respecta a la zona de recarga, al Sur, dada la escasa potencia que presenta aquí el aluvial y la existencia de relieves importantes (comparados con la llanura donde se enclava la ciudad de Vitoria), resulta lógico suponer que el nivel piezométrico se encuentre por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas, resultado el aluvial seco. En cuanto al resto de las zonas, según las testificaciones de los sondeos mencionados, bien no existe aluvial en la zona (caso del S-1, S-4, S-104, S-105), bien dicho aluvial se encuentra seco. En cualquiera de los dos casos, se comprueba que, actualmente, en dichas zonas el nivel piezométrico se encuentra igualmente por debajo del contacto con el sustrato, a la altura de las margas cretácicas.

4. SISMICIDAD

La peligrosidad sísmica se define mediante el mapa de peligrosidad sísmica publicado en el capítulo 2 del B.O.E. nº 244 del viernes 11 de octubre de 2002, y que se muestra a continuación:

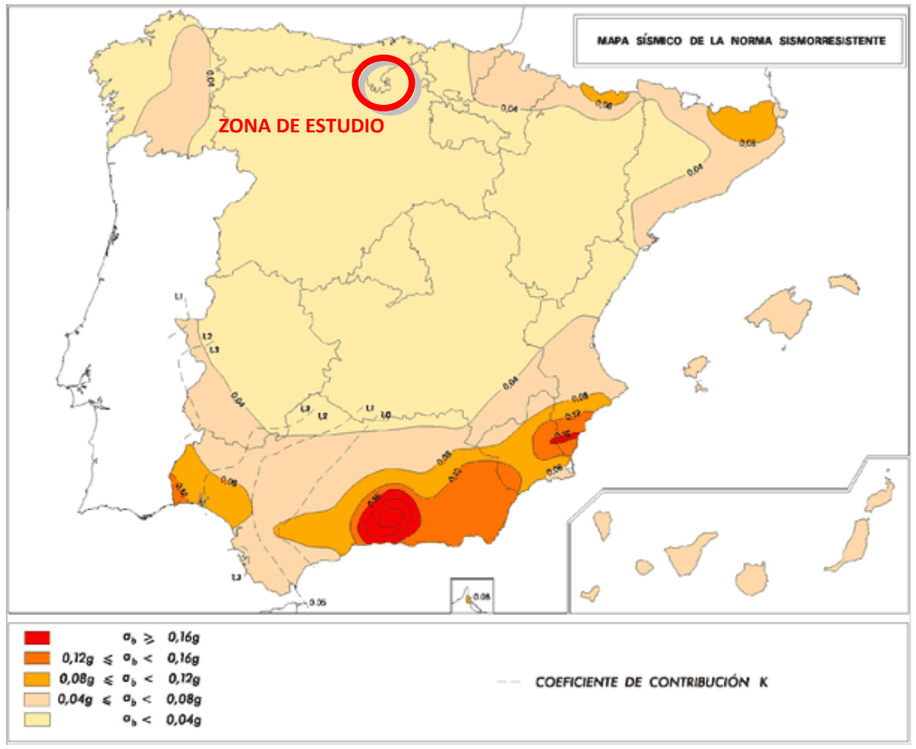


Figura 116. Mapa peligrosidad sísmica básica en la que se indica la situación de la zona de proyecto

Este mapa muestra, expresando en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica (ab) y el coeficiente de distribución (K) que tienen en cuenta la influencia de los diferentes tipos de sismos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

Al tratarse de una obra calificada como de importancia especial en la que la aceleración sísmica básica ab, es inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, **no es necesario la aplicación de la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02".**

5. GEOTECNIA

La zona de estudio, como se ha indicado en la introducción del presente anejo, se divide en dos tramos. Para el análisis geotécnico, al tratarse de dos tramos con unas actuaciones claramente diferenciadas, se han estudiado por separado.

Así, para cada uno de los tramos, se incluye una caracterización geotécnica a partir de las investigaciones disponibles en el entorno, así como apartados de obras de tierra y estructuras, según corresponda.

5.1. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

Para la redacción del presente proyecto, se ha realizado un análisis de la información existente. Las investigaciones recopiladas se incluyen a continuación:

5.1.1. Sondeos

Se dispone de 27 sondeos de campañas previas realizadas en la zona de estudio entre los años 2010 y 2018. De estos sondeos, 17 se localizan en el entorno del tramo 1 y 10 en el entorno del tramo 2.

A continuación, se incluye una tabla resumen con el proyecto al que pertenecen, la profundidad del sondeo y las coordenadas, así como el ámbito de actuación del proyecto actual en el que se encuentran:

Campaña	Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas			Ámbito actuación
			X	Y	Z	
Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)	S-101	8,7	525971	4743375	522	Tramo 1: soterramiento
	S-102	8,5	526124	4743354	523	Tramo 1: soterramiento
	S-103	9,6	526470	4743261	527	Tramo 1: soterramiento
	S-104	6,7	527190	4743136	528	Tramo 1: soterramiento
	S-105	5,8	527869	4743248	524	Tramo 1: soterramiento
Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	20,1	525722,49	4743435,46	520	Tramo 1: soterramiento
	S-2	35,5	526349,94	4743335,32	523,6	Tramo 1: soterramiento
	S-3	40	526809,4	4743291,85	526,69	Tramo 1: soterramiento
	S-4	40	527251,33	4743217,37	530,69	Tramo 1: soterramiento
	S-5	35	527690,59	4743255,93	528,33	Tramo 1: soterramiento
	S-6	25	527956,11	4743276,04	523,29	Tramo 1: soterramiento
	S-7	25	528375	4743340	529,79	Tramo 1: soterramiento
	S-8	25,5	526752,48	4743203,82	525,57	Tramo 1: soterramiento
	S-9	24,9	527015,41	4743172,52	526,97	Tramo 1: soterramiento
Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)	S-1	12,1	529686	4747016	511,3	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-3	13,6	529927	4746418	511,8	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-4	12	530006	4746211	512,2	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-5	11,8	530025	4746215	512,3	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-18	13	533553	4745326	522,1	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-19	12	533590	4745301	522,1	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-20	13,6	533602	4744915	524	Tramo 2: Nudo de Arkaute
E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)	S-1E	10.2	527515	4743156	531,75	Tramo 1: soterramiento
	S-2E	10.5	527517	4743116	534,48	Tramo 1: soterramiento
Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	S-2	35,1	528473,72	4743438,36	526	Tramo 1: soterramiento
	S-3	25	530066,24	4743988,81	519,89	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-4	23	529726,47	4746426,56	512,55	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	S-4 bis	9,5	529893,75	4746426,56	512,55	Tramo 2: Nudo de Arkaute

Tabla 1. Sondeos recopilados de las campañas existentes en la zona de estudio

5.1.2. Calicatas

Se cuenta con 10 catas en la zona de estudio, todas ellas en el entorno del tramo 2, y una de ellas, además, al final del tramo 1.

A continuación, se incluye una tabla resumen con el proyecto al que pertenecen, la profundidad alcanzada y las coordenadas, así como el ámbito de actuación del proyecto actual en el que se encuentran:

Campaña	Cata	Profundidad (m)	Coordenadas			Ámbito actuación
			X	Y	Z	
Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)	C-7	3	529944	4746198	512,3	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-8	3.35	530111	4746225	512,4	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-11	3.1	530548	4745989	512,5	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-20	3.3	531349	4746050	514	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-21	2.9	531393	4745929	514,4	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-31	3.4	533486	4744858	524,4	Tramo 2: Nudo de Arkaute
Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	C-7	2,9	532845,72	4744786,68	521,82	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-9	3,4	529021,4	4743657,03	523,02	Tramo 1 y Tramo 2
	C-10	3,5	532126,04	4744604,93	518,51	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	C-13	3,7	531656,33	4746116,23	513,8	Tramo 2: Nudo de Arkaute

Tabla 2. Calicatas recopiladas de las campañas existentes en la zona de estudio

5.1.3. Penetrómetros dinámicos

Se cuenta con 12 penetrómetros dinámicos en la zona de estudio, todos ellos pertenecientes al Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz Fase I (2012), en el entorno del tramo 2.

A continuación se incluye una tabla resumen con el proyecto al que pertenecen, la profundidad alcanzada y las coordenadas, así como el ámbito de actuación del proyecto actual en el que se encuentran:

Campaña	Penetrómetro	Profundidad (m)	Coordenadas			Ámbito actuación
			X	Y	Z	
Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)	P-1	2,6	529655	4747014	511,2	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-4	3,2	529920	4746191	512,1	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-5	3,2	530018	4746211	512,2	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-6	3	530058	4746216	512,2	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-7	2,6	530456	4746013	512,4	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-8	3,8	530566	4745989	512,5	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-19	1,8	531345	4745826	513,8	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-19bis	2,8	531324	4745850	513,8	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-29	2,8	533468	4745306	522,5	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-30	2,8	533520	4745308	522,6	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-31	2,8	533595	4745309	522,5	Tramo 2: Nudo de Arkaute
	P-35	3,4	533503	4744874	524,4	Tramo 2: Nudo de Arkaute

Tabla 3. Penetrómetros recopilados de las campañas existentes en la zona de estudio

5.2. GEOTECNIA TRAMO 1

5.2.1. Características geotécnicas de los materiales

A partir de la información anteriormente mencionada, obtenida en campañas realizadas en la zona de proyecto, además de los datos bibliográficos consultados, se ha procedido a realizar el análisis geotécnico de las unidades existentes.

Como base de la caracterización, se han tenido en cuenta los ensayos de laboratorio realizados en las prospecciones próximas de los proyectos consultados, los cuales se citan al inicio de este anejo y se enumeran en las tablas 1,2 y 3 del presente apartado.

Se han considerado los siguientes grupos geotécnicos:

Mg Margas grises

El Arcilla procedente de la alteración de la unidad Mg

Sal Depósitos aluviales recientes

R Rellenos antrópicos

5.2.1.1. Margas grises sanas, Mg

Unidad compuesta por margocalizas y margas grises muy ricas en fósiles, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas). En general se trata de una marga sana, poco fracturada y con estratificación subhorizontal. Constituye el sustrato de la zona de estudio. Según el análisis del contenido en carbonatos, esta unidad se encontraría en el límite entre Margas y Lutitas margosas.

Aparece en superfice o recubierto por material cuaternario de origen aluvial. En algunas zonas de este tramo, presenta una superficie de alteración de espesor comprendido entre un mínimo de 0,2 m y máximo de 3 m, detectados en el sondeo S-6 del *Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz* (2017).

Se ha procedido a caracterizar por separado la unidad sana (Mg) de la alterada (El).

A continuación, se incluye una tabla resumen con los valores medios, máximos y mínimos de los parámetros más significativos ensayados en laboratorio, procedentes de las campañas existentes en la zona de proyecto:

CAMPAÑA	SONDEO	Prof. (m)		TIPO MUESTRA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	ESTADO			QUÍMICOS				RCS con bandas			E (Mpa)	RCS	BRASILEÑO	TRIAXIAL EN ROCA		EXCAVABILIDAD		DURABILIDAD		
																								Desgaste Los Ángeles (%)	Slake Durability test (SDT)	
		DE	A				w (%)	γ_{ap} (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	SO_3	Yeso	$CaCO_3$(%)	Baumann (ml/kg)	Resist. De pico (Mpa)	Módulo de Young (Gpa)	Coef. De Poison		qu(Mpa)	σ_t(Mpa)	σ_3 (MPa)	σ_1 (MPa)	Cerchar	Schzimazek (kN/m)		Id_1	Id_2
Campaña complementaria EG (2018)	S-101	6,90	7,15	TP	Mg	Margas	3,57	2,55																		
	S-102	8,00	8,30	TP	Mg	Margas	2,06	2,62																		
	S-103	9,05	9,30	TP	Mg	Margas	3,13	2,54																		
	S-104	6,10	6,30	TP	Mg	Margas	4,35	2,55																		
	S-105	4,10	4,60	TP	Mg	Margas	4,24	2,52																		
EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	9,8	10,2	TP-2	Mg	Margas		2,62						65,1	17,051	0,21				0,5	64,71					
		14,6	15,0	TP-3	Mg	Margas		2,59												1	65,44					
		19,7	20,0	TP-4	Mg	Margas	1,21	2,63	2,60									31,8	2,980							
	S-2	8,95	9,25	TP-1	Mg	Margas																				
		14,7	15,0	TP-2	Mg	Margas		2,57												2,0	63,89	0,130				
		18,0	18,25	TP-3	Mg	Margas	1,48	2,63	2,59									18,4								
		21,50	21,80	TP-4	Mg	Margas	2,13	2,60	2,55									15,8								
		22,60	22,90	TP-5	Mg	Margas		2,58												3,0	60,71					
		24,25	24,55	TP-6	Mg	Margas	0,98	2,60	2,58									21,5						35		
		27,00	27,40	TP-7	Mg	Margas	1,10	2,64											5,262	5,0	106,83		0,003			
		33,50	34,05	TP-8	Mg	Margas				0,07	0,15	36,80														
	S-3	13,50	13,80	TP-2	Mg	Margas		2,53												0,5	23,75					
		20,80	21,20	TP-3	Mg	Margas		2,53						21,63	6,42	0,16				1,0	21,12	0,070				
		25,55	25,90	TP-4	Mg	Margas	1,80	2,53											3,121	2,0	30,26		0,002			
		28,35	28,70	TP-5	Mg	Margas	1,49	2,58	2,54	0,04	0,09	33,60						16,0							95,70	99,90
		30,60	31,00	TP-6	Mg	Margas		2,59						19,78	12,81	0,11										
		33,70	34,05	TP-7	Mg	Margas	1,94	2,58	2,53									17,0	3,740							
		37,35	37,70	TP-8	Mg	Margas	1,70	2,62	2,58	0,00	0,00	44,80	55,00					18,6						36		
	S-4	3,80	4,00	TP-1	Mg	Margas																				
		7,40	7,70	TP-2	Mg	Margas	2,48	2,52	2,46									12,4							88,20	98,00
		11,00	11,40	TP-3	Mg	Margas		2,56						36,67	5,16	0,29				0,5	30,63					
		16,45	16,75	TP-4	Mg	Margas	2,10	2,57											3,014	3,0	44,40		0,000			
		20,00	20,30	TP-5	Mg	Margas	2,94	2,57	2,50									11,5								
		22,20	22,70	TP-6	Mg	Margas		2,53						26,66	2,96	0,14				5,0	77,44	0,000				
		27,75	28,10	TP-7	Mg	Margas						35,80													96,60	99,90
		30,95	31,35	TP-8	Mg	Margas	2,15	2,58	2,53	0,03	0,05	39,70						18,1						42		
		36,60	36,95	TP-9	Mg	Margas																				
	S-5	6,70	7,00	TP-1	Mg	Margas																				
		9,70	10,10	TP-2	Mg	Margas	1,88	2,56	2,51									22,4	4,440							
		15,10	15,50	TP-3	Mg	Margas		2,56												1,0	52,10					
		21,10	21,40	TP-4	Mg	Margas	2,15	2,60	2,55	0,00	0,00	12,60						15,7								
		25,30	25,60	TP-5	Mg	Margas	2,77	2,60	2,53									10,0		2,0	55,37	0,400				
		27,10	27,40	TP-6	Mg	Margas																				
		30,05	30,40	TP-7	Mg	Margas		2,55												3,0	20,47					
		34,30	34,50	TP-8	Mg	Margas																				
	S-6	9,60	9,95	TP-1	Mg	Margas	1,88	2,60	2,55			30,30						22,5							98,40	99,80
		10,40	10,80	TP-2	Mg	Margas	1,83	2,59	2,54									17,7	3,870							
		13,80	14,20	TP-3	Mg	Margas		2,53												0,5	39,71					
		24,60	25,00	TP-4	Mg	Margas		2,58												5,0	74,90					
	S-7	6,10	6,50	TP-1	Mg	Margas																				
		10,00	10,30	TP-2	Mg	Margas	3,38	2,56	2,48			31,60						16,1						36		
		14,40	14,70	TP-3	Mg	Margas																				
		19,20	19,60	TP-4	Mg	Margas	1,87	2,54	2,49			28,10						10,1	2,510						93,70	95,60
		24,50	25,00	TP-5	Mg	Margas	3,67	2,55	2,46									10,0								
	S-8	11,60	12,10	TP-1	Mg	Margas	2,19	2,55	2,50				49,00					18,9							98,00	98,00

CAMPAÑA	SONDEO	Prof. (m)		TIPO MUESTRA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	ESTADO			QUÍMICOS				RCS con bandas			E (Mpa)	RCS	BRASILEÑO	TRIAXIAL EN ROCA		EXCAVABILIDAD		DURABILIDAD		
																								Desgaste Los Ángeles (%)	Slake Durability test (SDT)	
		DE	A				w (%)	γ_{ap} (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	SO_3	Yeso	$CaCo_3$(%)	Baumann (ml/kg)	Resist. De pico (Mpa)	Módulo de Young (Gpa)	Coef. De Poison		qu(Mpa)	σ_t(Mpa)	σ_3 (MPa)	σ_1 (MPa)	Cerchar	Schzimazek (kN/m)		Id_1	Id_2
		16,70	17,05	TP-2	Mg	Margas	2,10	2,56											3,210	1,0	48,32		0,000			
		21,30	21,90	TP-3	Mg	Margas		2,52												2,0	59,59					
		24,75	24,90	TP-4	Mg	Margas	1,30	2,58	2,55	0,03	0,06	38,70						14,6							98,00	98,20
	S-9	8,40	8,80	TP-1	Mg	Margas	1,31	2,63	2,60	0,00	0,00	40,00						24,5							98,80	98,60
		14,40	15,00	TP-2	Mg	Margas	1,60	2,58											3,779	3,0	42,85		0,002			
		20,40	20,80	TP-3	Mg	Margas	1,00	2,65	2,60				40,00					17,5						36		
		24,20	24,60	TP-4	Mg	Margas		2,55												5,0	72,58					
E.I. Tranvía (2012)	S-1E	6,60	7,05	TP-1	Mg	Margas												15,8								
	S-2E	7,85	8,05	TP-1	Mg	Margas												11,3								
E.I. dproyecto de integración ferrocaril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	S-1	7,35	7,85	TP-1	Mg	Margas	2,10	2,63	2,58									24,7								
		11,30	11,70	TP-2	Mg	Margas	1,40	2,62	2,58							0,15	16641,6	51,24								
		15,30	15,70	TP-3	Mg	Margas	2,10	2,59	2,54	0,05		66,20				0,16	8717	33,51								
		20,80	21,20	TP-4	Mg	Margas	1,80	2,62	2,58									24,78								
	S-2	9,95	10,50	TP-1	Mg	Margas	3,10	2,61	2,53									21,69								
		15,27	15,80	TP-2	Mg	Margas	2,50	2,59	2,53							0,20	11533	28,79								
		2,92	21,45	TP-3	Mg	Margas	2,80	2,60	2,53									25,88								
Nº Ensayos							39,00	54,00	29,00	8,00	7,00	12,00	3,00	5,00	5,00	8,00	3,00	31,00	10,00	20,00	20,00	4,00	5,00	5,00	8,00	8,00
Máximo							4,35	2,65	2,60	0,07	0,15	66,20	55,00	65,10	17,05	0,29	16641,6	51,24	5,26	5,00	106,83	0,40	0,00	42,00	98,80	99,90
Mínimo							0,98	2,52	2,46	0,00	0,00	12,60	40,00	19,78	2,96	0,11	8717	10,00	2,51	0,50	20,48	0,00	0,00	35,00	88,20	95,60
Promedio							2,19	2,58	2,54	0,03	0,05	36,52	48,00	33,97	8,88	0,18	12297,2	19,96	3,59	2,30	52,75	0,15	0,00	37,00	95,93	98,50

Tabla 4. Ensayos de laboratorio de la unidad Mg, Tramo 1

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

Los valores de humedad varían entre un mínimo del 0,98% y un máximo de un 4,35%, siendo el valor promedio del 2,19%, valores característicos de un material rocoso.

Los valores de densidad aparente presentan una media de 2,58 t/m^3, siendo el valor medio de la densidad seca de 2,54 t/m^3. En general, ambos valores son muy similares en todas las muestras.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS

Según el contenido en carbonatos, comprendido entre 12,60 y 66,20%, con una media de 36,52%, esta unidad se encuentra entre margas y lutitas margosas.

Presenta un contenido en yeso medio de 0,05%.

Los sulfatos aparecen en un promedio de 0,03%. El valor medio obtenido para el grado de acidez Baumann-Gully fue de 48 ml/kg, considerándose el ataque nulo.

RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD

Se dispone de 31 ensayos de RCS, 5 de ellos con bandas extensiométricas. Se ha obtenido un valor medio de 20 MPa. En general, los valores obtenidos son muy homogéneos, entre un máximo de 36 y un mínimo de 10 MPa, a excepción de un valor máximo de 51 MPa. En los ensayos triaxiales, el valor más elevado ha sido de 106,8 (MPa). Se toma, por tanto, como valor característico de RCS 28 MPa.

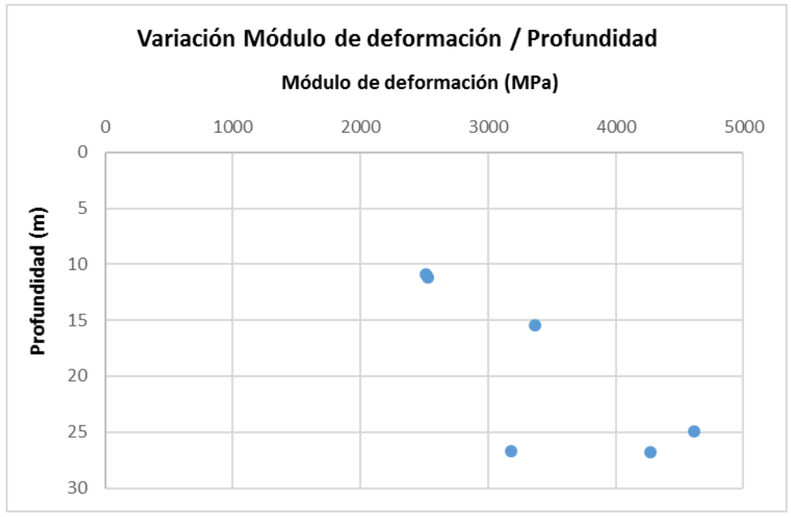
Se cuenta, además, con 10 ensayos brasileños para evaluar la resistencia a tracción. Se han obtenido valores medios de 3,59 MPa, lo que corresponde a una resistencia media-baja, propia de una roca blanda como la estudiada.

En la unidad margosa, se han realizado, además, 6 ensayos presiométricos a distintas profundidades. Se obtiene un valor medio para el módulo de deformación de 3412 MPa.

SONDEO	PROF. INICIO	PROF.FINAL	FORMACIÓN	MÓDULO DE DEFORMACIÓN EP (Mpa)	MÓDULO DE CORTE G (Mpa)
S-3	15,2	15,8	Mg	3365,72	1346,29
	26,4	27	Mg	3176,13	1270,45
S-4	10,6	11,23	Mg	2514,85	1005,94
	26,5	27,1	Mg	4272,25	1708,9
S-8	10,9	11,5	Mg	2530,3	1012,12
	24,6	25,2	Mg	4615,81	1846,32
Nº Ensayos				6	6
Máximo				4615,81	1846,32
Mínimo				2514,85	1005,94
Promedio				3412,51	1365

Tabla 5. Ensayos presiométricos en el interior de los sondeos, en la unidad Mg, Tramo 1

A continuación, se incluye un gráfico en el que se puede observar la variación del módulo de deformación los resultados de los presiómetros realizados en esta unidad con la profundidad:



El valor medio de DLA es de 37%. En los SDT, el primer ciclo arroja un valor medio de 95,93%, y el segundo de 98,50%.

ABRASIVIDAD

El índice Schzimazek medio es de 0,001 kN/m. Este valor, y el valor medio de los 4 ensayos de abrasividad Cerchar, en los cuales se ha obtenido de media un valor de 0,15, confirman que se trata de una roca muy poco abrasiva.

ÍNDICE CERCHAR	CATEGORÍA
> 4,5	Extremadamente abrasiva
4,25 – 4,5	Altamente abrasiva
4,0 – 4,25	Abrasiva
3,5 – 4,0	Moderadamente abrasiva
2,5 - 3,5	Abrasividad media
1,2 – 2,5	Poco abrasiva
< 1,2	Muy poco abrasiva

Tabla 6. Relación entre el índice Cerchar y la abrasividad de la roca

REUTILIZACIÓN

A priori, y en función de los ensayos disponibles en esta unidad, se espera que pueda conformar rellenos de tipo "todo-uno". No obstante, esto deberá verificarse en fases posteriores de proyecto con un análisis más detallado y concreto, con ensayos específicos para analizar su reutilización. Estos materiales se clasificarán como rocas muy evolutivas QS1 (1.2).

Sin embargo, este tipo de materiales evolutivos, al ser excavados y triturados a granulometrías para rellenos tipo terraplén, podrían dar problemas de expansividad. Por lo tanto, en fases posteriores de proyecto, se recomienda realizar los ensayos necesarios para determinar las condiciones de reutilización, y la necesidad o no de tratamientos. Dichos ensayos son los siguientes: límites de Atterberg, contenido en materia orgánica, contenido en sulfatos, contenido en sales solubles distintas del yeso, índice CBR, hinchamiento libre y colapso de suelos (PN).

Los niveles menos alterados y con predominio calizo podrán dar lugar a rocas blandas QS1 (3) que podrán ser reutilizables como núcleo de terraplén.

5.2.1.2. Eluvial, El

Se trata de la parte superior alterada del sustrato cretácico Mg.

Este suelo se presenta como una arcilla limosa plástica, de color gris, con resto de material calcáreo no alterado tamaño grava. En los sondeos en los que se ha detectado este nivel en el tramo 1, presenta un espesor de entre 0,20 y 3 m bajo los rellenos antrópicos. No se detecta entre los PK 5+250 y 5+470.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los valores medios, máximos y mínimos de los parámetros más significativos ensayados en laboratorio, procedentes de las campañas existentes en la zona de proyecto:

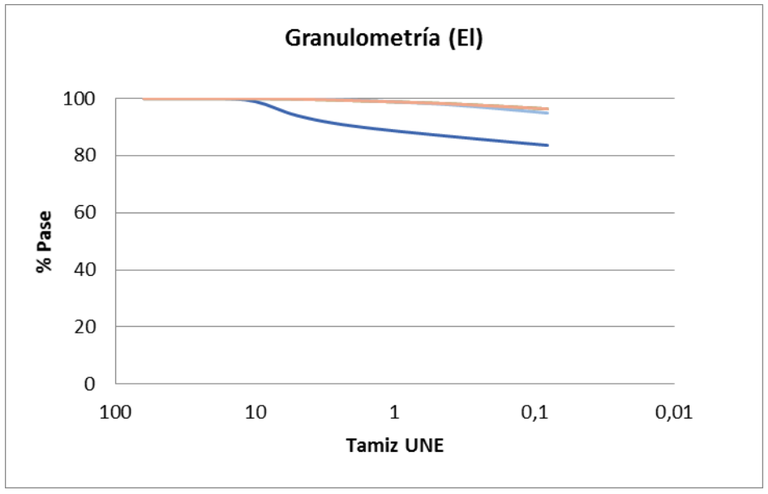
CAMPAÑA	SONDEO	P.K.	Prof. (m)		TIPO MUESTRA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	GRANULOMETRÍA (% pasa tamiz)								PLASTICIDAD			USCS	ESTADO		QUÍMICOS				RCS
			DE	A				63	40	20	10	5	2	0,4	0,08	LL	LP	IP		w (%)	γ_d (t/m^3)	SO_3	Yeso	Baumann (ml/kg)	M.O.	qu(Mpa)
EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	9+880	4,40	4,70	TP-1	El	Eluvial	100	100	100	98,8	93,9	90,3	86,7	83,6	37,1	28,3	8,8	ML	15,08	1,94	0,00	0,00			0,582
	S-5	11+820	1,80	2,15	MI-1	El	Eluvial	100	100	100	100	99,8	99,3	98,1	96,3	26,2	17,4	8,8	CL	14,38	1,92	0,00	0,00			0,419
	S-6	12+050	1,70	2,10	MI-1	El	Eluvial	100	100	100	100	100	99,5	97,8	94,8	25,5	16,6	8,9	CL	20,06	1,66	0,03	0,06	50,00	0,23	0,775
Nº Ensayos								3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3
Máximo								100	100	100	100	100	99,5	98,1	96,3	37,1	28,3	8,9	-	20,1	1,9	0,03	0,06	50,0	0,2	0,8
Mínimo								100	100	100	98,8	93,9	90,3	86,7	83,6	25,5	16,6	8,8	-	14,4	1,7	0,00	0,00	50,0	0,2	0,4
Promedio								100	100	100	99,6	97,9	96,4	94,2	91,6	29,6	20,8	8,8	-	16,5	1,8	0,01	0,02	50,0	0,2	0,6

Tabla 7. Ensayos de laboratorio de la unidad El Tramo 1

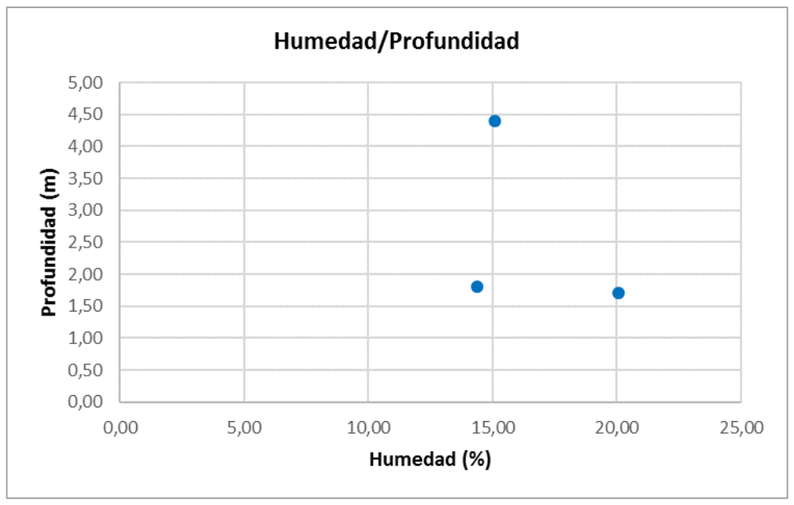
CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

Se trata de una unidad, por lo general, bastante homogénea y, aunque no se dispone de muchos ensayos, estos dan valores muy próximos entre sí.

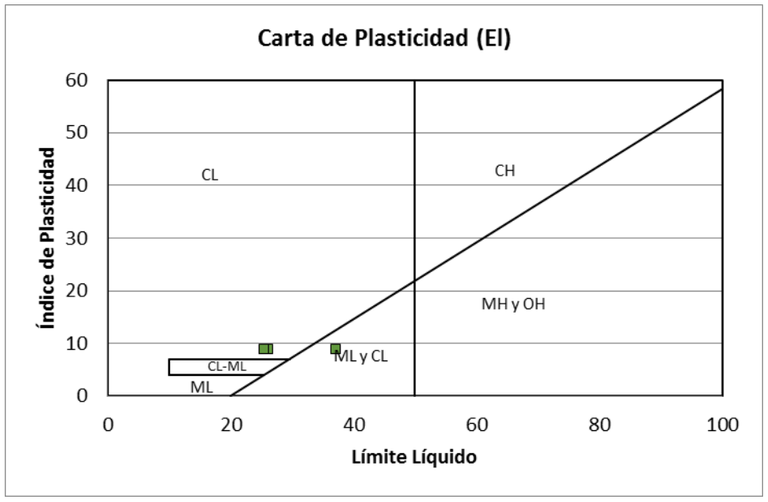
Presenta un contenido medio en finos de 91,6%.



En el caso de la densidad seca, se ha obtenido el valor medio de 1,8 t/m^3 y la humedad media en conjunto, es de 16,5%, lo cual se considera representativo para la unidad.



Presenta una plasticidad baja, con un valor medio del límite líquido de 30%, y un índice de plasticidad de 8,8 de media. Dos de las tres muestras ensayadas se clasifican mayoritariamente como arcillas de baja plasticidad (CL), y una como limo de baja plasticidad (ML).



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS

El contenido en sulfatos es de 0,01% de media, mientras que el contenido en yesos es de 0,02%. Se dispone de un único ensayo de acidez Baumann-Gully que arroja un valor de 50 ml/kg. El contenido en materia orgánica, también procedente de un único ensayo, es de 0,23%.

RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD

La resistencia de los suelos de alteración se ha investigado en campo con ensayos de penetración y, en laboratorio, con compresiones simples.

El valor de resistencia a la compresión simple, esta es, en general, reducida, siendo la media de los 3 valores 0,6 MPa. Se obtiene entonces, un valor de Cu = 0,3 MPa

En cuanto a los golpeos obtenidos en los ensayos SPT realizados en los sondeos, han dado en su mayoría resultados de rechazo, a excepción del sondeo S-6, en el que el golpeo obtenido es de 32. No se observa una variación del golpeo en profundidad.

REUTILIZACIÓN Y EXCAVABILIDAD

En base a los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio para esta unidad (a falta de realizar un mayor número de ensayos y realizar ensayos de colapso, volumétricos y algunos químicos), según PG-3 se trata de suelos tolerables, excavables mediante medios mecánicos.

5.2.1.3. Suelos aluviales, Sal

En general se trata de depósitos formados por potentes niveles de gravas calcáreas heterométricas, y algunos de arenas y limos.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los valores medios, máximos y mínimos de los parámetros más significativos ensayados en laboratorio, procedentes de las campañas existentes en la zona de proyecto:

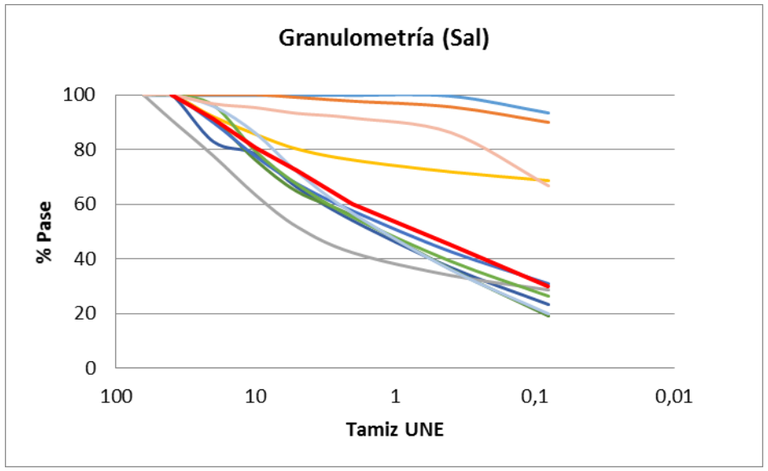
CAMPAÑA	SONDEO	Prof. (m)		TIPO MUESTRA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	N30	GRANULOMETRÍA (% pasa tamiz)								PLASTICIDAD			USCS	ESTADO			QUÍMICOS				RCS	INDICE DE CONSISTENCIA (WL-W)/IP	INDICE DE FLUIDEZ (W-WP)/IP
		DE	A					63	40	20	10	5	2	0,4	0,08	LL	LP	IP		w (%)	γ_{ap} (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	SO_3	Yeso	Baumann (ml/kg)	M.O.	qu(Mpa)		
EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-2	4,65	5,25	SPT-3	Sal	Aluvial (grava arcillosa)	32	100,0	100,0	82,8	78,3	66,0	53,9	36,8	23,3	30,8	29,1	1,6	SM	8,43							0,10			
	S-3	3,50	4,50	MA-1	Sal	Aluvial (grava arcillosa)	-	100,0	100,0	91,0	76,3	64,7	55,8	36,4	19,3	38,3	22,7	15,6	SC				0,04	0,09		0,12			
		4,60	5,20	SPT-2	Sal	Aluvial (grava arenosa)	51																						
		7,60	8,20	SPT-3	Sal	Aluvial (limo arcilloso)	5																						
		8,20	8,45	TP-1	Sal	Aluvial (limo arcilloso)	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	93,4	28,2	14,8	13,4	CL	22,98		1,75	0,01	0,01	484	0,04	0,72		
	S-7	1,50	2,10	SPT-1	Sal	Aluvial (arcilla-limosa)	18	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	97,6	95,5	89,8	36,8	23,2	13,6	CL	20,01									
	S-8	5,00	5,60	SPT-3	Sal	Aluvial (grava arcillosa)	44																						
	S-9	1,60	2,20	SPT-1	Sal	Aluvial (gravas limo-arenosas)	30																						
		3,26	3,86	SPT-2	Sal	Aluvial (gravas limo-arenosas)	35																						
		3,00	4,00	MA-1	Sal	Aluvial (gravas limo-arenosas)	-	100,0	91,0	77,8	63,5	51,7	42,3	34,0	28,7	0,0	0,0	0,0	GM										
E.I.Ampliación Sur Tranvía (2012)	S-1E	2,60	3,00	SPT-2	Sal	Aluvial (grava arenosa)	62								14,8	21,3		4,3		3,30	2,25								
E.I. Integración Ferrocarril (2010)	S-1	1,50	1,63	SPT-1	Sal	Aluvial (Arcillas marrón claro)	R								68,7	32,0	16,0	16,0	CL									2,06	-1,05
	S-2	1,50	1,95	SPT-1	Sal	Aluvial (Arenas y gravas)	14								31,0	24,0	18,0	6,0	GC-GM									3,92	-2,92
		2,90	3,50	MI-1	Sal	Aluvial (Arenas y gravas)	23								26,2	0,0	0,0	0,0	GM	1,9	1,81	1,78					0,30		
		5,00	5,45	SPT-2	Sal	Aluvial (Arenas y gravas)	34								19,7	0,0	0,0	0,0	GM										
	C-9	1,00		MA	Sal	Aluvial (limo arcilloso)	-								66,8	29	17	12											
Nº Ensayos							16	5	5	5	5	5	5	5	11	11	10	11	9	5	2	2	2	2	1	3	2	2	2
Máximo							62	100	100	100	100	100	100	99,7	93,4	38,3	29,1	16	-	22,98	2,25	1,78	0,04	0,09	484	0,12	0,72	3,92	-1,05
Mínimo							5	100	91	77,8	63,5	51,7	42,3	34	14,8	0	0	0	-	1,9	1,81	1,75	0,01	0,01	484	0,04	0,33	2,06	-2,92
Promedio							32	100	98	90	84	76	70	60	44	22	14	8	-	11	2,02	1,76	0,02	0,05	484	0,08	0,51	2,99	-2

Tabla 8. Ensayos de laboratorio de la unidad Sal Tramo 1

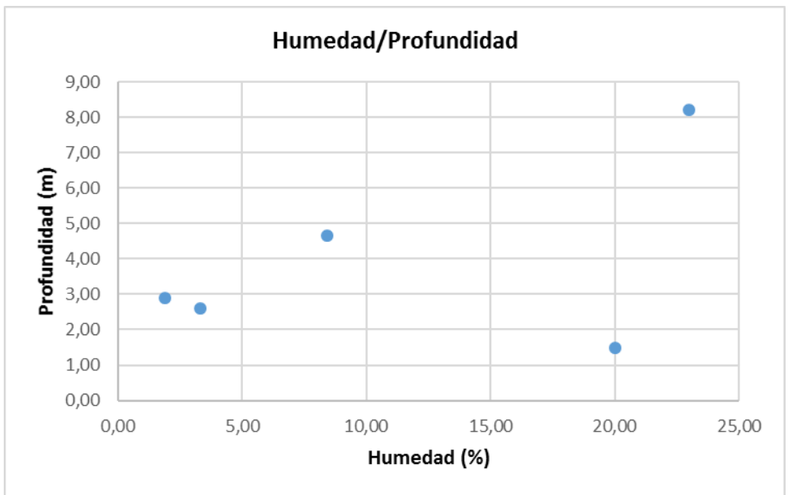
CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

Se trata de una unidad, por lo general, bastante heterogénea, como se puede observar en las gráficas incluidas a continuación. La línea roja marca el promedio.

Presenta un contenido medio en finos de 44%.



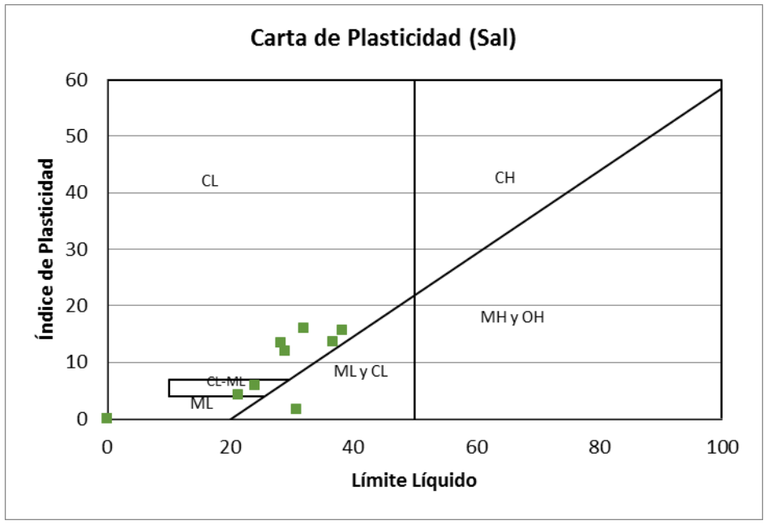
En el caso de la densidad seca, se dispone de dos ensayos, en los que se ha obtenido el valor medio de 1,76 t/m^3. Para la humedad se dispone de 5 ensayos, los cuales arrojan resultados dispares. Al tratarse de una unidad heterogénea, se observa que la fracción más fina, descrita como limos y arcillas, presenta unos valores de humedad que rondan el 20%, mientras que la fracción compuesta por gravas y arenas presentan una humedad entre 1 y 8%. Como se puede ver en el gráfico incluido a continuación, no existe relación entre la profundidad y la humedad natural de las muestras:



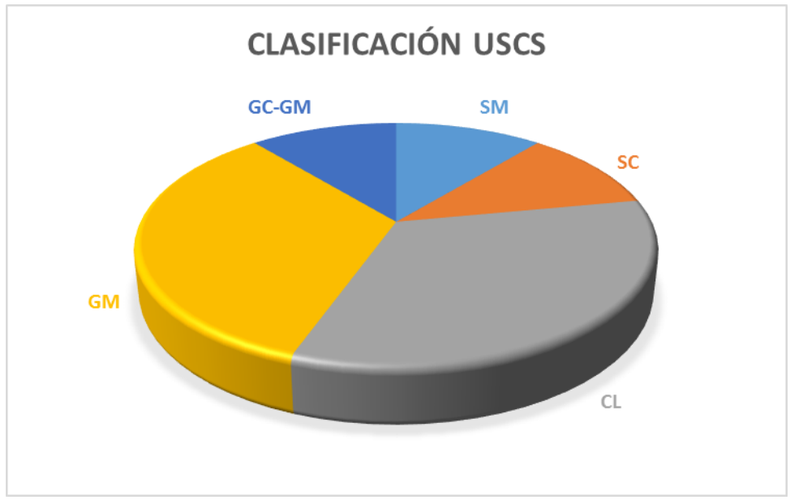
En cuanto a los valores de plasticidad, en la siguiente tabla se incluye el criterio seguido para la clasificación de las unidades:

PLASTICIDAD	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)
Nula	0 – 3
Baja	4 – 15
Media	16 – 30
Alta	> 31

Las gravas y arenas presentan una plasticidad nula, mientras que aquellas muestras con mayor contenido en finos presentan un valor medio de límite líquido de 30%, con un IP de 10, es decir, plasticidad baja.



La mayoría de las muestras se clasifica como GM (gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo) y CL (arcillas de plasticidad baja), como se puede observar en el gráfico incluido a continuación. Se ha observado que estas variaciones en la granulometría no guardan relación con la profundidad de las muestras, por lo que es probable que se trate de lentejones de distintas granulometrías, lo que suele ser característico en este tipo de materiales.



El contenido en sulfatos es de 0,02% de media, mientras que el contenido en yesos es de 0,05%. El contenido medio en materia orgánica es de 0,08%.

Se dispone de un único ensayo de acidez Baumann-Gully que arroja un valor de 484 ml/kg, es decir, una agresividad correspondiente a un tipo de **ataque débil (Qa)**, de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE

RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD

La resistencia de los suelos de alteración se ha investigado en campo con ensayos de penetración y, en laboratorio, con compresiones simples.

El valor de resistencia a la compresión simple es, en general, reducida, siendo la media de los 2 valores 0,5 MPa. Se obtiene entonces, un valor de Cu = 0,25 MPa

En cuanto a los golpeos obtenidos en los ensayos SPT realizados en los sondeos, han dado valores entre 5 y rechazo. La mayoría de los valores, sin embargo, se sitúan por encima de 15, y el rechazo solo se ha obtenido en una muestra. Eliminando estos valores extremos, se obtiene una media de 34 golpeos.

A partir de los golpeos SPT, y según la correlación de Webb para unas arenas arcillosas, se ha obtenido el siguiente valor de Módulo de deformación:

E (kp/cm^2) = 3,3(N_{SPT}+15) = 15MPa

En cuanto a los valores de cohesión y ángulo de rozamiento phi, se obtienen los siguientes valores:

- C: 0,03 MPa (valor bibliográfico para unas gravas y arenas envueltas por finos)
- Ø: 32º, valor extraido de la siguiente gráfica. Del lado de la seguridad se ha considerado un golpeo algo menor al tomado como media.

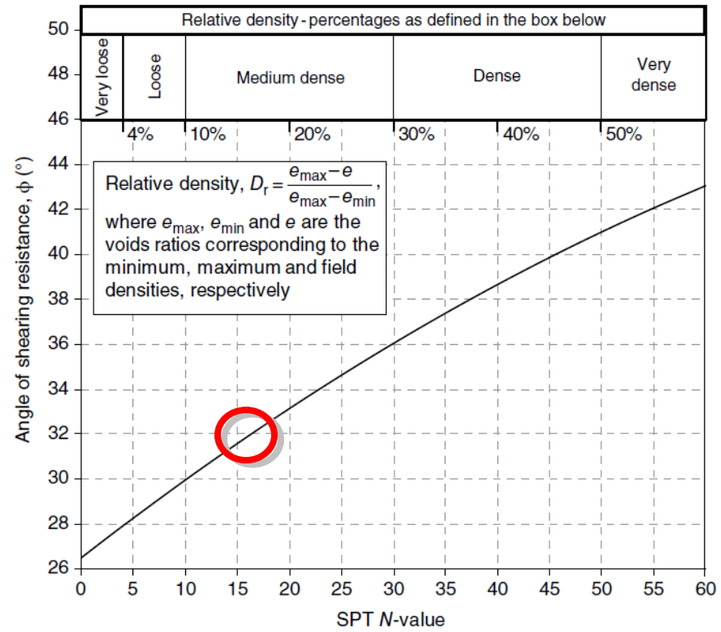


Figure 6.13 Estimation of the angle of shearing resistance of granular soils from standard penetration test results. Adapted from Peck *et al.* (1974). Reproduced with permission of John Wiley & Sons.

REUTILIZACIÓN Y EXCAVABILIDAD

En base a los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio para esta unidad (a falta de realizar un mayor número de ensayos además de ensayos de colapso, volumétricos y algunos químicos), según PG-3, se clasifica como tolerable.

Se trata de suelos excavables mediante medios mecánicos.

5.2.1.4. Rellenos antrópicos, R

Consisten generalmente en materiales heterogéneos procedentes de excavaciones, por lo que su composición es muy parecida a la del terreno natural, aunque con menor densidad, menor consistencia y con restos de materiales antrópicos.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los valores medios, máximos y mínimos de los parámetros más significativos ensayados en laboratorio, procedentes de las campañas existentes en la zona de proyecto:

CAMPAÑA	SONDEO	Prof. (m)		TIPO MUESTRA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	N30	ESTADO	QUÍMICOS	
		DE	A					γ_{ap} (t/m^3)	SO_3	Yeso
EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	1,50	2,10	SPT-1	R	Relleno	18			
		3,60	4,20	SPT-2	R	Alquitrán	34	2,000		
	S-2	1,20	1,80	SPT-1	R	Relleno	43			
		3,40	3,70	SPT-2	R	Relleno	33			
	S-3	1,80	2,40	MI-1	R	Relleno				
		2,40	3,00	SPT-1	R	Relleno	16			
	S-4	1,50	1,70	SPT-1	R	Relleno	R			
	S-8	1,70	2,30	SPT-1	R	Relleno	11		0,01	0,03
		3,15	3,75	SPT-2	R	Relleno	8			
Nº Ensayos							8	1	1	1
Máximo							43	2	0,01	0,03
Mínimo							8	2	0,01	0,03
Promedio							23	2	0,01	0,03

Tabla 9. Ensayos de laboratorio en la unidad R Tramo 1

Presenta un golpeo característico con una media de 23 golpeos. Esta unidad apenas se va a ver afectada.

5.2.2. Caracterización del macizo rocoso

5.2.2.1. Clasificación geomecánica del macizo rocoso

Según la información previa analizada, la mayor parte del túnel se va a excavar en margas sanas. No obstante, se incluyen los índices RMR calculados en el *EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz* (2017) para las margas sanas, poco alteradas y muy alteradas. Se ha calculado dicho parámetro a partir de los sondeos existentes en la zona de estudio.

ROCA		Marga Sana	Marga Intermedia	Marga Alterada
Compresión simple		15	15	15
RQD		17 – 20 (20)	13 – 17 (13)	0 – 8 (3)
Espaciado discontinuidades		10 – 15 (15)	8 – 10 (10)	5 – 8 (5)
Condición de juntas	TOTAL	10 – 20 (12)	0 – 10 (6)	4 – 11 (4)
	Continuidad	0 – 1 (0)	0 – 1 (0)	0 – 1 (0)
	Apertura	3	1 – 4 (1)	1
	Rugosidad	0 – 1 (0)	0 – 1 (0)	0 – 1 (0)
	Relleno	4 – 6 (4)	2	0 – 2 (2)
	Meteorización	5 – 6 (5)	3 – 5 (3)	1 – 3 (1)
GSI		**52 – 70 (62)**	**36 – 52 (44)**	**24 – 42 (27)**
Agua		7 – 10 (10)	7	4 – 7 (4)
Orientación diaclasas		-10	-10	-10
RMR		**49 – 70 (62)**	**33 – 49 (41)**	**18 – 39 (21)**
Tipo de roca		**Buena**	**Media**	**Media – mala**

Tabla 10. Valores de RMR para los tres tipos de macizos rocosos

Paràmetro			Rango de valores						
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo de carga puntual	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa			
		Resistencia a compresión simple	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%		
	Puntuación		20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades		> 2m	0,6-2 m	0,2-0,6 m	6-20 cm	< 6 cm		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4 Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad		< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m		
	Puntuación		6	4	2	1	0		
	Abertura		Nada	<0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm		
	Puntuación		6	5	3	1	0		
	Rugosidad		Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
	Puntuación		6	5	3	1	0		
	Relleno		Ninguno	Relleno duro < 5mm	Relleno duro > 5mm	Relleno blando < 5mm	Relleno blando > 5mm		
	Puntuación		6	4	2	2	0		
	Alteración		Inalterada	Ligeramente alterada.	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
	Puntuación		6	5	3	1	0		
5	Agua	Flujo por 10 m de túnel	Nulo	< 10 litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	> 125 litros/min		
		Relación Pagua/P principal	0	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Condiciones Generales	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
	Puntuación		15	10	7	4	0		

Tabla 11. Clasificación de Bieniawski (1989)

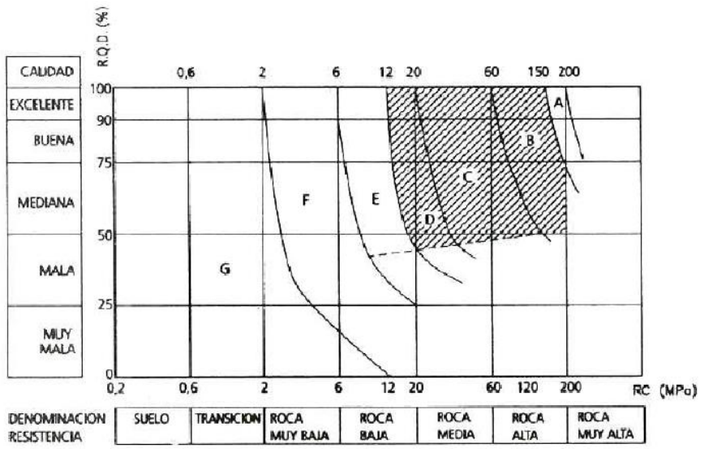
5.2.2.2. Excavabilidad

El método de Romana clasifica la excavabilidad de un macizo rocoso en función de los valores RQD y RCS. El método de Singh tiene además en cuenta la resistencia a tracción, alteración, abrasividad. Por otro lado, el criterio de Abdullatif y Cruden (1983), se basa en la valoración del índice RMR.

A continuación, se incluyen las tablas y gráficos de dichos métodos:

PARÁMETROS	CLASES DE MACIZOS ROCOSOS				
	1	2	3	4	5
RESISTENCIA A TRACCIÓN (MPa)	< 2	2 - 6	6 - 10	10 - 15	> 15
Puntuación	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20
GRADO DE ALTERACIÓN	Muy alto	Alto	Moderado	Ligero	Nulo
Puntuación	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20
ABRASIVIDAD	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
Puntuación	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20
ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES (m)	< 0,06	0,06 - 0,3	0,3 - 1	1 - 2	> 2
Puntuación	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Puntuación total (IR)	< 22	22 - 44	44 - 66	66 - 88	> 88
RIPABILIDAD	Fácil	Moderada	Difícil	Marginal	Voladura
TRACTOR RECOMENDADO	Ligero	Medio	Pesado	Muy pesado	Ninguno
POTENCIA (kW)	< 150	150 - 250	250 - 350	> 350	–
PESO (t)	< 25	25 - 35	35 - 55	> 55	–

Tabla 12. Método de Singht *et al* (1989)



ZONA	TOPO		ROZADORA			MARTILLO	PALA
	> 25 t	< 25 t	> 80 t	50 - 80 t	< 50 t		
A	Posible ?						
B	Adecuado	Posible ?	Posible ?				
C	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado			
D	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?	
E	Posible	Posible	Posible	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?
F				Posible	Adecuado	Adecuado	Posible
G					Posible	Posible ?	Adecuado

Figura 117 Criterio de excavabilidad de Romana

ABDULLAFIT Y CRUDEN (1983)	
ÍNDICE RMR	EXCAVABILIDAD DEL MATERIAL
<30	Excavable
<60	Ripable
>60	Volable

Tabla 14. Criterio de excavabilidad Abdullatif y Cruden

En función de la información analizada, se estima que es ripable, y podrá utilizarse rozadora. Estos aspectos deberán revisarse en fases posteriores de proyecto.

5.2.2.3. Parámetros geotécnicos de cálculo del túnel y pantallas

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad, se ha empleado el programa informático Roclab de Rocscience para establecer las características mecánicas más relevantes de la matriz rocosa, extrayéndose los siguientes valores, calculados con el GSI más desfavorable, y con el mayoritario que va a aparecer en el túnel, el menos desfavorable.

- Para un GSI de 30, es decir, la sección más desfavorable, en la excavación de túnel:

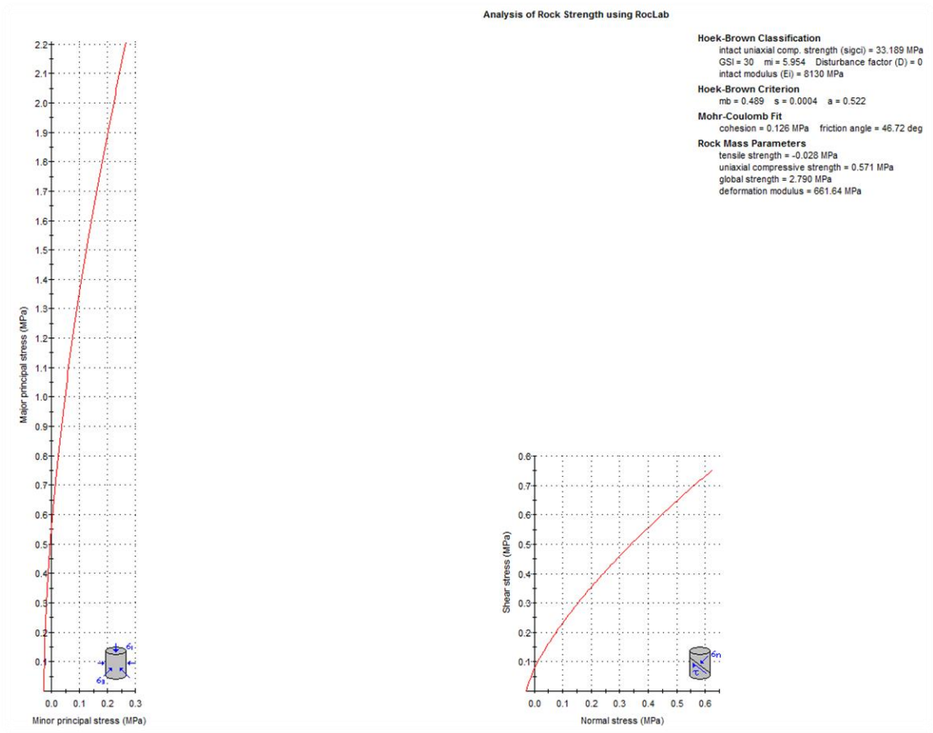


Figura 118 Análisis de la resistencia de la roca Mg mediante Roclab, GSI 30 para el túnel

CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA MATRIZ ROCOSA Mg								
Tipo de roca	**GSI**	**σ (MPa)**	**E_m (MPa)**	**m_i**	**Cohesión (MPa)**	**Angulo de rozamiento (º)**	**Densidad (t/m^3)**	**Coeficiente de Poison**
Margas	30	2,79	661	6	0,126	47	2,57	0,2

Tabla 15. Tabla resumen parámetros de la matriz rocosa con GSI 30, túnel

- Para un GSI de 50, que va a ser el más presente a lo largo del túnel:

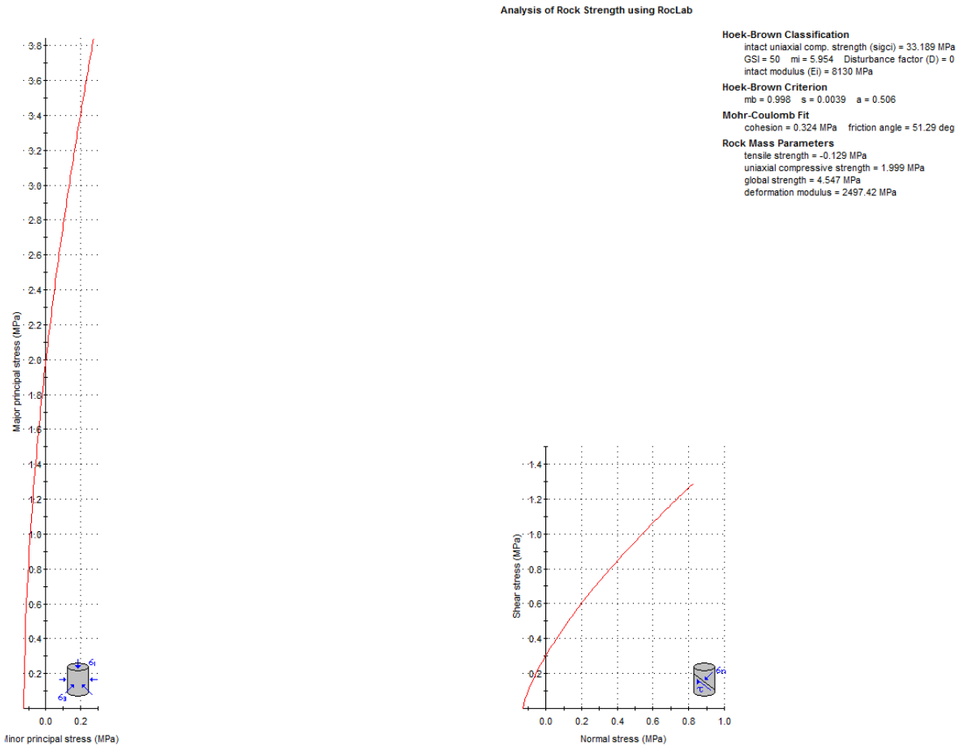


Figura 119 Análisis de la resistencia de la roca Mg mediante Roclab, con un GSI 50 para túnel

CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA MATRIZ ROCOSA Mg								
Tipo de roca	**GSI**	**σ (MPa)**	**E_m (MPa)**	**m_i**	**Cohesión (MPa)**	**Angulo de rozamiento (º)**	**Densidad (t/m^3)**	**Coeficiente de Poison**
Margas	50	4,5	3400	6	0,324	51	2,57	0,2

Tabla 16. Tabla resumen parámetros de la matriz rocosa con GSI 50, túnel

- Para el desmonte de las pantallas, con un GSI de 30

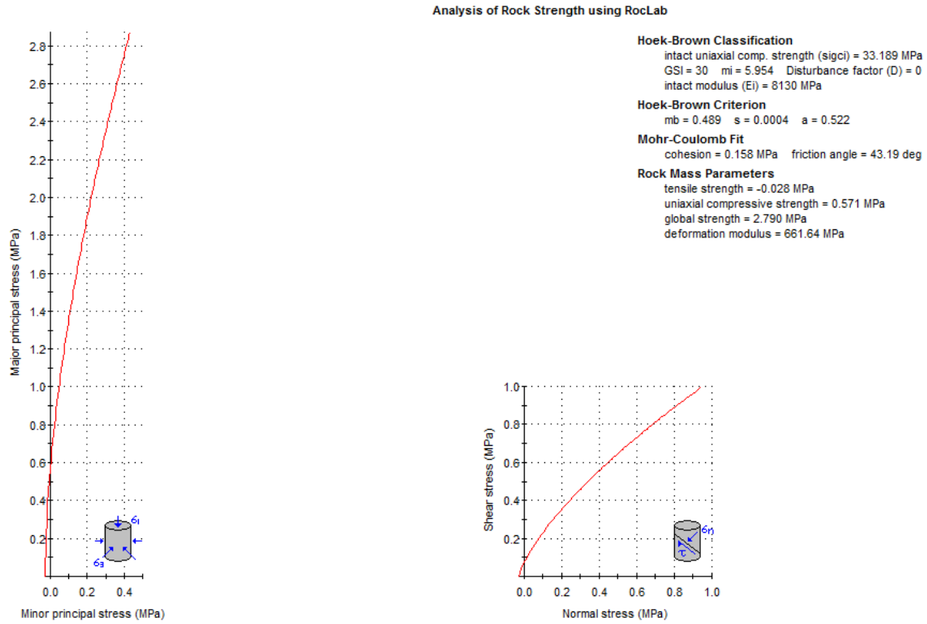


Figura 120 Análisis de la resistencia de la roca Mg mediante Roclab, con un GSI 30 para pantallas

CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA MATRIZ ROCOSA Mg								
Tipo de roca	**GSI**	**σ (MPa)**	**E_m (MPa)**	**m_i**	**Cohesión (MPa)**	**Angulo de rozamiento (º)**	**Densidad (t/m^3)**	**Coeficiente de Poison**
Margas	30	2,79	661	6	0,158	43	2,57	0,2

Tabla 17. Tabla resumen parámetros de la matriz rocosa con GSI 30, pantallas

5.2.2.4. Reutilización

Esta unidad se considera Apta para coronación, núcleo y cimiento de relleno tipo todo uno**.** No obstante, se recomienda un estudio pormenorizado de sus características en fases posteriores del proyecto antes de su uso en obra.

5.2.3. Agresividad del subsuelo al hormigón

En la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) se prevén los tipos de exposición que se indican en las tablas que es incluyen a continuación.

En el caso del suelo, atendiendo al contenido de mg de ión sulfato por kg de suelo seco y el grado de acidez Baumann-Gully, se obtienen los siguientes intervalos de valores para determinar el tipo de exposición resultante según EHE:

Parámetro	Tipo de exposición			
	Ataque nulo (IIa)	Ataque débil (Qa)	Ataque medio (Qb)	Ataque fuerte (Qc)
Ión sulfato (mg SO_4^{2-}/kg)	<2.000 p.p.m (<0.2%)	2.000–3.000 p.p.m. (0.2 – 0.3 %)	3.000 – 12.000 p.p.m. (0.3 – 1.2 %)	>12.000 p.p.m. (>1.2 %)
Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	<200	>200	(*) Estas condiciones no se dan en la práctica	(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Tabla 18. Tipo de esxposición del suelo según EHE

Tipo de exposición del agua freática en función de los resultados del ensayo para determinar la agresividad según EHE:

Ensayo	Tipo de exposición			
	Ataque nulo (IIa)	Ataque débil (Qa)	Ataque medio (Qb)	Ataque fuerte (Qc)
pH	> 6.5	6.5 – 5.5	5.5 – 4.5	< 4.5
MAGNESIO (mg Mg_2+/l)	< 300	300 – 1000	1000 – 3000	> 3000
SULFATO (mg SO_4^{2-}/l)	< 200	200 – 600	600 – 3000	> 3000
AMONIO (mg NH_4+/l)	< 15	15 – 30	30 – 60	> 60
CO_2 (mg/l)	< 15	15 – 40	40 – 100	> 100
RESIDUO SECO (mg/l)	> 150	75 – 150	50 - 75	< 50
Ataque NULO		Ataque DEBIL	Ataque MEDIO	Ataque FUERTE

Tabla 19. Tipo de exposición del agua freática según EHE

Para investigar la agresividad del suelo y agua frente al hormigón, se ha analizado la información geotécnica existente en la zona. A continuación, se analizan los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a tal efecto:

5.2.3.1. Agresividad del terreno

Se ha elaborado un cuadro a partir de la información disponible, en el que se indica el tipo de exposición para cada una de las unidades geotécnicas afectadas, obtenidos a partir de las muestras de suelo ensayadas:

Unidad	Parámetro		Tipo de exposición
	Ión sulfato (%)	Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	
Mg	0,00 - 0,07	<200	Nulo-Fuerte
El	0,00 – 0,03	<200	Nulo-Medio
Sal	0,01 – 0,04	484	Medio

Tabla 20. Valores medios para determinar la agresividad del suelo Tramo 1

Estos resultados deberán verificarse en fases posteriores de proyecto.

5.2.3.2. Agresividad del agua

En el análisis de las muestras de agua tomadas en los sondeos disponibles, se han obtenido los siguientes resultados:

ENSAYO DE AGRESIVIDAD DEL AGUA								
CAMPAÑA	SONDEO	P.K.	Ph	MAGNESIO	SULFATO	RESIDUO SECO (mg/l)	AMONIO	CO_2
				Mg^{+2}(mg/l)	SO_4^{-2}(mg/l)		NH_4^+(mg/l)	(mg/l)
EG Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)	S-1	3+970	6,65	90	125	571	Exento	75
	S-3	5+070	6,81	85	102	575	Exento	108
	S-4	5+520	6,68	3	94	285	Exento	7
	S-7	6+670	6,75	38	202	689	Exento	33
	S-9	5+300	6,78	42	48	315	Exento	22

Tabla 21. Análisis disponibles para determinar la agresiviadd del agua Tramo 1

Los niveles de agua analizados en este tramo, presentan una agresividad correspondiente a un tipo de **ataque nulo (IIa) a fuerte (Qc)**, de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, al presentar gran parte de las muestras un contenido en CO_2 superior al establecido por la normativa.

5.3. GEOTECNIA TRAMO 2

5.3.1. Características geotécnicas de los materiales

A partir de la información anteriormente mencionada, obtenida en campañas realizadas en la zona de proyecto, además de los datos bibliográficos consultados, se ha procedido a realizar el análisis geotécnico de las unidades existentes.

Como base de la caracterización, se han tenido en cuenta los ensayos de laboratorio realizados en las prospecciones próximas de los proyectos consultados, los cuales se citan al inicio de este anejo y se enumeran en las tablas 1,2 y 3 del presente apartado.

Se han considerado los siguientes grupos geotécnicos:

Mg Margas grises

El Arcilla procedente de la alteración de la unidad Mg

Sal Depósitos aluviales recientes

Rc Rellenos antrópicos de infraestructuras existentes

5.3.1.1. Margas grises sanas, Mg

Unidad compuesta por margocalizas y margas grises muy ricas en fósiles, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas). En general se trata de una marga sana, poco fracturada y con estratificación subhorizontal. Constituye el sustrato de la zona de estudio.

Aparece en superfice o recubierto por material cuaternario de origen aluvial. En este tramo se localiza siempre bajo el cuaternario aluvial, y no suele presentar alteración. En las investigaciones en las que aparece, siempre lo hace con una potencia inferior a 1 m. Se presenta con un grado de meteorización GM II-III.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los valores medios, máximos y mínimos de los parámetros más significativos ensayados en laboratorio, procedentes de las campañas existentes en la zona de proyecto:

CAMPAÑA	INVESTIGACIÓN	Profundidad	Tipo de muestra	Unidad	Descripción	Humedad en %	Densidad seca en g/cm³	Densidad húmeda, en g/cm³	RCS (Mpa)	E (Mpa)	Coeficiente Poisson v	Resistencia a compresión triaxial en roca		Ensayos Químicos	
												Presión de confinamiento (Mpa)	Resistencia a Compresión triaxial 1 (Mpa)	SO_3^2 (%)	Carbonatos en %
PB de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria/Gasteiz. Fase I (2012)	S-1	7,40-7,70	TP-1	Mg	Margocaliza							2,00	36,74		
		7,40-7,70	TP-1	Mg	Margocaliza							2,00	75,46		
		10,00-10,40	TP-2	Mg	Margocaliza				31,12						
	S-3	10,60-10,90	TP-1	Mg	Margocaliza				21,90						
	S-4	6,60-6,90	TP-1	Mg	Margocaliza				44,40						
	S-5	6,20-6,40	TP-1	Mg	Margocaliza				33,90						
	S-18	4,60-5,00	TP-1	Mg	Margocaliza				19,11						
		11,60-12,10	TP-2	Mg	Margocaliza				16,93						
	S-19	4,50-4,80	TP-1	Mg	Margocaliza				8,73						
		7,80-8,20	TP-2	Mg	Margocaliza							2,00	37,90		
	S-20	4,50-4,90	TP-1	Mg	Margocaliza				16,57			2,00	35,15		
		11,95-12,40	TP-2	Mg	Margocaliza				17,67						
Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	S-3	9,30-9,85	TP	Mg	Margocaliza	4,00	2,41	2,51	12,75	2393	0,16			0,06	56,80
		20,55-20,95	TP	Mg	Margocaliza	3,60	2,46	2,55	22,00	2581	0,18			0,07	60,30
	S-4	4,65-4,94	TP	Mg	Margocaliza	1,20	2,62	2,65	42,37	2312	0,14				
		7,35-7,80	TP	Mg	Margocaliza	2,30	2,58	2,64	35,19						
		18,65-18,80	TP	Mg	Margocaliza	1,40	2,62	2,65	47,77						
	S-4bis	6,00-6,25	TP	Mg	Margocaliza	1,60	2,59	2,63	58,65	30401	0,15				
		8,10-8,45	TP	Mg	Margocaliza	1,20	2,63	2,67	34,58						
Nº Ensayos						7	7	7	16	4	4	4	4	2	2
Máximo						4,00	2,63	2,67	58,65	30401	0,18	2,00	75,46	0,07	60,30
Mínimo						1,20	2,41	2,51	8,73	2312	0,14	2,00	35,15	0,06	56,80
Promedio						2,19	2,56	2,61	28,98	9422	0,16	2,00	46,32	0,06	58,55

Tabla 22. Ensayos de laboratorio de la unidad Mg, Tramo 2

CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

Los valores de humedad varían entre un mínimo del 1,20% y un máximo de un 4,00%, siendo el valor promedio del 2,19%,

Los valores de densidad aparente presentan una media de 2,56 t/m^3, siendo el valor medio de la densidad seca de 2,61 t/m^3. En general, ambos valores son muy similares en todas las muestras.

Estos valores son característicos de un material rocoso, y muy similares a los descritos para el tramo 1.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS

Se dispone de dos ensayos de contenido en carbonatos, siendo los resultados 58,80 y 60,30%.

Los sulfatos aparecen en un promedio de 0,06%.

RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD

Se dispone de 16 ensayos de RCS. Se ha obtenido un valor medio de 29 MPa. Presenta un valor máximo de 58 y un mínimo de 8 MPa.

En los ensayos triaxiales, el valor medio es de 46 MPa.

EXCAVABILIDAD

Los desmontes previstos en esta unidad presentan alturas máximas de unos 9 m. Según la RCS y el estado que presenta la roca en los sondeos, siguiendo el criterio de excavabilidad de Franklin, será preciso el empleo de voladura.

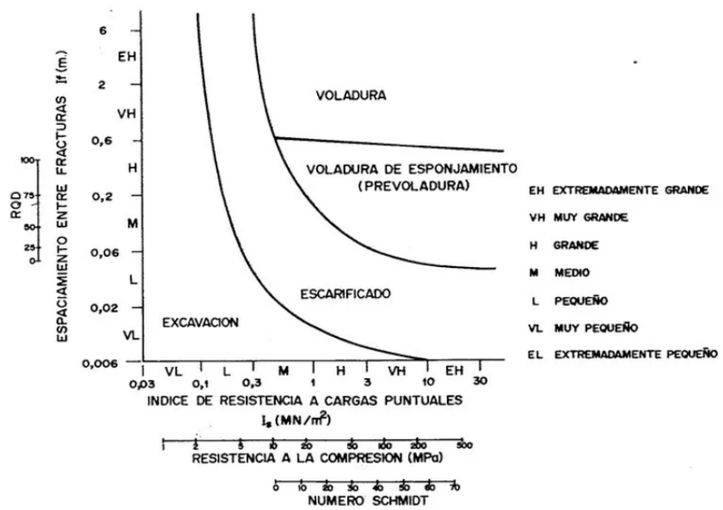
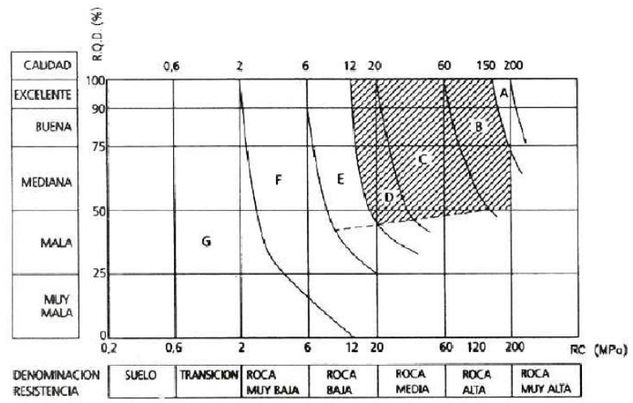


Figura 121 Criterio de excavabilidad de Franklin

El método de Romana clasifica la excavabilidad de un macizo rocoso en función de los valores RQD y RCS.



ZONA	TOPO		ROZADORA			MARTILLO	PALA
	> 25 t	< 25 t	> 80 t	50 - 80 t	< 50 t		
A	Posible ?						
B	Adecuado	Posible ?	Posible ?				
C	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado			
D	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?	
E	Posible	Posible	Posible	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?
F				Posible	Adecuado	Adecuado	Posible
G					Posible	Posible ?	Adecuado

Figura 122 Criterio de excavabilidad de Romana

No obstante, este aspecto deberá revisarse en fases posteriores de proyecto.

REUTILIZACIÓN

A priori, y en función de los ensayos disponibles en esta unidad, se espera que pueda conformar rellenos de tipo “todo-uno”. No obstante, esto deberá verificarse en fases posteriores de proyecto con un análisis más detallado y concreto, con ensayos específicos para analizar su reutilización. Estos materiales se clasificarán como rocas muy evolutivas QS1 (1.2).

Sin embargo, este tipo de materiales evolutivos, al ser excavados y triturados a granulometrías para rellenos tipo terraplén, podrían dar problemas de expansividad. Por lo tanto, en fases posteriores de proyecto, se recomienda realizar los ensayos necesarios para determinar las condiciones de reutilización, y la necesidad o no de tratamientos. Dichos ensayos son los siguientes: límites de Atterberg, contenido en materia orgánica, contenido en sulfatos, contenido en sales solubles distintas del yeso, índice CBR, hinchamiento libre y colapso de suelos (PN).

Los niveles menos alterados y con predominio calizo podrán dar lugar a rocas blandas QS1 (3) que podrán ser reutilizables como núcleo de terraplén.

5.3.1.2. Eluvial, El

Se trata de la parte superior alterada del sustrato cretácico Mg.

Este suelo se presenta como una arcilla limosa plástica, de color gris, con resto de material calcáreo no alterado tamaño grava. En este tramo, como ya se ha indicado, presenta una potencia inferior a 1 m.

No se dispone de ensayos en esta unidad en este tramo, pero se espera que presente unas características geotécnicas similares a la unidad El del tramo 1.

5.3.1.3. Suelos aluviales, Sal

En general se trata de depósitos formados por potentes niveles de gravas calcáreas heterométricas, y algunos de arenas y limos.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los valores medios, máximos y mínimos de los parámetros más significativos ensayados en laboratorio, procedentes de las campañas existentes en la zona de proyecto:

CAMPAÑA	SONDEO	Profundidad	Tipo de muestra	Unidad	N30	Humedad en %	Densidad seca en g/cm³	Densidad húmeda, en g/cm³	Peso específico en g/cm³	Granulometría en % que pasa						Límites de Atterberg			USCS	Edómetro muestra saturada (indice de poros inicial e₀)	Presión de hinchamiento en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I, en %	Expansividad Lambe	Compresión Simple		CORTE DIRECTO			TRIAXIAL			Ensayos Químicos				Ensayo Proctor			Ensayo CBR	
										63	20	5	2	0,4	0,08	Límite líquido	índice plastico	índice plasticidad							Tensión (Mpa)	Deformación en %	TIPO	Ángulo de Rozamiento	Cohesión en kg/cm³	TIPO	Ángulo de Rozamiento	Cohesión en kg/cm³	SO_4^{2-} (%)	Yesos, en %	Materia Orgánica en %	Carbonatos en %	Tipo	Humedad óptima %	Densidad máxima	Índice CBR al 100%	Hinchamiento, en %
PB de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria/Gasteiz. Fase I (2012)	S-1	1,00-1,60	MI-1	Sal	10	24,5	1,539	1,916		100,0	97,8	94,8	91,3	87,7	83,7	40,8	27,0	13,8	ML						0,16	9	CUU	7,89	0,95				0,06		1,14	48,1					
		1,60-2,20	SPT-1	Sal	R																			No Crítico																
	S-3	1,00-1,60	MI-1	Sal	12	35,2	1,28	1,73	2,5	100,0	100,0	100,0	99,8	98,6	97,1	56,4	35,1	21,3	MH	0,91									TxCU	28,34	0,04									
		1,60-2,20	SPT-1	Sal	9																																			
	S-4	1,00-1,60	MI-1	Sal	11	27,4	1,51	1,92	2,56	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	96,8	43,6	26,4	17,2	ML	0,68							CCU	24,97	0,08											
		1,60-2,10	SPT-1	Sal	7	38,7	1,22	1,69		100,0	100,0	100,0	100,0	95,9	89,9	55,1	33,9	21,2	MH					Marginal																
	S-5	1,00-1,60	MI-1	Sal	11	24,8	1,53	1,91		100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,3	44,3	25,7	18,6	CL						0,18	7	CCU	10,55	0,87											
		1,60-2,20	SPT-1	Sal	7																																			
	S-18	1,20-1,80	MI-1	Sal	11	21,7	1,69	2,05		100,0	100,0	99,9	99,5	98,7	94,9	42,0	24,4	17,6	CL		35								TxCU	24,22	0,21									
		1,80-2,20	SPT-1	Sal	R																																			
	S-19	1,20-1,80	MI-1	Sal	11	16,0	1,67	1,94	2,58	100,0	78,9	75,3	71,7	62,7	49,3	32,3	20,3	12,0	SC	0,69																				
		1,80-2,40	SPT-1	Sal	18	17,8	1,75	2,06		100,0	94,7	88,2	86,7	76,6	66,4	34,5	23,0	11,5	CL					No Crítico																
	S-20	1,00-1,60	MI-1	Sal	11	17,9	1,81	2,13		100,0	100,0	85,8	75,9	60,9	48,4	27,5	19,5	8,0	SC		0		0,02						TxCU	30,52	0,54									
		1,60-2,20	SPT-1	Sal	17																																			
	C-7	1.50-1.70	MA-1	Sal		23,7				100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	92,9	42,1	23,5	18,6	CL																				
	C-8	1.00-1.20	MS-1	Sal						100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	94,9	37,7	2,5	14,2	CL			0,66	-0,09											0,000	0,79	24,09	PM	15,80	1,81	13,58	1,99
		2.50-2.60	MA-1	Sal		15,3				100,0	100,0	61,0	45,0	19,5	11,6	0,0	0,0	0,0	SP-SM																				
	C-11	1.00-1.20	MA-1	Sal		23,9				100,0	100,0	99,8	99,6	98,8	93,9	38,1	25,1	13,0	ML																				
		2.00-2,20	MS-1	Sal						100,0	100,0	97,9	97,2	93,7	87,5	39,0	29,1	9,9	ML			-0,02	-0,01											0,665	0,83	80,09	PM	21,40	1,66	43,10	0,68
		2.50-2.60	MA-2	Sal		18,9				100,0	100,0	68,5	61,6	53,4	46,3	32,9	20,9	12,0	GC																				
	C-20	1.00-1.10	MA-1	Sal		27,7				100,0	100,0	99,8	98,4	95,4	91,3	59,1	30,4	28,7	CH																				
	C-21	1.00-1.30	MA-1	Sal		20,5				100,0	100,0	98,8	97,6	93,9	88,6	50,9	28,8	22,1	ML																				
		1.80-2.00	MS-1	Sal						100,0	100,0	72,7	58,6	32,8	17,1	20,7	17,3	3,4	SM			0,02	0,05											0,126	0,29	43,54	PM	6,30	2,22	79,51	0,12

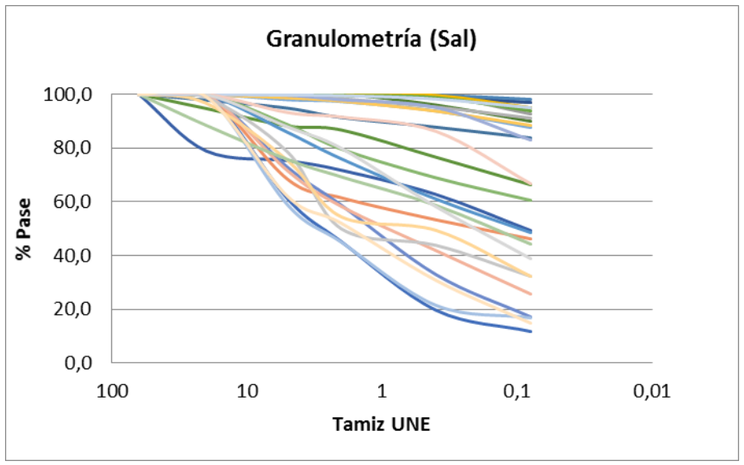
CAMPAÑA	SONDEO	Profundidad	Tipo de muestra	Unidad	N30	Humedad en %	Densidad seca en g/cm³	Densidad húmeda, en g/cm³	Peso específico en g/cm³	Granulometría en % que pasa						Límites de Atterberg			USCS	Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e.)	Presión de hinchamiento en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I, en %	Expansividad Lambe	Compresión Simple		CORTE DIRECTO			TRIAXIAL			Ensayos Químicos				Ensayo Proctor			Ensayo CBR	
										63	20	5	2	0,4	0,08	Límite líquido	índice plastico	índice plasticidad							Tensión (Mpa)	Deformación en %	TIPO	Ángulo de Rozamiento	Cohesión en kg/cm³	TIPO	Ángulo de Rozamiento	Cohesión en kg/cm³	SO_4^{2-} (%)	Yesos, en %	Materia Orgánica en %	Carbonatos en %	Tipo	Humedad óptima %	Densidad máxima	Índice CBR al 100%	Hinchamiento, en %
	C-31	1.50-1.60	MA-1	Sal		13,2				100,0	100,0	88,6	79,5	68,8	60,4	33,5	21,1	12,4	CL																					
		2.00-2.20	MA-2	Sal		12,7				100,0	100,0	59,0	45,1	21,6	17,0	25,0	18,1	6,9	SC-SM																					
Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)	S-3	1,50-2,10	SPT	Sal	11					100,0	100,0	71,5	58,2	41,7	25,5	21	17	4	SC-SM																					
		6,80-7,25	M.I.	Sal	R	23,8	1,57	1,94		100,0	98,7	78,5	50,0	43,9	32,4	24	18	6	SC-SM																					
	S-4	1,50-1,95	SPT	Sal	12					100,0	96,6	75,3	54,3	49,3	32,2	22	16	6	SC-SM																					
	S-4BIS	1,50-2,10	M.I.	Sal	10	26,0	1,52	1,91		100,0	100,0	99,6	98,0	95,2	83,2	33	19	14	CL-CM						0,09	11														
		2,10-2,55	S.P.T.	Sal	9					100,0	88,4	75,7	69,2	58,6	44,2	26	16	10	SC																					
	C-7	0,80	MA	Sal						100,0	100,0	99,7	99,5	98,2	94,9	40	20	20	CL																					
	C-9	1,00	MA	Sal						100,0	100,0	93,2	91,5	86,2	66,8	29	17	12	CL																					
	C-10	1,60	MA	Sal						100,0	100,0	87,9	79,9	58,2	38,9	0	0	0	SM																			8,9	2,04	26,1	1,7
	C-13	2,00	MA	Sal						100	99,2	62,1	52,1	30,9	15	0	0	0	SM																					
Nº Ensayos					19	19	11	11	3	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	4	4	3	4	4	4	4
Máximo					18	38,7	1,81	2,13	2,58	100	100	100	100	99,7	98,3	59,1	35,1	28,7	-	0,91	35	0,66	0,05	-	0,18	11,00	-	24,97	0,95	-	30,5	0,54	0,06	0,67	1,14	80,1	-	21,4	2,22	79,5	1,99
Mínimo					7	12,7	1,22	1,69	2,5	100	78,9	59	45	19,5	11,6	0	0	0	-	0,68	0,00	-0,02	-0,09	-	0,09	7,00	-	7,89	0,08	-	24,2	0,04	0,06	0,00	0,29	24,1	-	6,30	1,66	13,6	0,12
Promedio					11	22,62	1,55	1,93	2,55	100	98,4	87,4	81,4	73,1	64,1	32,8	19,8	12,2	-	0,76	17,50	0,22	-0,01	-	0,14	9,00	-	14,47	0,63	-	27,69	0,26	0	0,26	0,76	48,96	-	13,10	1,93	40,57	1,12

Tabla 23. Ensayos de laboratorio de la unidad Sal Tramo 2

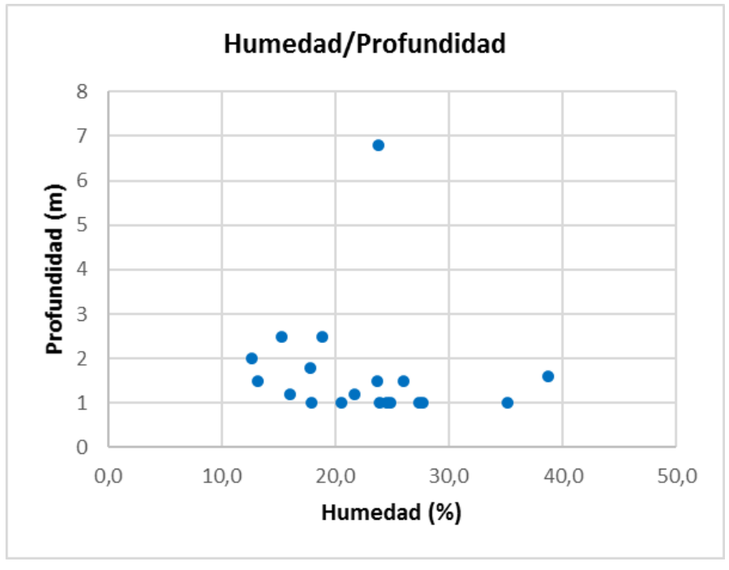
CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

Se trata de una unidad, por lo general, bastante heterogénea, como se puede observar en las gráficas incluidas a continuación.

Presenta un contenido medio en finos de 64%.



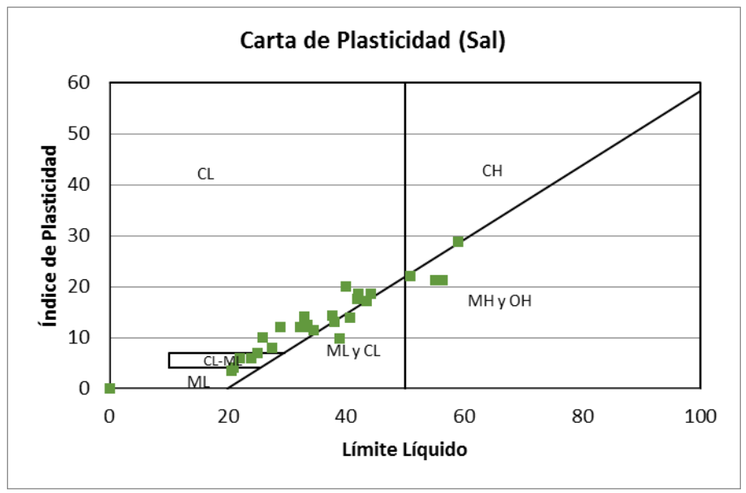
En el caso de la densidad seca, se dispone de 11 ensayos, en los que se ha obtenido el valor medio de 1,55 t/m^3. El valor medio de la densidad húmeda es de 1,93 t/m^3. Para la humedad se dispone de 19 ensayos, comprendidos entre 38,7% y 12,7%. En este tramo se adopta el valor medio de 22,6%.



En cuanto a los valores de plasticidad, en la siguiente tabla se incluye el criterio seguido para la clasificación de las unidades:

PLASTICIDAD	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)
Nula	0 – 3
Baja	4 – 15
Media	16 – 30
Alta	> 31

De las 29 muestras ensayadas, solo 2 presentan una plasticidad nula, siendo el valor medio de límite líquido de 33 %, con un IP medio de 12. Esto las clasifica como de plasticidad baja.



La mayoría de las muestras se clasifica como CL (arcillas de baja plasticidad) y ML (limos inorgánicos y arenas muy finas), como se puede observar en el gráfico incluido a continuación. Se ha observado que estas variaciones en la granulometría no guardan relación con la profundidad de las muestras, por lo que es probable que se trate de lentejones de distintas granulometrías, lo que suele ser característico en este tipo de materiales.



El contenido en sulfatos es de 0,065% de media, mientras que el contenido en yesos es de 0,26%. El contenido medio en materia orgánica es de 0,76%.

RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD

La resistencia de los suelos de alteración se ha investigado en campo con ensayos de penetración dinámica y SPT y, en laboratorio, con compresiones simples.

El valor de resistencia a la compresión simple es, en general, reducida, siendo la media de 3 ensayos de 0,14 MPa. Se obtiene entonces, un valor de Cu = 0,07 MPa

En cuanto a los golpeos obtenidos en los ensayos SPT realizados en los sondeos, han dado valores entre 7 y rechazo. La mayoría de los valores, sin embargo, se sitúan en torno a 10, y el rechazo se ha obtenido en 3 de las 19 muestras. También se dispone de ensayos de penetración dinámica. Aplicando la correlación $N_{SPT} = 1,6\ N_{DPSH}$, se ha obtenido una media de golpeo equivalente de 9. Se toma, por tanto 10 como valor característico.

Se obtienen los siguientes valores medios de los ensayos de corte directo disponibles:

- Ensayo de corte directo CU: con c=0,48 kg/cm3 y ϕ=18˚
- Ensayo de corte directo UU: con c=0,95 kg/cm3 y ϕ=8˚

Se obtienen los siguientes valores medios de los ensayos triaxiales realizados:

- Ensayo triaxial CU: con c=0,26 kg/cm^3 y ϕ=28˚.
- De cara a confirmar el potencial expansivo, se dispone de 3 ensayos Lambe, resultando 2 críticos y uno marginal. Además, se dispone de 2 ensayos de presión de hinchamiento. En uno de ellos se ha obtenido el valor de 35 kpa, que clasificaría la unidad como de expansividad baja. En cuanto a los ensayos de hinchamiento libre, las 3 muestras ensayadas arrojan resultados inferiores a 1%, considerándose expansividad nula.
- De los 4 ensayos de colapso disponibles se deduce que esta unidad no es colapsable.

REUTILIZACIÓN Y EXCAVABILIDAD

En base a los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio para esta unidad (a falta de realizar un mayor número de ensayos además de ensayos de colapso, volumétricos y algunos químicos), según PG-3, se clasifica como tolerable.

Se trata de suelos excavables mediante medios mecánicos.

5.3.1.4. Rellenos antrópicos, RC

Se trata de los rellenos compactados de los viales existentes, que son la Carretera A-132, A-4107, A-2134, N-104.

En este tramo, no se dispone de ensayos realizados en esta unidad ni de investigaciones que la hayan perforado.

No obstante, su capacidad portante queda de manifiesto, por lo que se espera que se clasifiquen como tolerables. Serán excavables con medios mecánicos.

5.3.2. Agresividad del subsuelo al hormigón

En la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) se prevén los tipos de exposición que se indican en las tablas que es incluyen a continuación.

En el caso del suelo, atendiendo al contenido de mg de ión sulfato por kg de suelo seco y el grado de acidez Baumann-Gully, se obtienen los siguientes intervalos de valores para determinar el tipo de exposición resultante según EHE:

Parámetro	Tipo de exposición			
	Ataque nulo (IIa)	Ataque débil (Qa)	Ataque medio (Qb)	Ataque fuerte (Qc)
Ión sulfato (mg SO_4^{2-}/kg)	<2.000 p.p.m (<0.2%)	2.000–3.000 p.p.m. (0.2 – 0.3 %)	3.000 – 12.000 p.p.m. (0.3 – 1.2 %)	>12.000 p.p.m. (>1.2 %)
Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	<200	>200	(*) Estas condiciones no se dan en la práctica	(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Tabla 24. Tipo de esxposición del suelo según EHE

Tipo de exposición del agua freática en función de los resultados del ensayo para determinar la agresividad según EHE:

Ensayo	Tipo de exposición			
	Ataque nulo (IIa)	Ataque débil (Qa)	Ataque medio (Qb)	Ataque fuerte (Qc)
pH	> 6.5	6.5 – 5.5	5.5 – 4.5	< 4.5
MAGNESIO (mg Mg_2+/l)	< 300	300 – 1000	1000 – 3000	> 3000
SULFATO (mg SO_4^{2-}/l)	< 200	200 – 600	600 – 3000	> 3000
AMONIO (mg NH_4+/l)	< 15	15 – 30	30 – 60	> 60
CO_2 (mg/l)	< 15	15 – 40	40 – 100	> 100
RESIDUO SECO (mg/l)	> 150	75 – 150	50 - 75	< 50

Ataque NULO Ataque DEBIL Ataque MEDIO Ataque FUERTE

Tabla 25. Tipo de exposición del agua freática según EHE

Para investigar la agresividad del suelo y agua frente al hormigón, se ha analizado la información geotécnica existente en la zona.

A continuación, se analizan los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a tal efecto:

5.3.2.1. Agresividad del terreno

Se ha elaborado un cuadro a partir de la información disponible, en el que se indica el tipo de exposición para cada una de las unidades geotécnicas afectadas, obtenidos a partir de las muestras de suelo ensayadas:

Unidad	Parámetro		Tipo de exposición
	Ión sulfato (%)	Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	
Mg	0,06 - 0,07	-	Nulo
El	0,00 – 0,03 (valores del Tramo 1)	-	Nulo
Sal	0,06	-	Nulo

Tabla 26. Valores medios para determinar la agresividad del suelo Tramo 1

No se dispone de ensayos de acidez Baumann-Gully, por lo que deberán realizarse en fases posteriores para clasificar correctamente estos materiales.

5.3.2.2. Agresividad del agua

En el análisis de las muestras de agua tomadas en las investigaciones disponibles, se han obtenido los siguientes resultados:

ENSAYO DE AGRESIVIDAD DEL AGUA PB (2012)			
Ensayo	Medio	Mínimo	Máximo
pH	6,81	6,78	6,86
Mg_2	10,1	3,9	14,6
NH4	<1	<1	<1
SO_4	114,7	96	134
CO_2	12,3	9,7	14,6
Residuo seco	544,7	475	594

Tabla 27. Análisis disponibles para determinar la agresividad del agua Tramo 2

Los niveles de agua analizados en este tramo, presentan una agresividad correspondiente a un tipo de **ataque nulo (IIa)**, de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Este aspecto debe investigarse en detalle en fases posteriores de proyecto.

5.3.3. Obras de tierra

5.3.3.1. Desmontes

Se ha realizado un estudio pormenorizado de los desmontes previstos en las dos alternativas analizadas en el tramo 2 a partir de la información consultada en los proyectos realizados en la zona de estudio.

Las mayores alturas alcanzadas por los desmontes previstos en el tramo 2 son de unos 9 m. El criterio utilizado para establecer la inclinación de los taludes de desmonte ha sido, por tanto, único. Se ha tenido en cuenta el tipo de material:

- Materiales tipo suelo: Cuaternarios aluviales (Sal), eluviales (El) y rellenos antrópicos (Rc), para los que se recomienda dar un talud al 3H:2V.
- Rocas: Margas grises (Mg), donde se ha recomendado una inclinación de talud al 1H:1V.

A continuación, se incluyen las tablas resumen de los desmontes previstos en cada una de las alternativas:

DESMONTES ALTERNATIVA ESTE									
EJE	Desmonte	PK		Longitud (m)	H máx Eje (m)	Unidad PB	Calidad de los suelos	Talud recomendado	Excavabilidad	Utilización
		inicio	fin							
5	D1	0+500	0+815	315	2,5	Mg	QS1	1H:1V	Ripado	Todo-Uno* / núcleo
	D2	1+320	1+395	75	7	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
7	D1	1+250	1+380	130	7	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
6	D1	1+325	1+400	75	5	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
	D2	4+250	4+375	125	2,5	Mg	QS1	1H:1V	Ripado	Todo-Uno* / núcleo
	D3	6+090	6+315	225	2	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
9	D1	0+930	1+060	130	4	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
12	D1	0+580	0+660	80	7	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
13	D1	0+275	0+360	85	4	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
19	D1	1+345	1+555	210	2	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo

*Excepto los 60 cm más superficiales

Tabla 28. Resumen de desmontes previstos en la Alternativa Este del Tramo 2

DESMONTES ALTERNATIVA OESTE									
EJE	Desmonte	PK		Longitud (m)	H máx Eje (m)	Unidad PB	Calidad de los suelos	Talud recomendado	Excavabilidad	Utilización
		inicio	fin							
24	D1	0+500	0+812	312	2	Mg	QS1	1H:1V	Ripado	Todo-Uno / núcleo*
	D2	1+313	1+370	57	6	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
	D3	2+475	2+945	470	9	Mg	QS1	1H:1V	Ripado	Todo-Uno / núcleo*
25	D1	2+070	2+650	580	7,5	Mg	QS1	1H:1V	Ripado	Todo-Uno / núcleo*
26	D1	0+550	0+620	70	6	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
	D2	1+725	2+190	465	9	Mg	QS1	1H:1V	Ripado	Todo-Uno / núcleo*
29	D1	1+320	1+375	55	6	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
	D2	5+980	6+620	640	2	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo
30	D1	1+860	2+080	220	2	RC	QS1	3H:2V	Medios mecánicos	Núcleo

*Excepto los 60 cm más superficiales

Tabla 29. Resumen de desmontes previstos en la Alternativa Oeste del Tramo 2

5.3.3.2. Rellenos

En general, para todos los terraplenes se ha definido una inclinación única de 2H:1V.

La mayoría de los rellenos se asientan sobre la unidad cuaternaria Sal. Se ha propuesto la compactación del fondo de excavación y, en aquellos rellenos previstos en zonas inundables, se propone la colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m por encima de la cota de inundación.

A continuación, se incluyen las tablas resumen de los rellenos:

RELLENOS ALTERNATIVA ESTE								
EJE	Relleno	PK		Longitud (m)	H máx Eje (m)	Terreno de apoyo	Medidas complementarias	Talud recomendado
		inicio	fin					
5	R1	1+395	3+025	1630	4	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	3+090	4+075	985	9	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	4+210	4+790	580	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R4	4+833	5+120	287	10	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	5+540	6+200	660	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R6	6+235	6+510	275	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R7	7+015	7+390	375	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
7	R1	1+380	3+000	1620	8	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	3+105	3+230	125	11	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	4+195	4+810	615	12	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R4	4+850	5+125	275	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	5+550	6+205	655	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R6	6+235	6+515	280	8	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R7	7+015	7+350	335	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
6	R1	0+685	1+325	640	4	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R2	1+400	3+040	1640	6	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	3+100	4+250	1150	7	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
9	R1	1+060	2+595	1535	12	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	2+826	3+900	1074	12	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
12	R1	0+000	0+540	540	2	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R2	0+660	2+325	1665	4	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	2+375	3+350	975	9	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	3+525	4+060	535	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R4	4+129	4+400	271	10	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	4+820	5+470	650	9	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R6	5+510	5+790	280	7,5	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
13	R1	0+360	1+890	1530	9	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	2+070	2+650	580	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R3	2+690	2+970	280	10	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R4	3+400	4+050	650	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	4+070	4+350	280	8	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
19	R1	0+000	0+950	950	2	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V

Tabla 30. Resumen de rellenos previstos en la Alternativa Este del Tramo 2

RELLENOS ALTERNATIVA ESTE								
EJE	Relleno	PK		Longitud (m)	H máx Eje (m)	Terreno de apoyo	Medidas complementarias	Talud recomendado
		inicio	fin					
24	R1	1+370	2+475	1105	2	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	2+945	3+120	175	7	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	4+220	4+675	455	10	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R4	4+710	4+925	215	8	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	5+490	5+850	360	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
25	R1	0+360	1+940	1580	4	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	1+975	2+070	95	4	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	2+650	2+800	150	6	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R4	3+900	4+350	450	10	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	4+380	4+580	200	8	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
26	R1	0+000	0+550	550	2,5	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	0+620	1+725	1105	2	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R3	2+190	2+370	180	7	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R4	3+465	3+925	460	10	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R5	3+955	4+170	215	8	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
27	R1	1+330	2+075	745	9	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	2+460	2+775	315	9	Mg	-	2H:1V
	R3	4+335	4+755	420	10	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R4	4+820	5+040	220	8	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
	R5	5+605	5+950	345	9	Sal	Compactación del fondo de excavación; Colocación de cimiento drenante hasta 0,5 m sobre la cota de inundación	2H:1V
28	R1	0+850	1+710	860	9	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	1+800	4+100	2300	8	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
29	R1	0+690	1+320	630	4	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V
	R2	1+375	4+460	3085	2	Sal	Compactación del fondo de excavación	2H:1V

Tabla 31. Resumen de rellenos previstos en la Alternativa Oeste del Tramo 2

El proceso de ejecución será el establecido en el PGP 2011 v2, en el que se indica lo siguiente para las zonas inundables atravesadas por los trazados analizados:

“Cuando el cimiento deba ser permeable o drenante, se aplicarán las especificaciones indicadas para pedraplenes, hasta una cota de cincuenta centímetros (50 cm) por encima de la altura considerada inundable, con rocas no sensibles al agua, coeficiente de Los Ángeles inferior a treinta y cinco (35) y contenido de finos menor de cinco por ciento (5%). En este caso se tendrá en cuenta la posible contaminación si el terreno de apoyo es limoso o arcilloso, dando un espesor amplio a la capa (no menos de sesenta centímetros (60 cm)) o colocando una transición o geotextil con funciones de filtro.”

Cabe destacar que cuando el terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución.

En las zonas de apoyo de rellenos será necesario retirar la tierra vegetal y acopiarla para su posterior uso en revegetación de taludes. Además, en las zonas indicadas, se realizará una compactación superficial del terreno de apoyo.

5.4. ESPESORES DE LA CAPA DE FORMA

Como se indica en el Anejo 06. Estudio de materiales, el trazado discurre principalmente sobre suelo tolerable. Por lo tanto, del lado de la seguridad, se ha considerado un espesor de capa de forma uniforme de 60 cm. Este valor deberá revisarse en fases posteriores, con una información más precisa.

5.5. CIMENTACIÓN DE VIADUCTOS

Para el análisis anterior se ha tenido en cuenta la siguiente información:

- Geología de la zona.
- Caracterización geotécnica de los materiales de la traza.
- Bibliografía consultada respecto a materiales similares y cimentaciones a recomendar.

En cuanto a la tipología de la cimentación se ha seguido el siguiente criterio:

- Cimentación superficial

Se considera una cimentación superficial mediante zapatas con un empotramiento no menor a su canto. En base a la información disponible, se recomienda este tipo de cimentación en las margas grises.

- Cimentación profunda

En zonas donde, por la presencia del nivel freático o la profundidad del estrato competente, no sea recomendable el empleo de cimentación superficial, se propone una cimentación profunda. En base a la información disponible, se ha considerado este tipo de cimentación en aquellas zonas en las que se atraviesan materiales cuaternarios de la unidad Sal. Asimismo, en las estructuras proyectadas para cruzar ríos de cierta entidad se ha recomendado cimentación profunda mediante pilotes por considerarla necesaria para evitar los posibles problemas de socavación.

La longitud definitiva de los pilotes, así como su diámetro, se definirá en las siguientes fases de proyecto una vez investigados los espesores de los aluviales de los ríos, así como la estratigrafía y caracterización geotécnica de las zonas concretas donde se proyectarán las estructuras.

6. RIESGOS GEOLÓGICOS, HIDROGEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Los riesgos considerados como de mayor importancia en la zona de estudio son los siguientes:

RIESGO HIDROGEOLÓGICO

A través de la construcción de un modelo hidrogeológico tridimensional, elaborado con el software Visual Modflow 4.2, se ha evaluado la magnitud de un posible “efecto barrera” ocasionado por la estructura soterrada, así como posibles soluciones de restitución de flujo, si bien éstas vienen condicionadas por el método constructivo que finalmente se decida para las pantallas: la primera corresponde a un muro pantalla continuo (***Alternativa entre Pantallas***) y la segunda, a una pantalla ejecutada mediante pilotes secantes (***Alternativa con Pilotes secantes***).

Según los resultados del modelo, la estructura sin medidas de restitución de flujo, e independientemente del método constructivo, ocasionaría un “efecto barrera” que afectaría tanto al acuífero cuaternario aluvial como al acuitardo cretácico subyacente. En este sentido, aguas arriba de la estructura (al Sur), según el flujo subterráneo, se obtienen ascensos piezométricos de hasta +1,6 m sobre los niveles freáticos actuales (en situación de aguas altas), mientras que aguas debajo de la misma (al Norte) se producirían descensos de hasta -2,6 m con respecto igualmente a éstos.

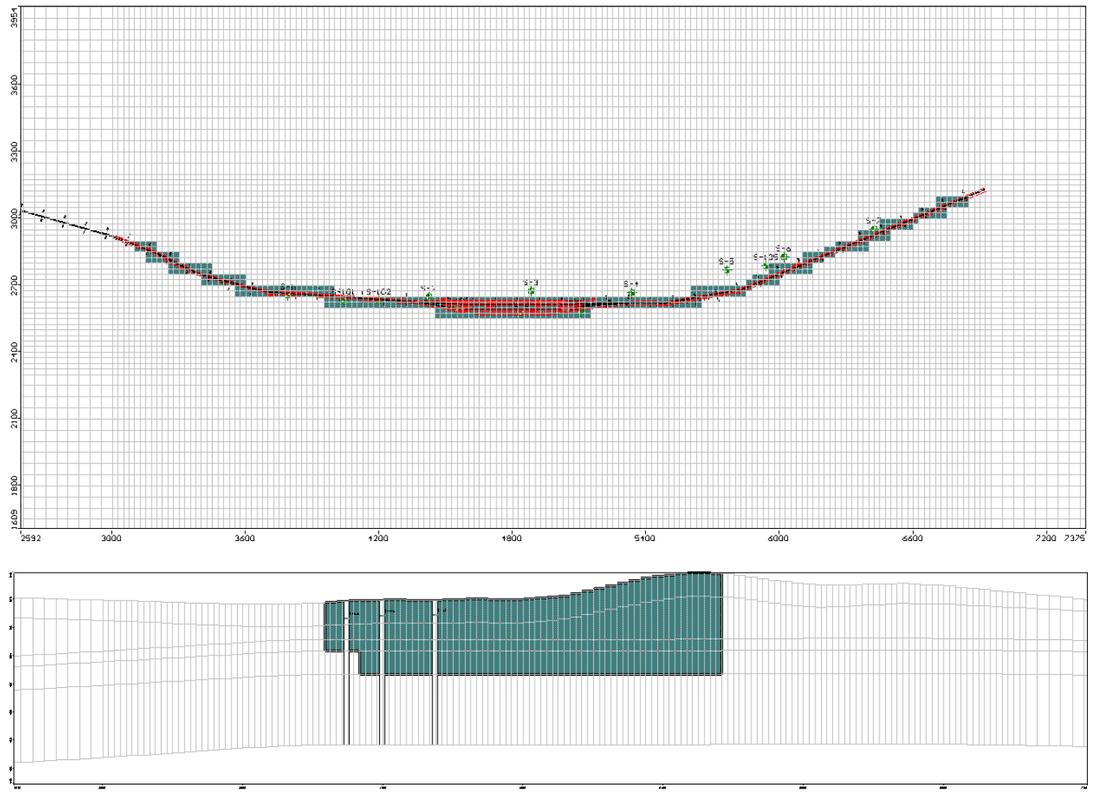


Figura 123. Arriba, Planta de la modelización de las pantallas. Abajo, perfil de las pantallas en la Fila 99, entre los PPKK 4+140 y 5+820 aproximadamente (elaboración propia).

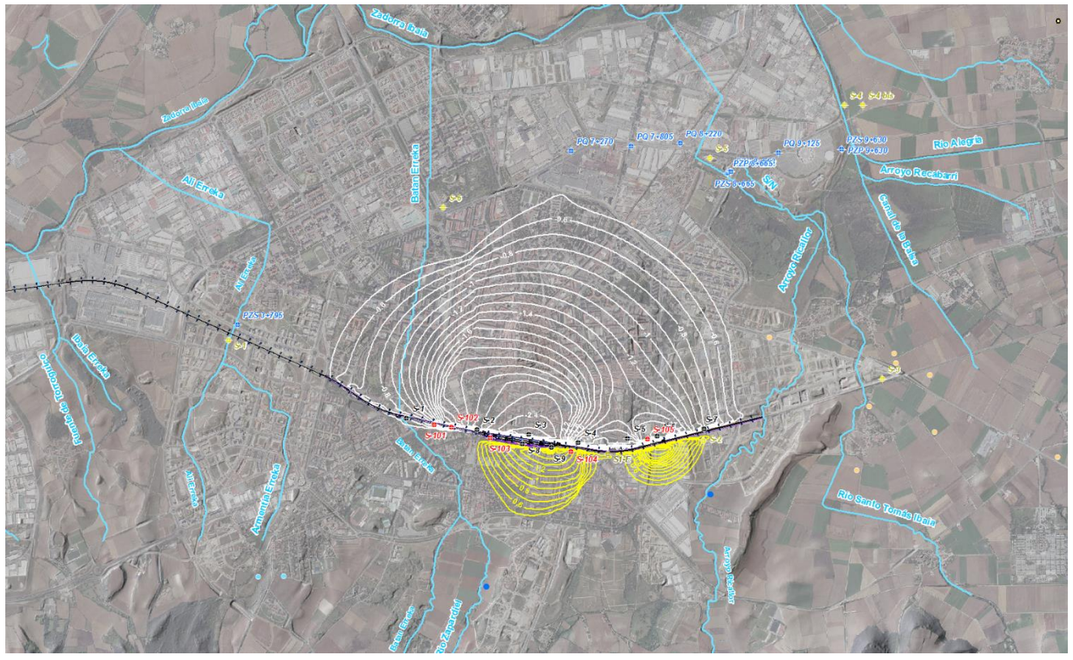


Figura 124. Isoascensos e isodescensos correspondientes a las capas 1, 2, 3 y 4 obtenidos al introducir la estructura soterrada estanca definitiva, en cualquiera de sus dos alternativas (elaboración propia).

Por lo que respecta a la simulación de las posibles medidas de restitución de flujo, la *Alternativa entre Pantallas* se ha dotado con sifones a distancias variables. Según dicha simulación, situando baterías de sifones cada 200 m en toda la estructura, y cada 100 m en la zona de la estación, se consigue un rebaje significativo de los ascensos y descensos piezométricos, de forma que éstos no superen los 0,5 m con respecto al flujo actual en situación de aguas altas. En cuanto a la *Alternativa con Pilotes secantes*, se ha procedido a acortar alternativamente 1 pilote de cada 2, por debajo de la losa inferior, a modo de portillos inferiores. Esta simulación no ha logrado rebajes piezométricos tan efectivos como en el caso de la alternativa anterior; en cualquier caso, la atenuación máxima de los ascensos y descensos se quedan muy lejos del 0,5 m respecto a los niveles freáticos actuales. Los descensos se reducen de -2.6 a -2.4 m, mientras que los ascensos apenas bajan del +1.6 m inicial.

INUNDACIÓN

El aumento inusual del caudal en un cauce, como consecuencia del aporte más o menos repentino de una cantidad de agua superior a la que es habitual puede producir desbordamientos y la inundación temporal de terrenos normalmente secos. Este fenómeno afectará a varios puntos a lo largo de todo el trazado en ambos tramos.

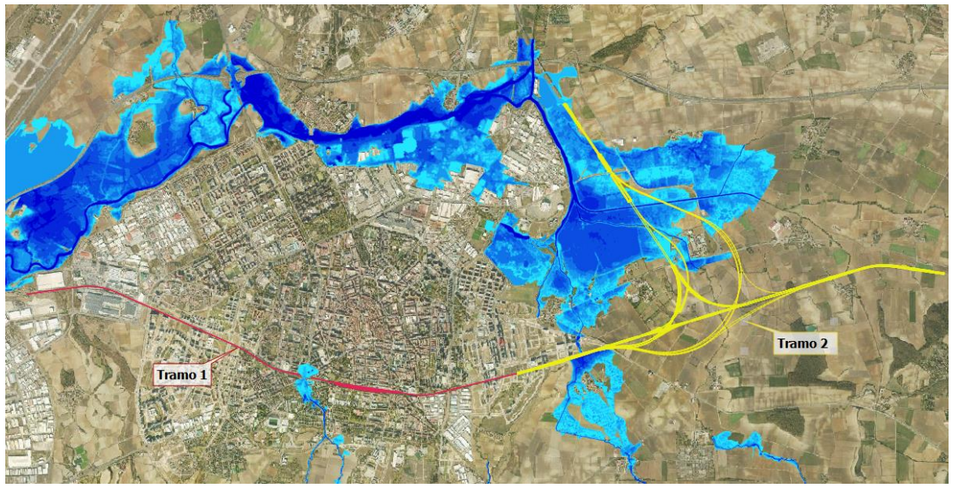


Figura 125 Zonas inundables con periodo de retorno de 10 y de 500 años y trazados estudiados

Las inundabilidad de tales llanuras se detalla en el Anejo de Drenaje del presente Estudio, en el cual se representan las láminas de inundación en diferentes escenarios. Ha de profundizarse en el tema en fases posteriores de trabajo.

SUELOS BLANDOS

En la zona objeto de estudio, en superficie, se localizan principalmente suelos cuaternarios de la unidad Sal, que, como se ha podido comprobar en los análisis realizados a lo largo del anejo, presentan baja capacidad portante.

La mayoría de los ejes analizados discurren en rellenos, por lo que resulta conveniente realizar un análisis detallado de asientos en fases posteriores de proyecto.

ROCAS EVOLUTIVAS

El sustrato de la zona de estudio lo forma la unidad cretácica de las margas grises. Estas margas pueden erosionarse con facilidad, derivando en suelos blandos. Esto puede provocar una pérdida en la capacidad portante, que debe analizarse y valorarse en fases posteriores de proyecto.

SUELOS, ROCAS Y AGUAS AGRESIVAS

Según los datos disponibles de agresividad del terreno, en el tramo 1 la unidad Sal ha presentado un valor de grado de Acidez Baumann-Gully que corresponde con agresividad débil en el único ensayo disponible.

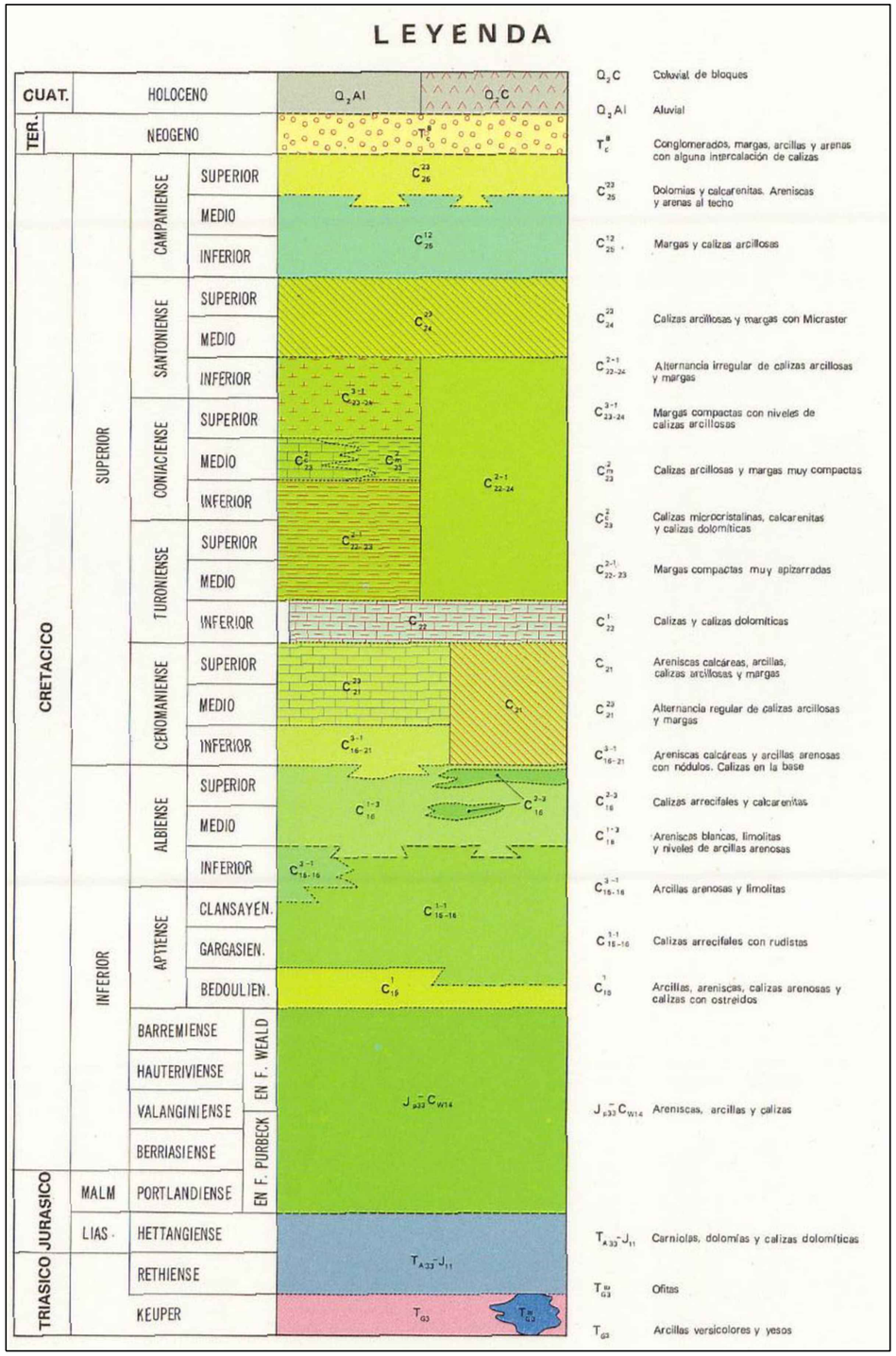
No se dispone de este ensayo en las muestras analizadas del tramo 2.

Los niveles de agua analizados en el tramo 1, presentan una agresividad correspondiente a un tipo de ataque nulo (IIa) a fuerte (Qc), de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, al presentar gran parte de las muestras un contenido en CO_2 superior al establecido por la normativa.

En el tramo 2, sin embargo, los niveles de agua analizados, presentan una agresividad correspondiente a un tipo de ataque nulo (IIa).

APÉNDICE 1. MAPA GEOLÓGICO GENERAL (MAGNA)

LEYENDA



Q_2C Coluvial de bloques

Q_2Al Aluvial

T_c^B Conglomerados, margas, arcillas y arenas con alguna intercalación de calizas

C_{25}^{23} Dolomías y calcarenitas. Areniscas y arenas al techo

C_{25}^{12} Margas y calizas arcillosas

C_{24}^{23} Calizas arcillosas y margas con Micraster

C_{22-24}^{2-1} Alternancia irregular de calizas arcillosas y margas

C_{23-24}^{3-1} Margas compactas con niveles de calizas arcillosas

C_{23}^{2} Calizas arcillosas y margas muy compactas

C_{23}^{2} Calizas microcristalinas, calcarenitas y calizas dolomíticas

C_{22-23}^{2-1} Margas compactas muy apizarradas

C_{22}^{1} Calizas y calizas dolomíticas

C_{21} Areniscas calcáreas, arcillas, calizas arcillosas y margas

C_{21}^{23} Alternancia regular de calizas arcillosas y margas

C_{16-21}^{3-1} Areniscas calcáreas y arcillas arenosas con nódulos. Calizas en la base

C_{16}^{2-3} Calizas arrecifales y calcarenitas

C_{16}^{1-3} Areniscas blancas, limolitas y niveles de arcillas arenosas

C_{15-16}^{3-1} Arcillas arenosas y limolitas

C_{15-16}^{1-1} Calizas arrecifales con rudistas

C_{15}^{1} Arcillas, areniscas, calizas arenosas y calizas con ostreidos

$J_{p33}^{-}C_{W14}$ Areniscas, arcillas y calizas

$T_{A33}^{-}J_{11}$ Carniolas, dolomías y calizas dolomíticas

T_{G3}^{m} Ofitas

T_{G3} Arcillas versicolores y yesos

SIGNOS CONVENCIONALES

- Anticlinal con sentido de buzamiento axial
- Anticlinal deducido
- Sinclinal con sentido de buzamiento axial
- Falla
- Falla con indicación de hundimiento
- Falla inversa
- Falla supuesta
- Contacto normal o concordante
- Contacto normal o concordante supuesto
- Contacto mecánico
- Contacto por discordancia
- Contacto por discordandia supuesto
- Dirección buzamiento
- Dirección y cantidad de buzamiento aproximado (0° - 30°)
- Dirección y cantidad de buzamiento aproximado (30° - 60°)
- Fósiles
- Mina inactiva
- Cantera
- Manantial
- Sondeo

P:\2018\18073\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.1.MapaGeologicoGeneral_MAGNA.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A3
H= 1:50.000
0 1000 2000m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
JUNIO 2019

Nº DE PLANO:
AP.1

Nº DE HOJA:
HOJA 0 DE 1

TITULO DE PLANO:
ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA GEOLÓGICO GENERAL (MAGNA)

P:\2018\18073\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.1.MapaGeologicoGeneral_MAGNA.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:50.000

0 1000 2000m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

AP.1

Nº DE HOJA:

HOJA 1 DE 1

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA GEOLÓGICO GENERAL
(MAGNA)

APÉNDICE 2. MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I MACIZO CINCO VILLAS	I_1	Este área corresponde al límite occidental del Macizo de las Cinco Villas. Litológicamente el Area está formada por una potente serie paleozoica y permotriásica de esquistos, areniscas, mármol y mat. detríticos. El Area es morfológicamente abrupta, y sus materiales son estables, con drenaje variable; sus características mecánicas son favorables.
II MESOZOICO TECTONIZADO	II_1	Este Area está constituida por pequeños afloramientos de formaciones Keuper; estos materiales aparecen totalmente cubiertos por un suelo margo-yesífero de potencia variable. Corresponde a zonas deprimidas y litológicamente está formada por arcillas, margas abigarradas, yesos y sal gema. Sus materiales son impermeables con drenaje deficiente y sus características mecánicas no son favorables.
	II_2	El Area está constituida por una serie calco-margosa, en la que se incluyen calizas arrecifales masivas, dolomías, calizas margosas y margas. Su morfología es variable y sus materiales se consideran estables. El drenaje es bueno en sus tramos calizos y deficiente en los margosos. Sus condiciones mecánicas son favorables.
	III_3	El Area está constituida por una serie detrítica de variada naturaleza y granulometría. Sus condiciones de drenaje y permeabilidad de sus materiales son favorables, exceptuando los tramos de arcillitas. Sus condiciones mecánicas son buenas.
III CUENCAS MODERNAS PLEGADAS	III_1	El Area está constituida por materiales calco-margosos terciarios, irregularmente distribuidos. Forman morfologías abruptas y se consideran en su mayor parte estables. Sus materiales son impermeables con un drenaje por fisuración y escorrentía superficial activa. Sus condiciones mecánicas son de magnitud media.
	III_2	El Area está constituida por formaciones detríticas de diversas granulometrías. Sus materiales se consideran estables y presentan morfologías variables. Son permeables con un drenaje favorable. Las condiciones mecánicas del Area son favorables.
IV CUATERNARIO	IV_1	El Area está constituida por formaciones cuaternarias de distintas génesis y naturaleza. Dominan los materiales sueltos: arenas, arcillas y greves y su morfología es llana u ondulada. Drenaje variable y características geotécnicas deficientes.
V ROCAS IGNEAS	V_1	El Area está constituida por las formaciones volcánicas y subvolcánicas de la Hoja. Estas rocas se consideran estables y están drenadas deficientemente por escorrentía poco activa. Las condiciones mecánicas son favorables.

CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS TIPO	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Litológicos, Geomorfológico e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	De capacidad de Cargs	Yesos Y
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)		De Asientos	
Aceptables	Hidrológicos	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		Presencia de sulfatos Y	
Desfavorables	Geotécnicos (p.d.)	Geomorfológicos e Hidrológicos	Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)			
Muy desfavorables		Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)				
		Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)				

LEYENDA

C. CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	C. CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	C. CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	C. CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo Geomorfológico	Problemas de tipo Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico	Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)
Problemas de tipo Hidrológico	Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	Problemas de tipo Litológico e Hidrológico	
Problemas de tipo Geomorfológico e Hidrológico	Problemas de tipo Litológico e Hidrológico	Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)	
Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológico e Hidrológico	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	
Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)		
Problemas de tipo Geomorfológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)		

P:\2018\18073202_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.2.MapaGeotecnicoGeneral.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

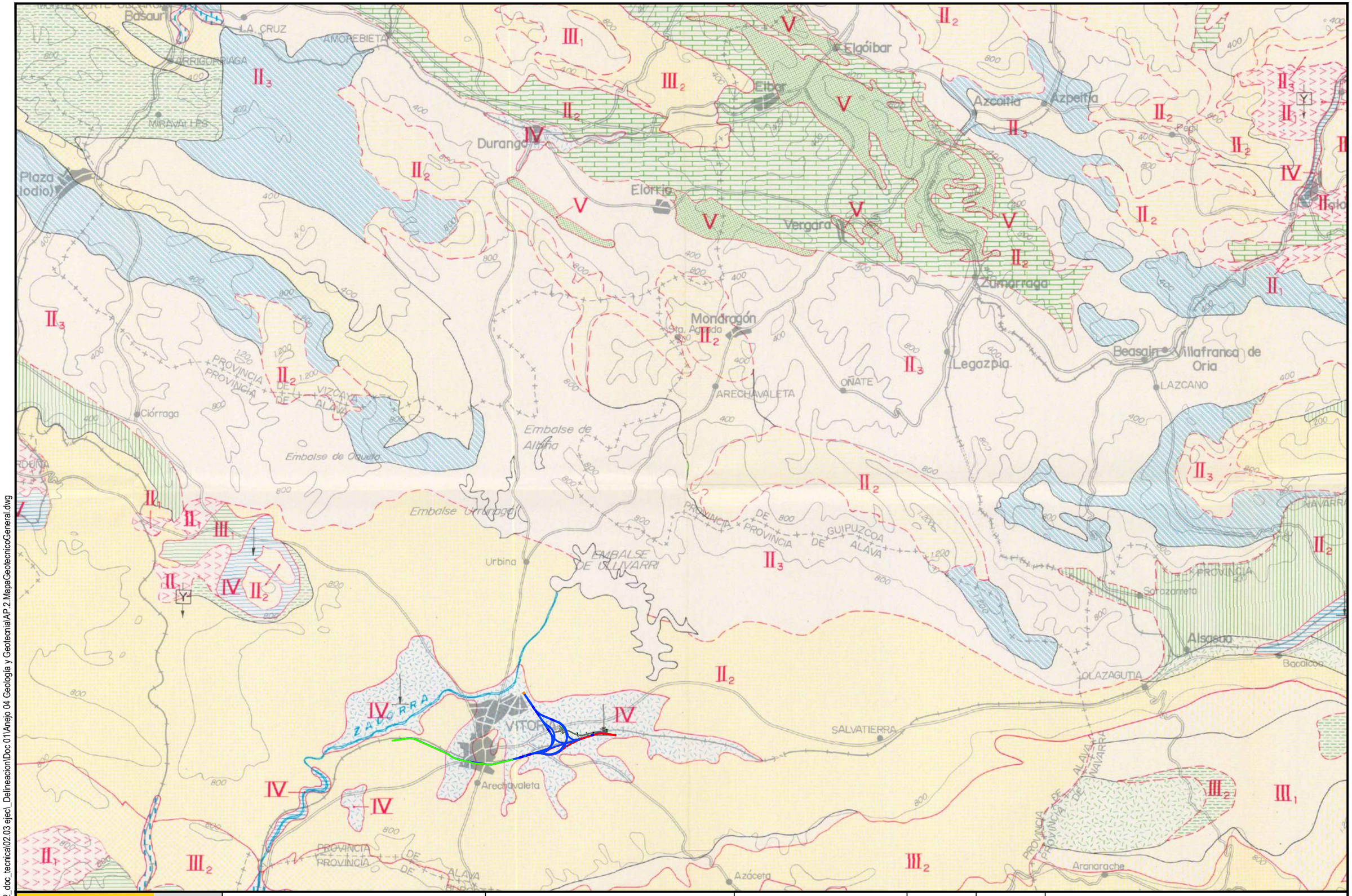
ESCALA ORIGINAL A3
H= 1:200.000
0 4000 8000m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
JUNIO 2019

Nº DE PLANO:
AP.2

Nº DE HOJA:
HOJA 0 DE 1

TITULO DE PLANO:
ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA GEOTÉCNICO GENERAL



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP 2 MapaGeotecnicoGeneral.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:200.000

0 4000 8000m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

AP.2

Nº DE HOJA:

HOJA 1 DE 1

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

APÉNDICE 3. MAPA HIDROGEOLÓGICO



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.3.MapaHidrogeologicoGeneral.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:400.000

0 8000 16000m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

AP.3

Nº DE HOJA:

HOJA 1 DE 1

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
MAPA HIDROGEOLÓGICO

APÉNDICE 4. PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

4.1. Tramo 1. Integración en Vitoria, escala 1:2.000

BURGOS

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

Aspes - Fagor

Ru

F.F.C.C. Madrid - Irún

Arroyo Torroquico

Sal

Ru

Krispiña/Crispijana

Ortuoste

CALLE DE ERROTAURRA

0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

- Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

- Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

- Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

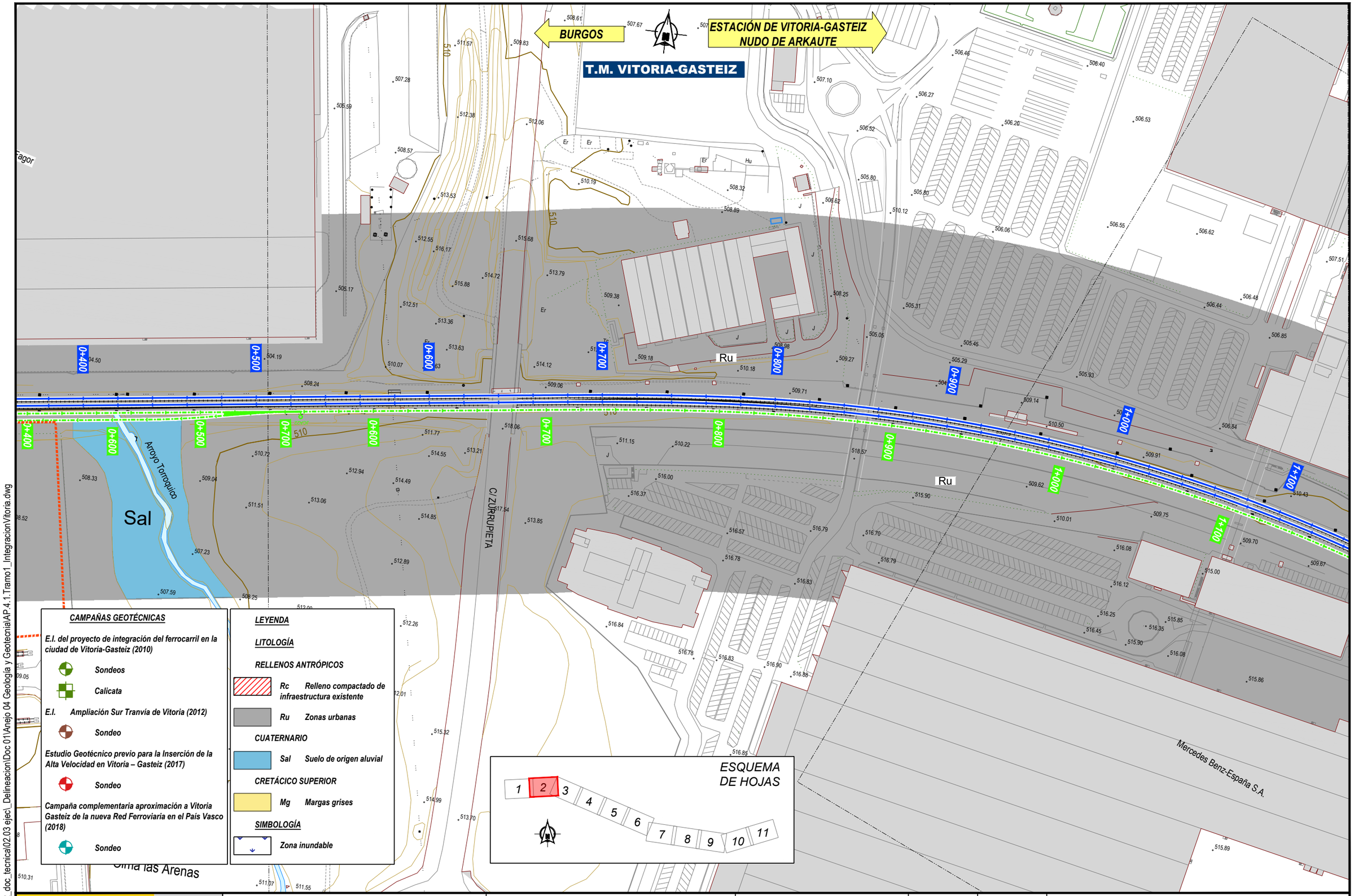
Nº DE HOJA:

HOJA 1 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:2000 (NUMÉRICA) 0 20 40m (GRÁFICA)	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.1 Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 11	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

BURGOS

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

Roturas

CALLE DE DÜSSELDORF

Mercedes Benz-España S.A.

Ru

F.F.C.C. Madrid - Irún

Zabalibarra

Romendi

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

Sondeos

Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

Rc Relleno compactado de infraestructura existente

Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 3 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

BURGOS

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

CALLE DE BREMEN
CALLE MAR TIRRENO
CALLE MAR BÁLTICO
CALLE OCEANO ATLÁNTICO
CALLE OCEANO PACÍFICO
CALLE VICTORIA KENT
BULEVAR DE MARITURRI
CALLE CLARA CAMPOAMOR
CALLE PABLO PICASSO
AVENIDA DE IRUÑA-VELEIA
AVENIDA DE NACIONES UNIDAS

Elejalde
Santa Maria
Iglesia
Asestadero
Elexalde

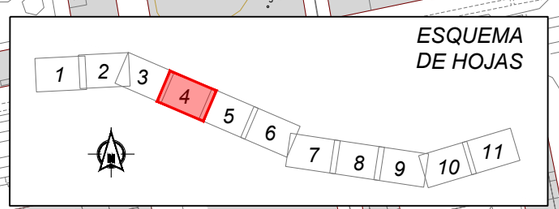
Río Ali

S-1

Ru
Mg
Rc
Tc
Er

1+700
1+800
1+900
2+000
2+100
2+200
2+300
2+400

ESQUEMA DE HOJAS



CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

Sondeos

Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

Rc Relleno compactado de infraestructura existente

Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 4 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

BURGOS

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

MORTON STANLEY HENRY CALLE

CALLE OCEANO ATLÁNTICO

CALLE OCEANO PACÍFICO

AVENIDA DE ZABALGANA

PZA. DE GUSTAVO DORÉ

F.F.C.C. Madrid - Irún

CALLE MARGARITA NELKEN

AVENIDA DE REINA SOFÍA

ZABALGANA HAURRESKOLA

AVENIDA DE NACIONES UNIDAS

Ru

Rc

2+400 2+500 2+600 2+700 2+800 2+900 3+000 3+100

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

- Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

- Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

- Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

P:\20181180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP 4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 5 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

BURGOS

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

CALLE PEDRO DE ASÚA

Barrio de San Martín

Lago

CALLE SAN VALENTÍN DE BARRIOXOA

CALLE PINTOR TEODORO DUBLANG

CALLE ETXEZARRA

AVENIDA DEL MEDITERRANEO

AVENIDA DE ZABALGANA

CALLE CASTILLO DE BUR

CALLE DE ARIZNABARRA

CALLE DE CASTILLO DE OCIO

CALLE DE LAS CALZADAS

BUSTINZURI

Barrio de Ariznabarra

Iglesia

Centro de Salud

C.C. Ariznabarra

Ru

3+100 3+200 3+300 3+400 3+500 3+600 3+700 3+800

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

- Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

- Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

- Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

P:\2018\18073202_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 6 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ

BURGOS

NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

CALLE PINTOR IGNACIO DÍAZ DE OLANO

CALLE LASCARAY

Palacio de Justicia

Palacio de Justicia

Ayuntamiento de Vitoria

CALLE PINTOR ADRIÁN ALDECOA

CALLE DE ABENDAÑO

AVENIDA DE GASTEIZ

CALLE DE MICAELA PORTILLA

PORTAL DE CASTILLA

PASEO DE LA MÚSICA

CALLE DE PINTOR TEODORO DUBLANG

CALLE DE CASTILLO DE ESKIBEL

CALLE DE ETXEZARRA

Cruz Roja de Alava

Parque El Prado

CALLE DE ELVIRA ZULUETA

CALLE DE FELICIA OLAVE

FF.CC. Madrid-Irún

S-1

S-101

S-102

Rc

Ru

3+800

3+900

4+000

4+100

4+200

4+300

4+400

4+500

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

Sondeos

Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

Rc Relleno compactado de infraestructura existente

Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 7 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ

BURGOS

NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

CALLE DE LA FLORIDA

CALLE DE SAN ANTONIO

PASEO DE LA SENDA

CALLE DE MANUEL IRADIER

CALLE FUEROS

Insalud

Fundación Sancho el Sabio

S-2

S-3

S-103

S-8

Ru

Rc

Estación FF.CC.

CALLE DE JOSÉ ERBINA

PASEO DE LA UNIVERSIDAD

Museo de Armería

Palacio Ajuria Enea

Colegio Sagrado Corazón

Polideportivo

Escuela Universitaria de Trabajo Social

Convento de Las Salesas

Residencia Femenina San José

CALLE DE CORAZONISTAS

Colegio Público Ntra. Sra. de Estíbaliz

Magisterio

CALLE DE JULIO CARO BAROJA

Facultad de Farmacia

Facultad de Filología y Geografía e Historia

I.B. Ramiro de Maeztu

I.B. Federico Baraibar

E.U.I.T. Topografía y E.U.I.T. Industriales

4+500 4+600 4+700 4+800 4+900 5+000 5+100 5+200

0+000 0+100 0+200 0+300 0+400

519 m.s.n.

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

- Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

- Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

- Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 8 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ

BURGOS

NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

CALLE FUEROS

CALLE DE RIOJA

CALLE DE LA FLORIDA

CALLE FEDERICO BARAIBAR

CALLE LA FLORIDA

CALLE DE MANUEL IRADIER

CALLE DE RIOJA

O.I. educación

PZA. DEL RENACIMENTO

Pabellón multiusos IRADIER ARENA

CALLE FUENTE DE LA SALUD

S-1E

S-2E

S-4

S-9

S-104

5+200

5+300

5+400

5+500

5+600

5+700

5+800

5+900

Archivo Municipal

Facultad de Filología y Geografía e Historia

CALLE DE FCO. TOMAS Y VALIENTE

Instalaciones del Campus Universitario

Vicerrectorado del Campus de Alava

Archivo Provincial

Iglesia de San Cristóbal

CALLE DEL COMANDANTE IZARDUY

CALLE DEL FERROCARRIL

CALLE DE ALBOKA

CALLE TXISTULARIS

CALLE DE DULZAINA

CALLE CASTRO URDIALES

CALLE HERACLIO FOURNIER

CALLE DE NIEVES CANO

PZA. DEL DANTZARI

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

Sondeos

Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

Rc Relleno compactado de infraestructura existente

Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 9 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejecl_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP 4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
BURGOS

NUDO DE ARKAUTE

T.M. VITORIA-GASTEIZ

CALLE LA FLORIDA

CPEIPS Calasanz

CALLE JACINTO BENAVENTE

CALLE VICENTE ALEIXANDRE

CALLE LOS ASTRÓNOMOS

Campo de Fútbol
los Astrónomos

Barrio de
Santa Lucia

S-5

S-105

S-6

CALLE FUENTE DE LA SALUD

Parroquia
Espíritu
Santo

PASEO DE LA ILÍADA

Ru

Rc

Polígono Industrial
de Oreitiasolo

CALLE ZARRAGUIRRE

CALLE OREITIASOLO

PASAJE DE OREITIASOLO

Izarra

CALLE ALBA

5+900 6+000 6+100 6+200 6+300 6+400 6+500 6+600

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

- Sondeo

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

- Sondeo

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

- Sondeo

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

P:\2018\18073\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP 4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

0 20 40m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

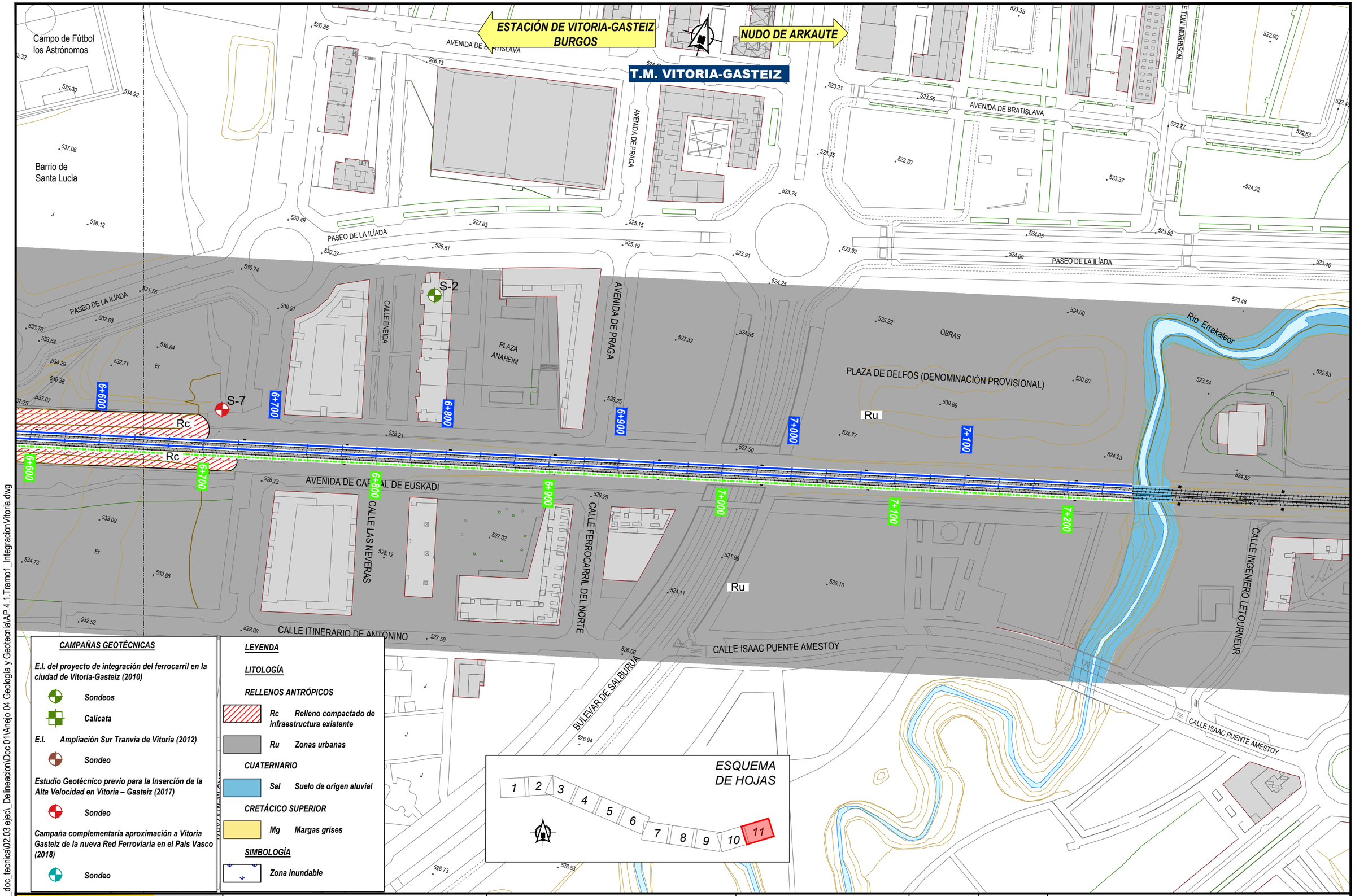
AP.4.1

Nº DE HOJA:

HOJA 10 DE 11

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ



CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- *Sondeos*
- *Calicata*

E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

- *Sondeo*

Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria – Gasteiz (2017)

- *Sondeo*

Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

- *Sondeo*

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- *Rc* — *Relleno compactado de infraestructura existente*
- *Ru* — *Zonas urbanas*

CUATERNARIO

- *Sal* — *Suelo de origen aluvial*

CRETÁCICO SUPERIOR

- *Mg* — *Margas grises*

SIMBOLOGÍA

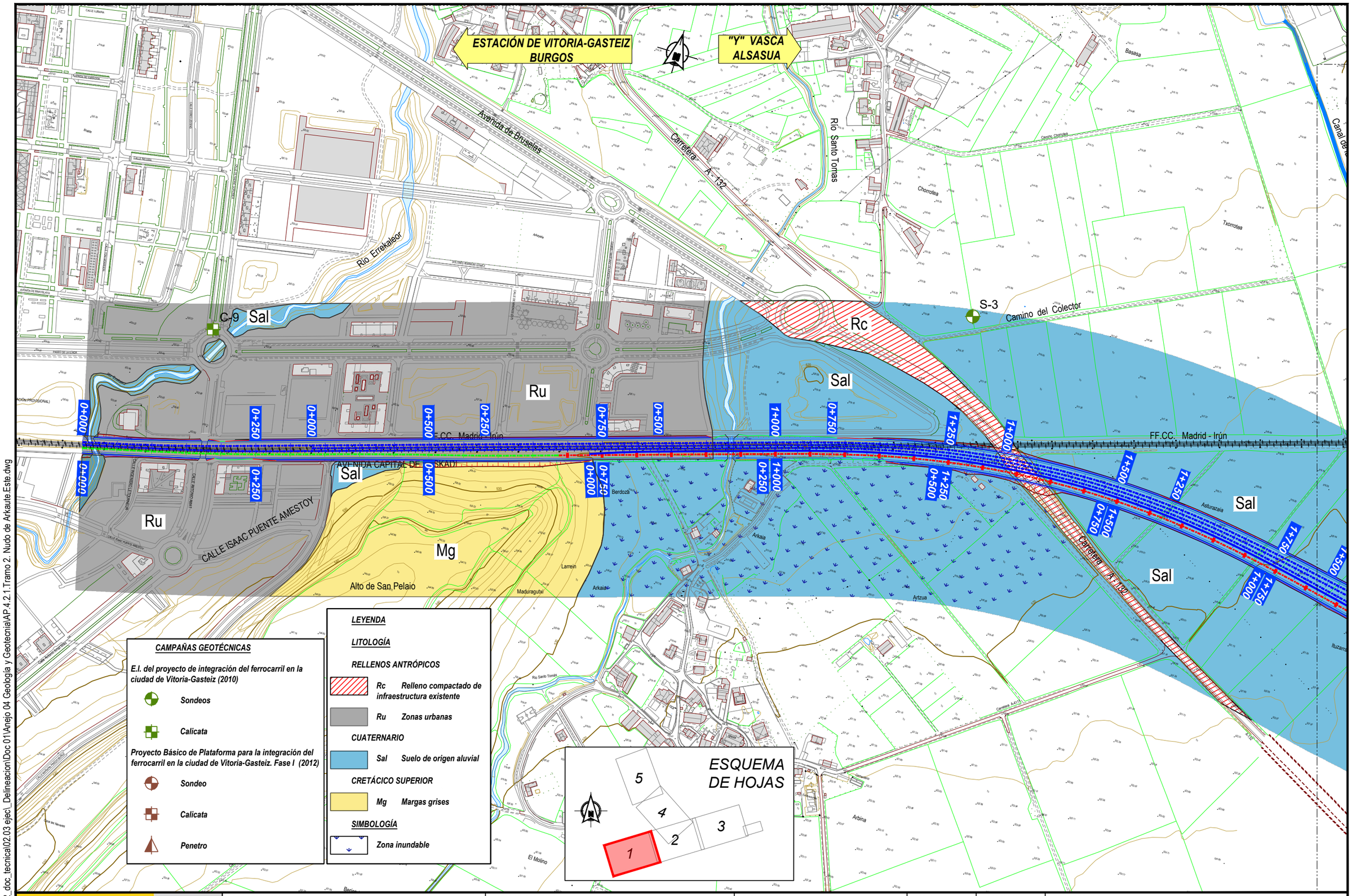
- *Zona inundable*

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.1.Tramo1_IntegracionVitoria.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:2000 NUMÉRICA 0 20 40m GRÁFICA	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.1 Nº DE HOJA: HOJA 11 DE 11	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 1. ACCESO A VITORIA-GASTEIZ

4.2. Tramo 2. Nudo de Arkaute, escala 1:5.000

4.2.1. Alternativa Este



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.2.1.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Este.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:5000 NUMÉRICA 0 100 200m GRÁFICA	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.2.1 Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 5	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA ESTE

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- *Sondeos*
- *Calicata*

Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

- *Sondeo*
- *Calicata*
- *Penetro*

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- *Rc Relleno compactado de infraestructura existente*
- *Ru Zonas urbanas*

CUATERNARIO

- *Sal Suelo de origen aluvial*

CRETÁCICO SUPERIOR

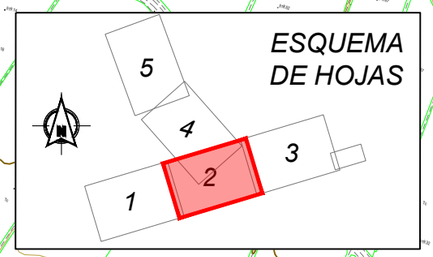
- *Mg Margas grises*

SIMBOLOGÍA

- *Zona inundable*

Canal de la Balsa
Kastroa
FF.CC. Madrid - Irun
San Pedro
Petrikiz
Las Roturas
Makumea
C-10
Monte Arkaia
Las Charcas
Sal
Iluzarra
La Dehesa
Arroyo San Lorenzo
Okaranpe
Ozalarraina
ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ BURGOS
"Y" VASCA ALSASUA

ESQUEMA DE HOJAS



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP 4.2.1.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Este.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

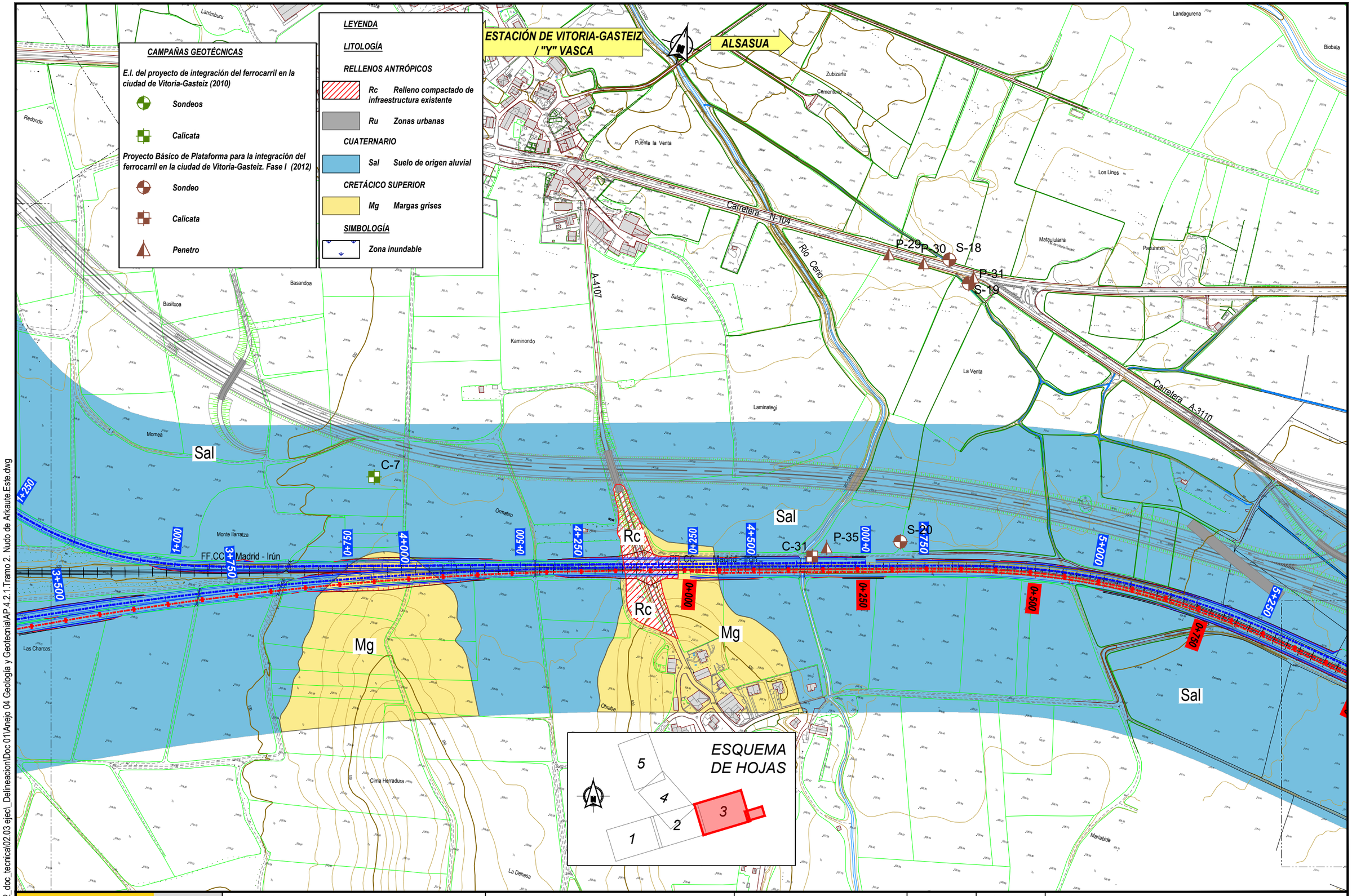
ESCALA ORIGINAL A3
H= 1:5000
0 100 200m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
JUNIO 2019

Nº DE PLANO:
AP.4.2.1

Nº DE HOJA:
HOJA 2 DE 5

TITULO DE PLANO:
ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA ESTE



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.2.1.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Este.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:5000 (NUMÉRICA) 0 100 200m (GRÁFICA)	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.2.1 Nº DE HOJA: HOJA 3 DE 5	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA ESTE

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

- Sondeo
- Calicata
- Penetro

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ ALSASUA

"Y" VASCA

Arroyo San Lorenzo

Carretera N-104

Carretera A-2134

Academia de la Policía Vasca

Río Alegría

VITORIA-GASTEIZ T.M. ARRATZUA-UBARRUNDIA

Sal

Ru

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5

MINISTERIO DE FOMENTO / SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA / SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3: H= 1:5000 (0 100 200m) NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.2.1 / Nº DE HOJA: HOJA 4 DE 5	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA ESTE

P:\2018\1\80732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.2.1.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Este.dwg

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ ALSASUA

"Y" VASCA

T.M. VITORIA-GASTEIZ

T.M. ARRATZUA-UBARRUNDIA

Río Alegria

Carretera A-2134

Sal

S-4

P-4

C-7

P-5

S-5

P-6

S-4 bis

S-3

C-8

P-7

C-11

P-8

P-1

S-1

6+250

6+500

6+750

7+000

7+250

6+000

5+750

5+500

5+250

4+750

4+500

4+250

4+000

3+750

3+500

Basaburua

Panzaleta

Tadularatea

Las Casillas

Gasiloa

Unazaga

Monte

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

- Sondeo
- Calicata
- Penetro

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:5000

0 100 200m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA: JUNIO 2019

Nº DE PLANO: AP.4.2.1

Nº DE HOJA: HOJA 5 DE 5

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA ESTE

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP.4.2.1 Tramo 2. Nudo de Arkaute.Este.dwg

4.2.2. Alternativa Oeste

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ
BURGOS

"Y" VASCA
ALSASUA

Avenida de Bruselas

Carretera A-132

Río Santo Tomas

Río Errekaldor

Camino del Colector

Camino Chorrotea

Chorrotea

Txorrotea

Bassaa

Canal de

C-9

S-3

Sal

Rc

Ru

Mg

Sal

Sal

Sal

Sal

Sal

FF.CC. Madrid - Irún

AVENIDA CAPITAL DE ESTADO

CALLE ISAAC PUENTE AMESTOY

Alto de San Pelaio

Larrein

Maduragutxi

Arkaia

Arkaia

Artzua

Río Santo Tomás

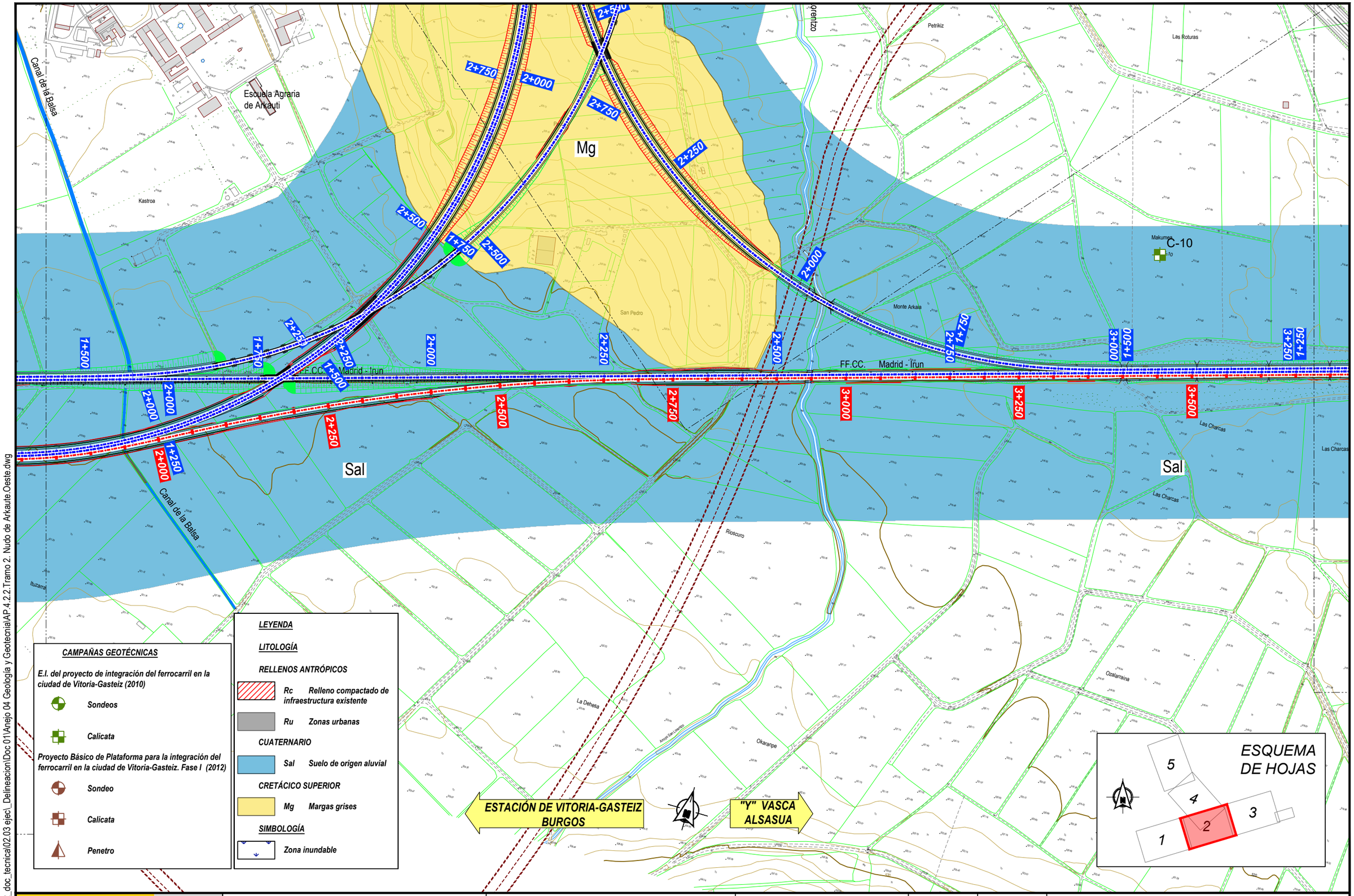
Carretera A-132

Arbina

El Molino

Iluzarra

0+000 0+250 0+500 0+750 1+000 1+250 1+500 1+750



CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- *Sondeos*
- *Calicata*

Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

- *Sondeo*
- *Calicata*
- *Penetro*

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- *Rc* — *Relleno compactado de infraestructura existente*
- *Ru* — *Zonas urbanas*

CUATERNARIO

- *Sal* — *Suelo de origen aluvial*

CRETÁCICO SUPERIOR

- *Mg* — *Margas grises*

SIMBOLOGÍA

- *Zona inundable*

P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.2.2.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Oeste.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:5000 (NUMÉRICA) 0 100 200m (GRÁFICA)	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.2.2 Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 5	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA OESTE

CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

E.I. del proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

- Sondeos
- Calicata

Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

- Sondeo
- Calicata
- Penetro

LEYENDA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- Rc Relleno compactado de infraestructura existente
- Ru Zonas urbanas

CUATERNARIO

- Sal Suelo de origen aluvial

CRETÁCICO SUPERIOR

- Mg Margas grises

SIMBOLOGÍA

- Zona inundable

ESTACIÓN DE VITORIA-GASTEIZ / "Y" VASCA

ALSASUA

Carretera N-104

Río Cerio

Carretera A-3110

FF.CC. Madrid - Irún

A-4107

Sal

Rc

Mg

C-7

C-31

P-29

P-30

S-18

P-31

S-19

P-32

S-20

Larrimburu

Redondo

Basandoa

Basitxoa

Kaminondo

Saldiazi

Puente la Venta

Zubizarte

Cementerio

Landagurena

Biobaia

Los Linos

Matalulularra

Pasuratxo

La Venta

Laminategi

Monea

Monte Ilarratza

Ormatxo

Las Charcas

Otxabe

Cima Herradura

La Dehesa

Mariabide

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5

P:\2018\18073\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geologia y Geotecnia\AP 4.2.2.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Oeste.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:5000

0 100 200m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

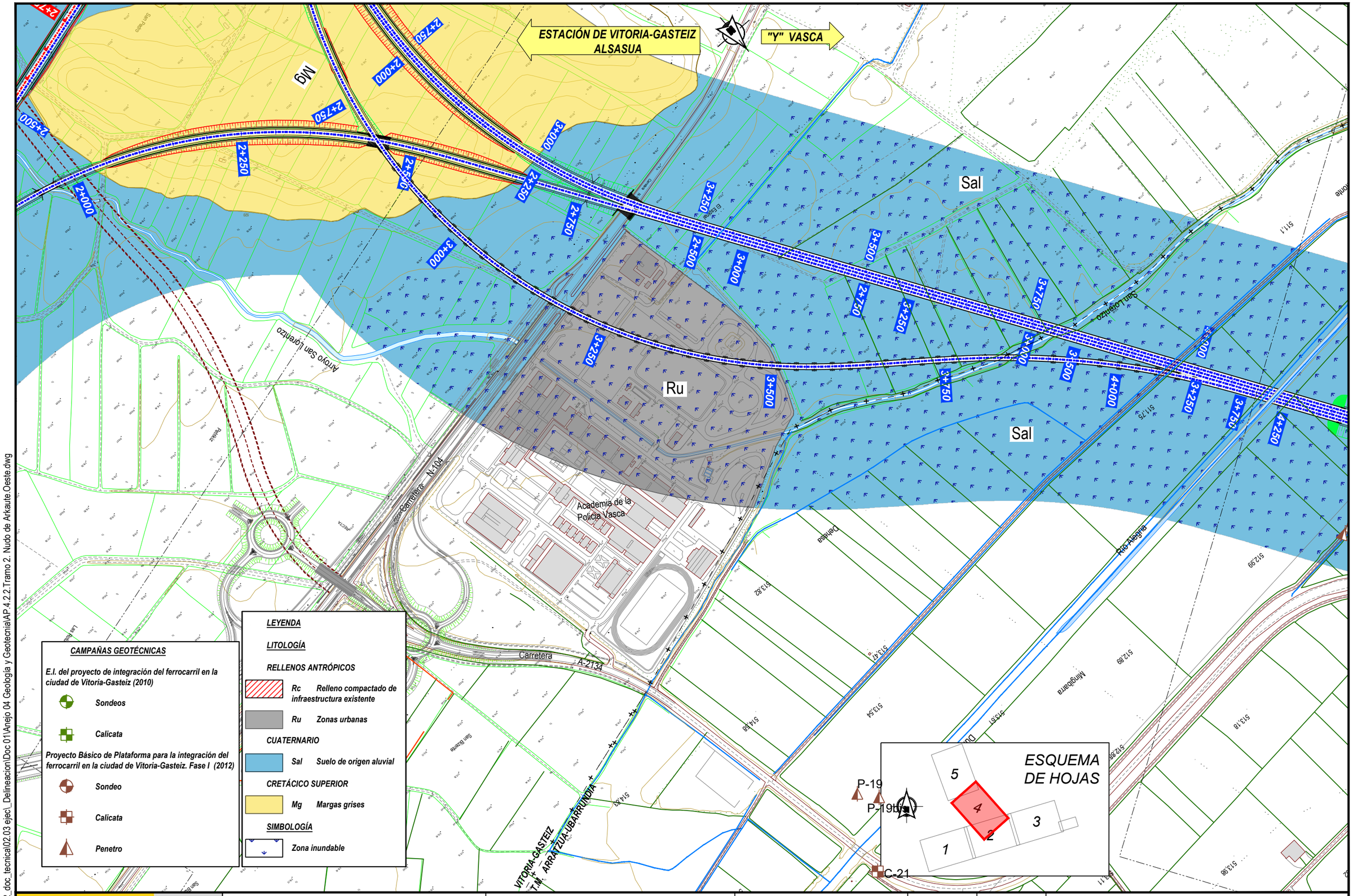
AP.4.2.2

Nº DE HOJA:

HOJA 3 DE 5

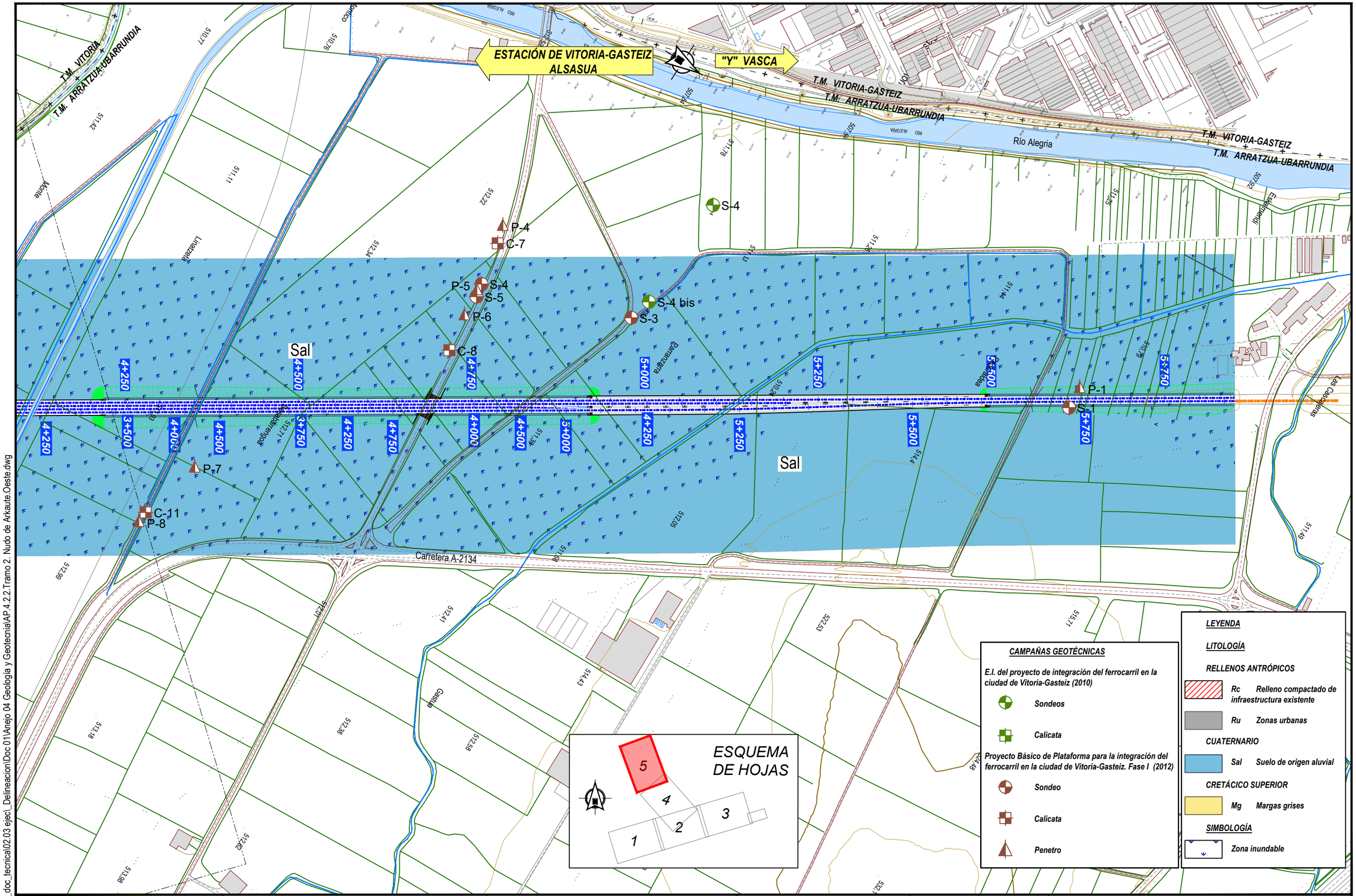
TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA OESTE



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.2.2.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Oeste.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:5000 NUMÉRICA 0 100 200m GRÁFICA	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.4.2.2 Nº DE HOJA: HOJA 4 DE 5	TITULO DE PLANO: ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA OESTE



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.4.2.2.Tramo 2. Nudo de Arkaute.Oeste.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:5000

0 100 200m

NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.4.2.2

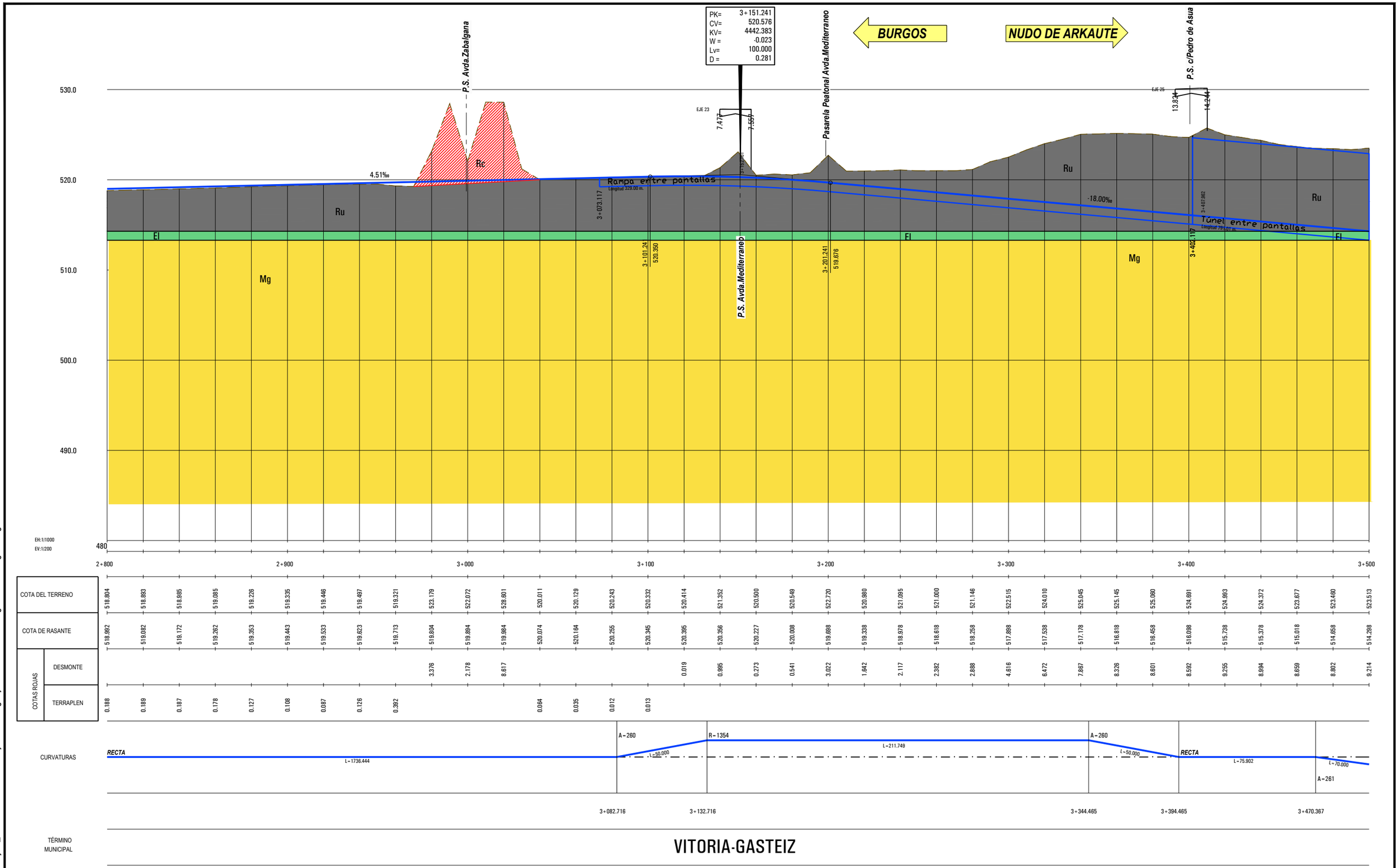
Nº DE HOJA:

HOJA 5 DE 5

TITULO DE PLANO:

ANEJO 04 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES
TRAMO 2. NUDO ARKAUTE . ALTERNATIVA OESTE

APÉNDICE 5. PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO LONGITUDINAL TÚNEL. TRAMO 1



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.5 LongitudinalGeologico.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

H= 1:400

0 20 40m

0 1 2m

NUMÉRICA

GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

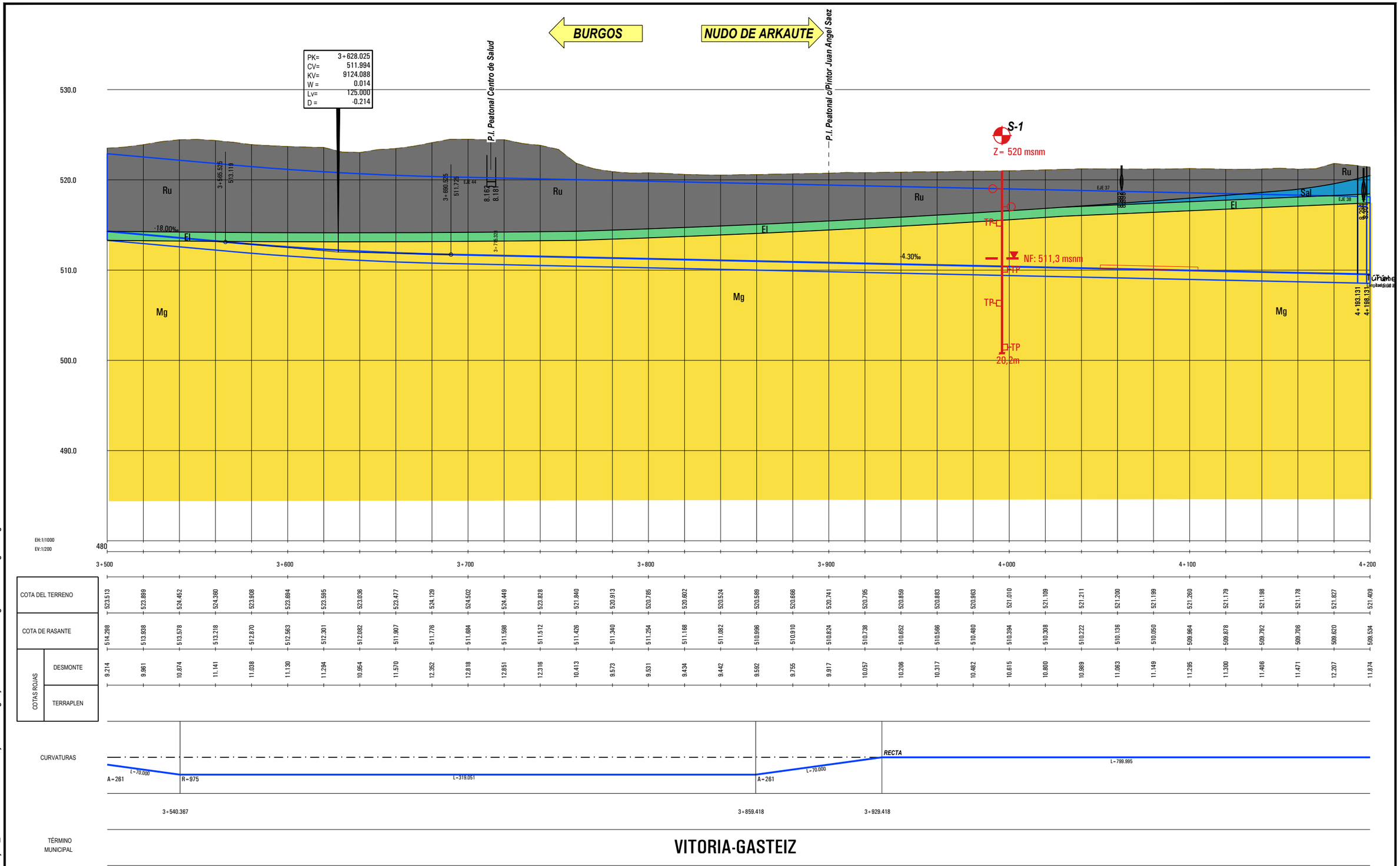
Nº DE PLANO: AP.5

Nº DE HOJA:

HOJA 1 DE 7

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.5 LongitudinalGeologico.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TITULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ	AUTOR DEL PROYECTO: ineco	ESCALA ORIGINAL A3 H= 1:2000 H= 1:400 0 20 40m 0 1 2m NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA: JUNIO 2019	Nº DE PLANO: AP.5 Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 7	TITULO DE PLANO: ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

PK= 4+441.683
CV= 508.495
KV= 23809.524
W = 0.006
Lv= 150.000
D = -0.118

BURGOS

NUDO DE ARKAUTE

P.I. y Viaducto c/Fray Fco.de Vitoria

P.I. c/Senda

P.I. c/ San Antonio

S-101
Z= 522 msnm

S-102
Z= 523 msnm

S-2
Z= 523,6 msnm

S-103
Z= 527 msnm

530.0
520.0
510.0
500.0
490.0
480

Ru
Sal
El
Mg

MI-1
MI-2
TP-1
TP
8,70m
8,50m
9,60m
TP-2
TP-3
TP-4
TP-5
TP-6
TP-7
TP-8
35,5 m

NE 519,1 msnm

4+366.683
508.818
4+516.683
698.646
4+657.982

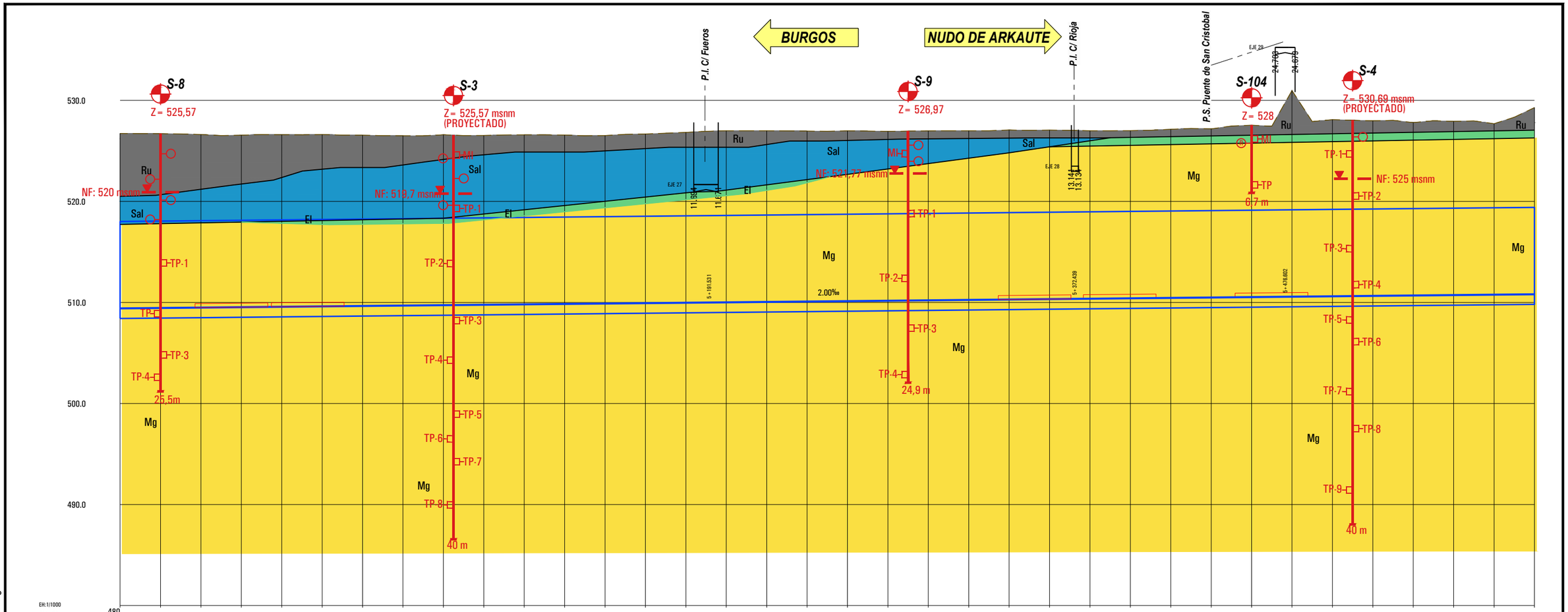
4.30‰
2.00‰

EJE 28
EJE 30
12.56
12.56

EH:1/1000
EV:1/200

4+200 4+300 4+400 4+500 4+600 4+700 4+800 4+900

| | | |



P:\2018\1807302\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.5 LongitudinalGeologico.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE
LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL
EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

H= 1:400

0 20 40m

0 1 2m

NUMÉRICA

GRÁFICA

FECHA:

JUNIO
2019

Nº DE PLANO:

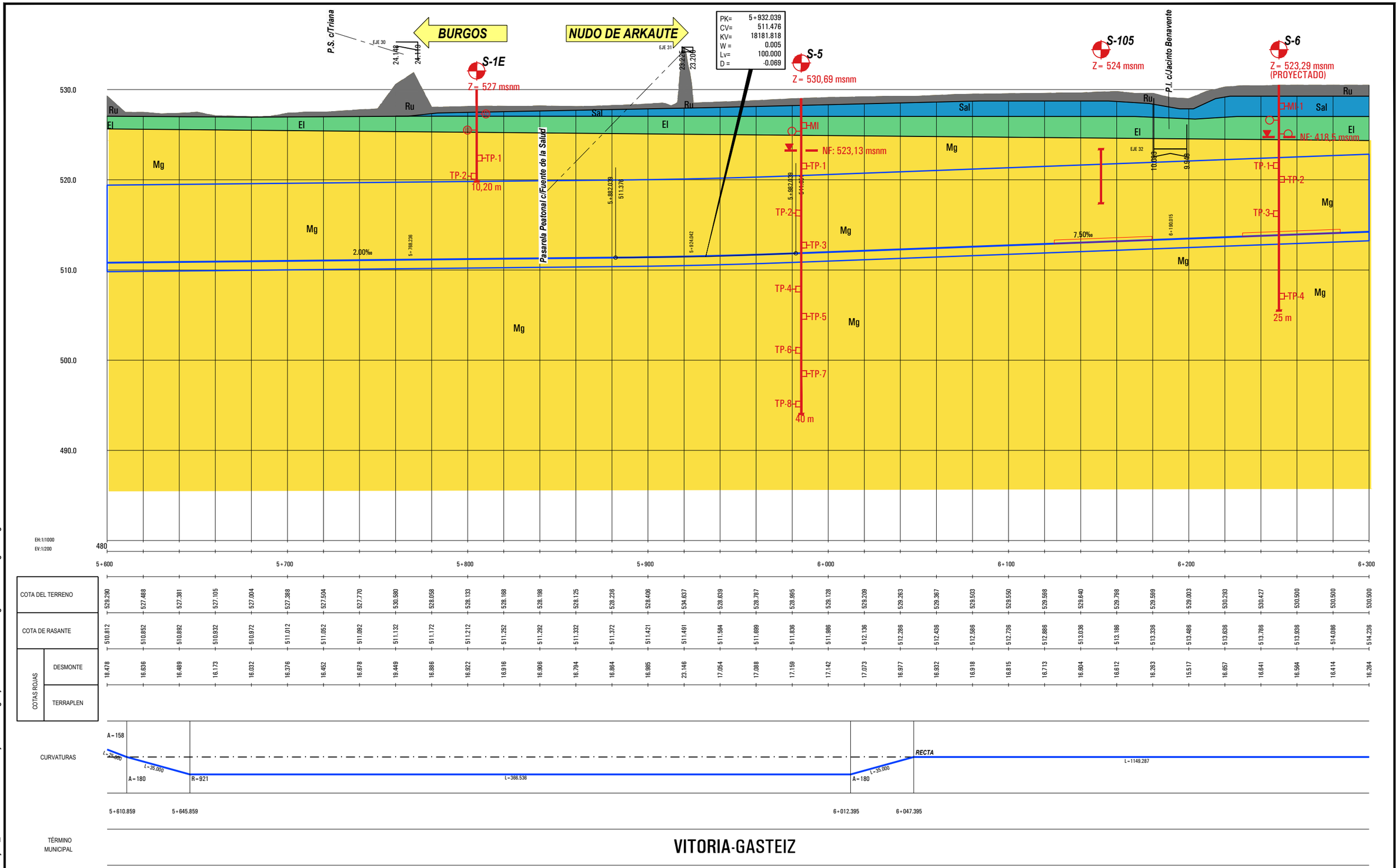
AP.5

Nº DE HOJA:

HOJA 4 DE 7

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO



P:\2018\1807302\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.5 LongitudinalGeologico.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

H= 1:400

0 20 40m

0 1 2m

NUMÉRICA

GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

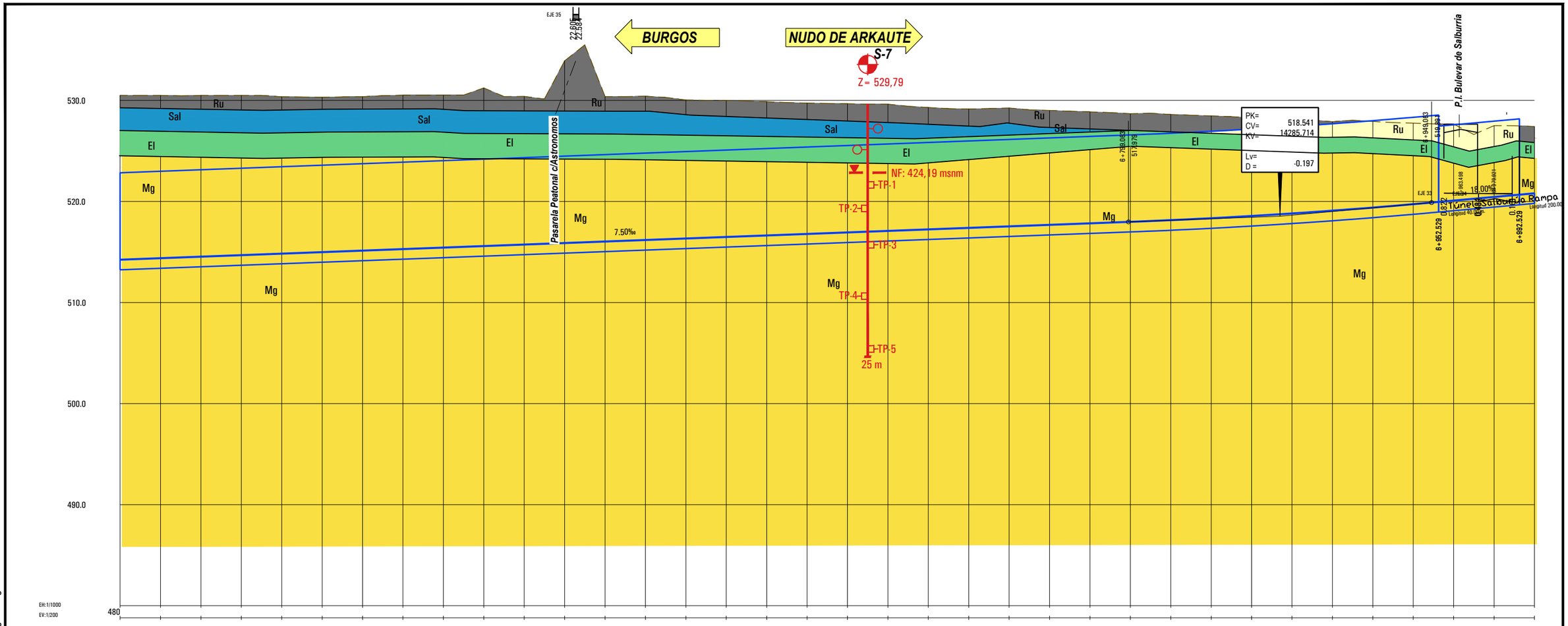
Nº DE PLANO: AP.5

Nº DE HOJA:

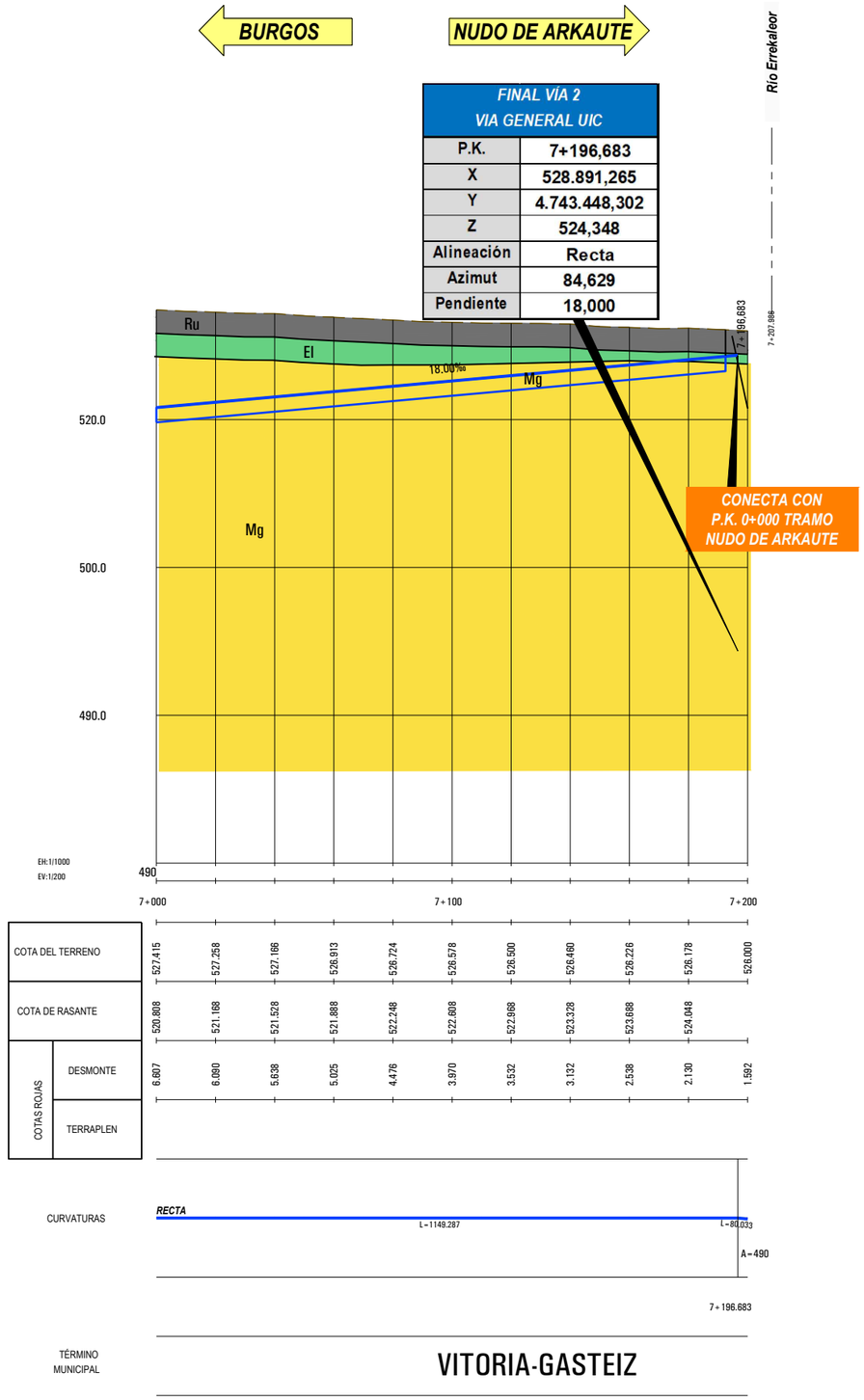
HOJA 5 DE 7

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO


EJE 35
22.80
22.58
BURGOS
NUDO DE ARKAUTE
S-7
Z= 529,79
530.0
520.0
510.0
500.0
490.0
480
Ru
Sal
El
Mg
Pasarela Peatonal c/Astronomos
7.50‰
NF: 424,19 msnm
TP-1
TP-2
TP-3
TP-4
TP-5
25 m
PK= 518.541
CV= 14285.714
KV=
Lv=
D = -0.197
P.I. Bulevar de Salburria
EJE 33
18.00%
Tunel Salburua Rampa
Longitud 200.00
6+652.529
6+892.529
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700
6+800
6+900
7+000
EH:1/1000
EV:1/200

| | | |



FINAL VÍA 2 VIA GENERAL UIC	
P.K.	7+196,683
X	528.891,265
Y	4.743.448,302
Z	524,348
Alineación	Recta
Azimut	84,629
Pendiente	18,000



P:\2018\180732\02_doc_tecnica\02.03 ejec_Delineacion\Doc 01\Anejo 04 Geología y Geotecnia\AP.5.LongitudinalGeologico.dwg

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

TITULO PROYECTO:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VITORIA-GASTEIZ

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A3

H= 1:2000

H= 1:400

NUMÉRICA

0 20 40m

0 1 2m

GRÁFICA

FECHA:

JUNIO 2019

Nº DE PLANO:

AP.5

Nº DE HOJA:

HOJA 7 DE 7

TITULO DE PLANO:

ANEJO 4. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

APÉNDICE 6. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

6.1. Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-1

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: X UTM: 524.244,47

Profundidad sondeo: 25 m Y UTM: 4.744.337,17

Z UTM: 515,00

RECUPERACIÓN %	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T N_{30}	MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} / MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C/C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO Θ_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
80	113	W B	0,0					**De 0,0-0,20 m:** Tierra vegetal. Arcilla marrón oscura de consistencia rígida con restos vegetales.																							
100%			1,0					**De 0,20-1,60 m:** Arcilla marrón clara con algo de arena, de consistencia rígida a muy rígida.																						
100%								**De 1,5-1,63 m: SPT nº1 120 R N_{30}= R**						23,8	7,5	68,7	32	16												
100%			2,0					**De 1,60-4,20 m:** Margocaliza gris clara finamente laminada, muy fracturada en una dirección siguiendo la laminación horizontal. Contiene láminas arcillosas de color amarillento,			III	30%																		
			3,0																												
			4,0																												
100%	101	T Dia	5,0					**De 4,20-25 m:** Margocaliza gris clara finamente laminada y completamente sana. **De 9,0-9,10 m:** Aparece una lámina de arcilla de color gris oscura de 10cm de espesor. **T.P. Nº1 de 4,3-4,55 m**			I	90%																		
			6,0					**T.P. Nº2 de 5,85 a 6,25 m.**																						
100%			7,0					**T.P. Nº3 de 7,35-7,65 m.**		3	I	100%								2,1	2,58	251,87								
			8,0																												
			9,0																												
100%			10,0							1	I	100%																			

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-1

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: X UTM: 524.244,47

Profundidad sondeo: 25 m Y UTM: 4.744.337,17

Z UTM: 515,00

RECUPERACIÓN	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL.	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(°)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100%			10,0																												
100%			11,0					T.P. 11,30-11,70 m.		3	I	100%								1,4	2,58	522,86									
100%			12,0								I	90%																			
100%	101	T Dia	13,0																												
100%			14,0								I	90%								2,1	2,54	341,97							0,05	66,2	
100%			15,0					T.P. 15,30-15,70 m.																							
100%			16,0							4	I	100%																			
100%			17,0					T.P. 17,62-17,95 m.																							
100%			18,0							2	I	100%																			
100%			19,0																												
100%			20,0							0	I	100%																			

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-1

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: X UTM: 524.244,47

Profundidad sondeo: 25 m Y UTM: 4.744.337,17

Z UTM: 515,00

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C/C (Kg/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100%			20,0 – 21,0					T.P. 20,8-21,20 m.		3	I	100%							1,8	2,58	252,89									
100%	101	T Dia	22,0 – 25,0								I	100%																		
			25,0					Fin del sondeo a 25,0 m.																						

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)



Emplazamiento del S-1.



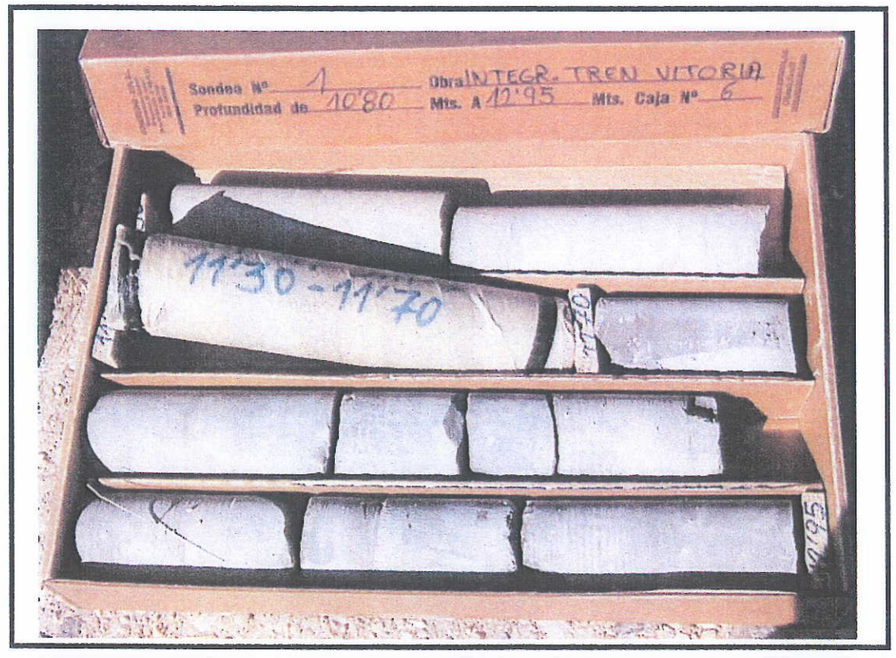


Cajas de testigos del sondeo S-1 de 0,00 a 4,00 metros.

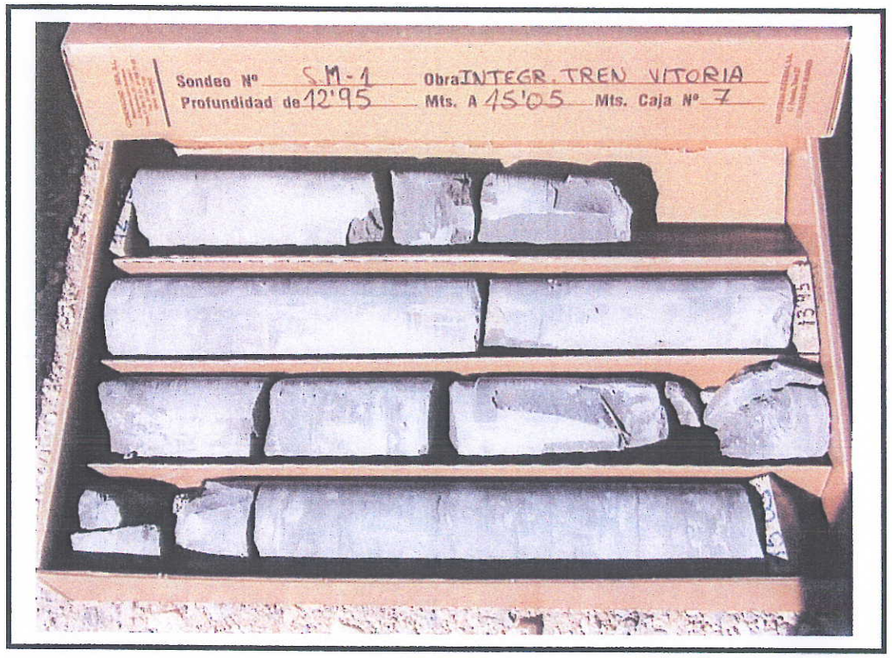








Cajas de testigos del sondeo S-1 de 4,00 a 12,95 metros.





Cajas de testigos del sondeo S-1 de 12,95 a 17,45 metros.

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-2

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 5,75 n X UTM: 526.473,72

Profundidad sondeo 35,10 n Y UTM: 4.743.438,36

Z UTM: 526,00

RECUPERACIÓN	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(°)	EDOMETRO Θ_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100%																															
100	113	B W	0,0					**De 0,0-0,70 m:** Tierra vegetal; Arcilla con algo de arena de color marrón oscuro, de consistencia rígida con algún resto de ladrillo y restos de vegetales.																							
			1,0					**De 0,70-1,40 m:** Limo arenoso con algo de arcilla de color carmelo.																						
100			2,0					**De 1,40-2,20 m:** Arena arcillosa con cantos de alta esfericidad, redondeados de naturaleza areniscosa. **SPT Nº1 de 1,50-1,95 m: 9-8-6; N_{30} =14**						42,5	26,5	31,0	24	6												
90								**De 2,20 -2,60 m:** Limo arenoso de grano muy fino y color anaranjado.																						
100								**De 2,60-3,90 m:** Alternancia de arcilla-arenosa gris, de consistencia blanda con una costra calcárea blanca que contiene restos de fósiles y algún canto de naturaleza cuarcítica. **M.I. 2,90-3,50 m: 11-12-27-28; N_{30} =39**						44,9	28,9	26,2	NP		1,9	1,78	0,33										
80			3,0					**De 3,50-5,80 m:** Arena arcillosa de grano medio-grueso probablemente gradada con cantos de alta esfericidad y bien redondeados. Los cantos son de naturaleza cuarcítica areniscosa y tienen unos diámetros de <1 cm-5 cm.																						
80								**SPT Nº2 5,00-5,45 m: 13-16-18; N_{30} = 34**						43,5	36,8	19,7	NP													
90			4,0					**De 5,80-6,00 m:** Arcilla limosa grisacea-amarillenta, producto de alteración de la margocaliza.																						
100			5,0					**De 6,00-8,00 m:** Marga grisacea, finamente laminada buzando prácticamente horizontal con presencia de pirita dispersa y óxido en las fracturas.			III	30%																		
100			6,0																												
100	101	T Dia	7,0																												
100			8,0					**T.P. 8,55-8,77 m.**			II	80%							3,1	2,53	221,28									
			9,0																												
			10,0																												

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-2

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 5,75 m X UTM: 526.473,72

Profundidad sondeo 35,10 m Y UTM: 4.743.438,36

Z UTM: 526,00

RECUPERACIÓN (100%)	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP N_{100}	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} / N_{100}	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074m m (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(°)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100			10,0					**T.P. 9,95 - 10,50 m.**			I	100%																			
100			11,0																												
			12,0								I	100%																			
100			13,0					**T.P. 13,15-13,50 m.**																							
			14,0																												
100	101	T Dia	15,0								I	100%																			
			16,0					**T.P. 15,27 - 15,80 m.**																							
								De 16,03-16,07 m: Capa arcillosa muy plástica de consistencia blanda y color grisáceo.																							
100			17,0							3	I	90%																			
			18,0																												
100			19,0							2	I	100%																			
			20,0					**T.P. 19,43 - 19,80 m.**																							

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada: W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-2

PROYECTO Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 5,75 m X UTM: 526.473,72

Profundidad sondeo 35,10 m Y UTM: 4.743.438,36

Z UTM: 526,00

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP N_{30cor}	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} kN	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C / C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS SO_3^- (%)	ENSAYOS QUÍMICOS CO_3^- (%)	OTROS
100			20,0																												
100			21,0					T.P. 20,92 - 21,45 m.		3	I	100%							2,8	2,534	264,1									
100	101	T.Dia	22,0							2	I	100%																		
100			23,0							1	I	100%																		
100			24,0							0	I	100%																		
			25,0																											
			26,0																											
			27,0																											
			28,0																											
			29,0																											
			30,0																											

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Wicha | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-2

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 5,75 m X UTM: 526.473,72

Profundidad sondeo: 35,10 m Y UTM: 4.743.438,36

Z UTM: 526,00

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

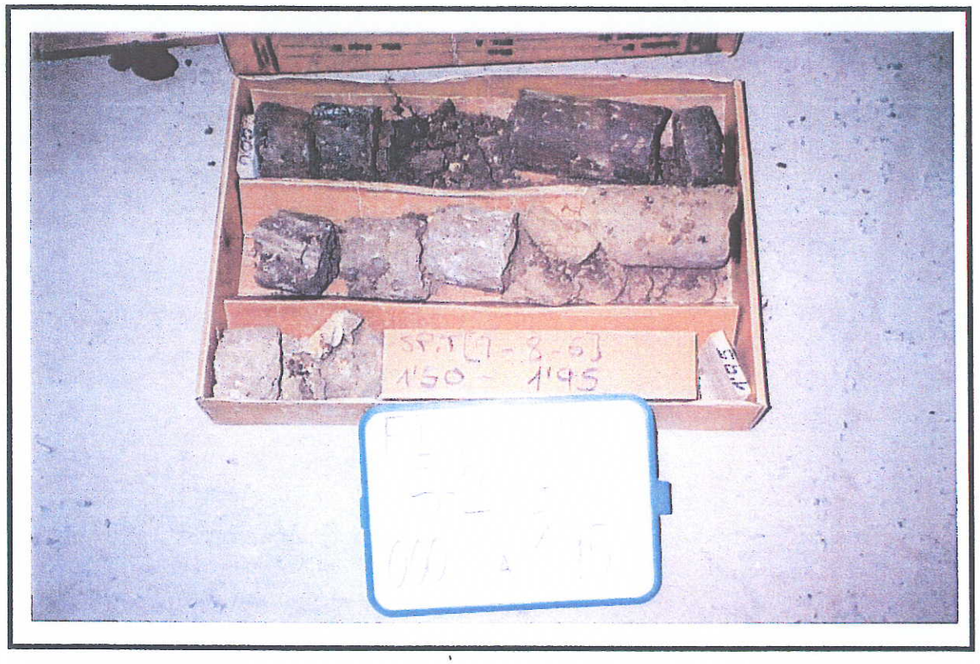
Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 11/09/02

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C / C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_o	EDOMETRO C_c	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100	101	T Dia	30,0							0	I	100%																			
100			31,0																												
			32,0							0	I	100%																			
			33,0																												
100			34,0							2	I	98%																			
			35,0																												
			36,0					Fin del sondeo a 35,10 m																							
			37,0																												
			38,0																												
			39,0																												
			40,0																												

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)





Cajas de testigos del sondeo S-2 de 0,00 a 4,10 metros.









Cajas de testigos del sondeo S-2 de 4,10 a 13,15 metros.





Cajas de testigos del sondeo S-2 de 30,12 a 35,10 metros.



PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-3

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 03/08/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 2,40 m X UTM: 530.066,24

Profundidad sondeo 25,0 m Y UTM: 4.743.988,81

Z UTM: 519,89

RECUPERACIÓN (100%)	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C/C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_o	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100			0,0					**De 0,0-0,30 m:** Relleno antrópico. Arena arcillosa con cantos calcáreos margosos, angulosos y restos de ladrillo.																								
100			1,0					**De 0,30-0,80 m:** Arcilla negruzca de consistencia rígida.																							
80	113		2,0					**De 0,80 - 1,40 m:** Arcilla arenosa con cantos dispersos de baja esfericidad y subangulosos de naturaleza areniscosa. Tienen diámetros entre 1-6 cm.																							
			3,0					**De 1,40 - 5,80 m:** Cantos de naturaleza areniscosa (arcósica), englobados por una matriz areno-arcillosa de color amarillento. Los cantos son de baja esfericidad y subredondeados. Tienen diámetros entre 1-7 cm. **SPT 1,5-2,1 m: 5-5-6-10; N_{30} = 20**						41,8	32,7	25,5	21	4													
100		W B	4,0					**SPT 3,5-4,1 m: 10-8-12-12 ; N_{30} = 20**																							
100																															
100			5,0					**SPT 5-5,60 m : 10-11-4-3 ; N_{30} = 15**																							
100																															
50			6,0					**De 5,80 -7,1 m:** Arcilla gris de alta plasticidad y consistencia blanda.																							
100			7,0					**M.I. 6,80 - 7,25 m: 3-3-50 ; N_{30} =R**						40,0	27,6	32,4	24	6	23,8	1,57										
100	101	T Dia	8,0					**A los 7,1 m:** Aparecen margocalizas grises donde se intuye una cierta laminación. Rompen por fracturas subhorizontales.			I	100%																			
			9,0					**T.P. 9,30-9,85 m.**											4,0	2,41	130,12							0,055	56,8	
			10,0																												

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-3

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 03/08/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 2,40 m X UTM: 530.066,24

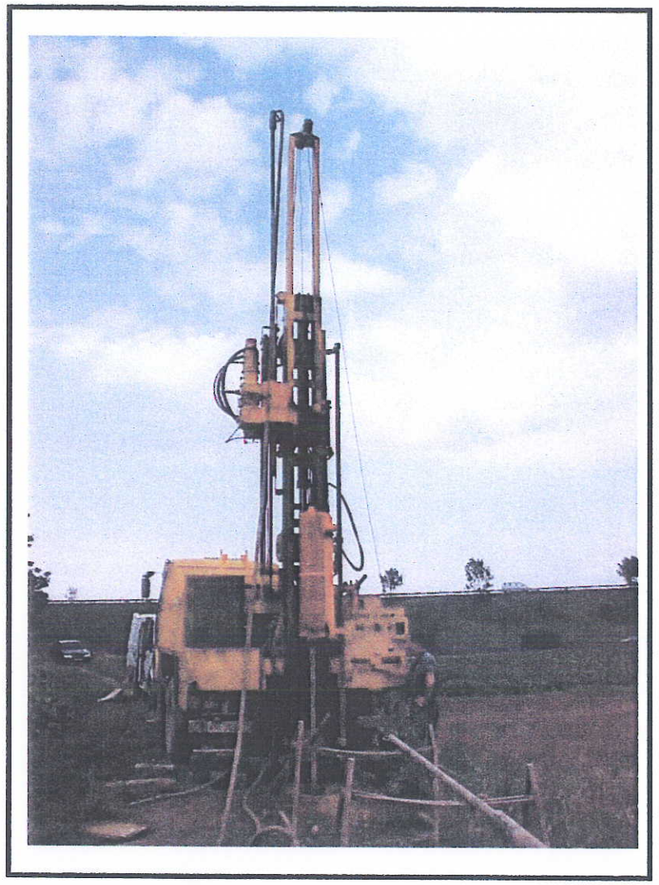
Profundidad sondeo: 25,0 m Y UTM: 4.743.988,81

Z UTM: 519,89

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T N_{60}	MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} / MI	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C / C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO C_c	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS SO_3^- (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100			10,0					Margocalizas grises muy sanas en las que se intuye una laminación horizontal.		2	I	100%																			
100	101	T Dia	13,0					**T.P. 13,80-14,35 m.**		1	I	100%																			
			14,0					**A los 14,90 m:** Aparece una fractura horizontal con relleno arcilloso de color gris y blando, de unos 0,60 cm de espesor.																						
100			16,0					**T.P. 16,05 - 16,50 m.**		2	I	100%																			
			17,0					**A 17,70 m:** Aparece una fractura horizontal con relleno arcilloso gris, con un espesor de 0,70 cm. Contiene algo de clorita.																						
100			19,0							1	I	100%																			
			20,0																												

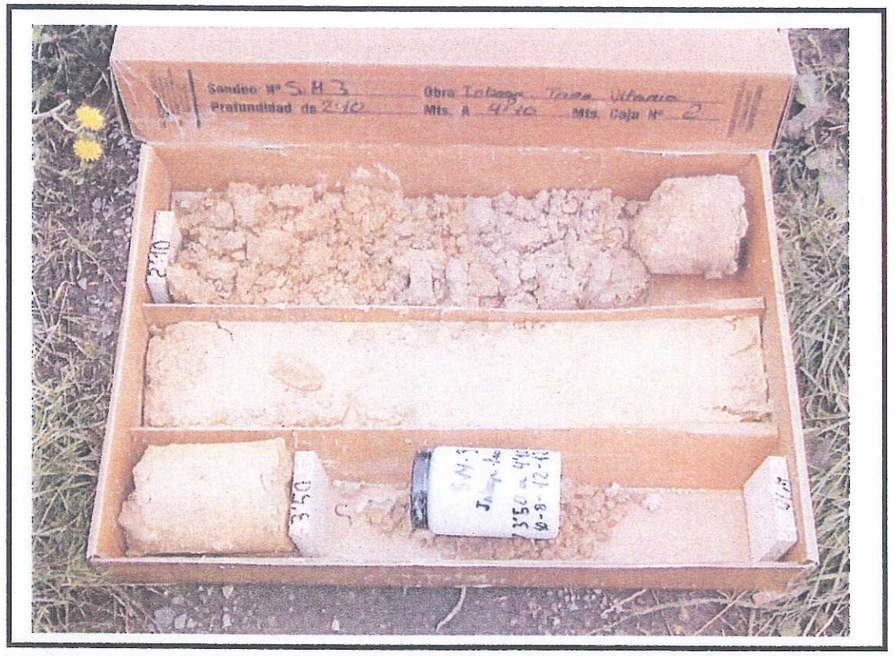
LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Bateria simple | T Bateria doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)



Emplazamiento del S-3.



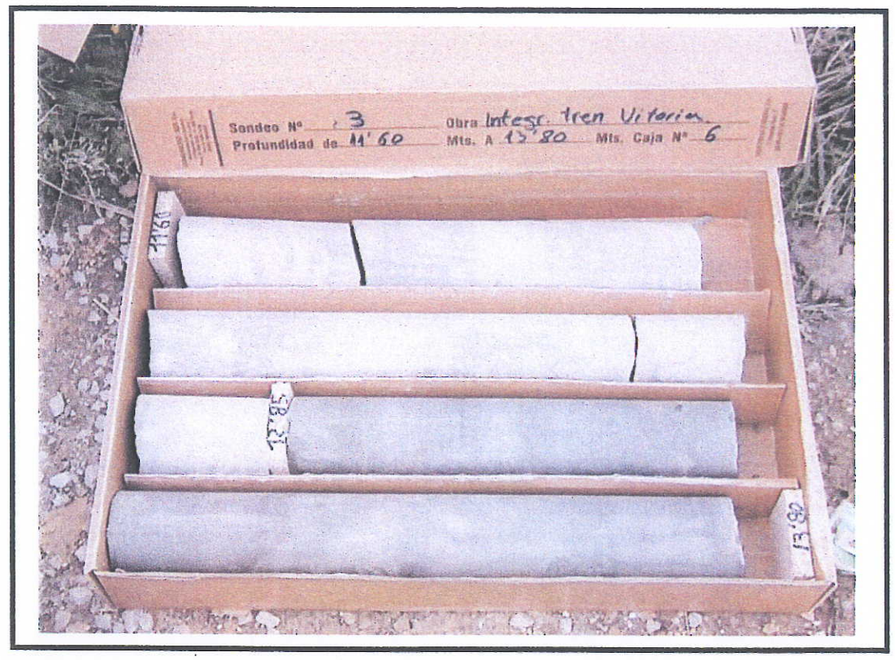


Cajas de testigos del sondeo S-3 de 0,00 a 4,10 metros.









Cajas de testigos del sondeo S-3 de 4,10 a 13,80 metros.



Cajas de testigos del sondeo S-3 de 22,60 a 25,00 metros.

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-4

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 06/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 0,85 m X UTM: 529.726,47

Profundidad sondeo 23,00 m Y UTM: 4.746.256,38

Z UTM: 510,45

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI
100			0,0					**De 0,0-1,0 m:** Arcilla marrón verdosa de compacidad rígida con algún resto vegetal y cantos de menos de 1 cm, con un 10% de proporción.					
100	113		1,0					**De 1,0-2,2 m:** Arena arcillosa amarillenta de grano medio y bien gradada. **SPT 1,5-1,95 m: 4-5-7 ; N_{30} = 12**					
100			2,0					**De 2,20-2,60 m:** Arcilla margosa gris muy rígida procedente de la alteración de la margocaliza. **SPT 2,65-2,71m. N_{30} =R**					
100			3,0					**De 2,6-23,0 m :** Margocaliza gris, en la que se intuye una cierta laminación horizontal y otra subvertical. Contiene óxido en las fracturas. Hasta los 4,5 m, aparecen láminas arcillosas rellenándo juntas.			II	15%	
100		T Dia	4,0					**T.P. 4,65-4,95 m.**			I-II	45%	
100	101		5,0										
100			6,0										
100			7,0					**T.P. 7,35-7,80 m.**		4	I	100%	
100			8,0										
100			9,0							2	I	100%	
			10,0										

GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(°)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
35,7	32,1	32,2	22	6												
50,3	23,7	26,0														
					1,2	2,62	432,36									
					2,3	2,58	359,12									

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-4

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 06/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 0,85 m X UTM: 529.726,47

Profundidad sondeo 23,00 m Y UTM: 4.746.256,38

Z UTM: 510,45

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C/C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_o	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100			10,0							2	I	100%																			
100			11,0					**T.P. 11,0-11,60 m.**		3	I	100%																			
100	101	T Dia	13,0					**T.P. 15,10-15,55 m.** **De 15,65-15,67 m:** Aparece una zona de margocaliza más alterada de color gris oscuro.		4	I	100%																			
100			16,0							3	I	100%																			
100			19,0					**T.P. 18,65-18,80 m.**		3	I	100%							1,4	2,62	487,42									

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-4

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 09/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 0,85 m X UTM: 529.726,47

Profundidad sondeo 23,0 m Y UTM: 4.746.256,38

Z UTM: 510,45

RECUPERACIÓN	PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP		NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA			PLASTICIDAD Y HUMEDAD			DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE			EDOMETRO		ENSAYOS QUÍMICOS			OTROS
100%	Diámetro	Batería		N_{30}	$N_{30/2}$				(A-B-C-D-E)		(V-IV-III-II-I)			RET. # 10 >2 mm (Grava)	PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	PASA # 200 <0,074mm (Finos)	LL	IP	W (%)			TIPO	C/C (Kp/cm^2)	Ø(º)	e_0	Cc	M.O. (%)	$SO_3^=$ (%)	$CO_3^=$ (%)	
100	101	T Dia	20,0							3	I	100%																		
100			21,0							1	I	100%																		
			22,0																											
			23,0					**Fin del sondeo a 23,0 m.** **Nivel Freático a 0,85 m.** **Se toman muestras de agua de sondeo.**																				
			24,0																											
			25,0																											
			26,0																											
			27,0																											
			28,0																											
			29,0																											
			30,0																											

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada: W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)



Emplazamiento del S-4.







Cajas de testigos del sondeo S-4 de 0,00 a 6,50 metros.







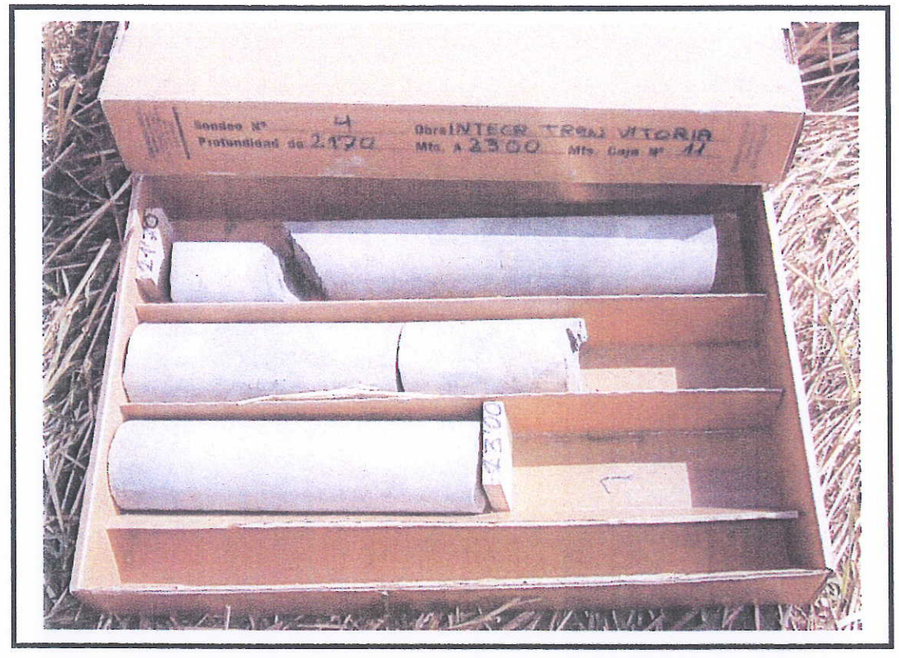


Cajas de testigos del sondeo S-4 de 6,50 a 15,10 metros.









Cajas de testigos del sondeo S-4 de 15,10 a 23,00 metros.

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-4-BIS

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 09/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 0,80 m X UTM: 529.893,75

Profundidad sondeo 9,50 m Y UTM: 4.746.426,56

Z UTM: 512,55

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI
100	113	B W	0,0 – 1,0					**De 0,0-0,20 m:** Tierra vegetal. Arcilla rígida de color marrón con restos vegetale. **De 0,20-1,80 m:** Arcilla marrón verdosa de consistencia rígida.					
100			1,0 – 2,0					**M.I. 1,50-2,10m= 4-4-6-8; N_{30} = 10**					
100			2,0 – 3,0					**SPT 2,10-2,55 m= 3-6-12; N_{30} = 18** **De 1,8-2,9 m:** Arcilla arenosa anaranjada con cantos de diámetros comprendidos entre 1-4 cm. Son de alta esfericidad y redondeados, de naturaleza areniscosa.					
100			3,0 – 4,0					**De 2,9-4,1 m:** Alternancia de margocalizas grises y arcillas margosas procedentes de la alteración de las margocalizas. En proporción tenemos: 60% de margocalizas, 40% de arcillas.			III	20%	
100			4,0 – 5,0					**De 2,9-9,50 m:** Margocalizas grises finamente laminadas en horizontal. Rompen por una dirección vertical y otra horizontal. En el primer metro aparecen las fracturas oxidadas. También aparece algún nódulo ocasional de pirita.			I-II	70%	
100	101	T Dia	5,0 – 6,0					**T.P. 6,0-6,25 m.**					
100			6,0 – 7,0					**T.P. 6,4-6,8 m.**					
100			7,0 – 8,0							4	I-II	100%	
			8,0 – 9,0					**T.P. 8,10-8,45 m.**					
			9,0 – 10,0					**Fin del sondeo a 9,50 m.**					

GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	IP	W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	C / C (Kp/cm^2)	Ø(º)	EDOMETRO e_0	Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	$SO_3^=$ (%)	$CO_3^=$ (%)	OTROS
1,1	15,7	83,2	33	14	26,0	1,52	0,94									
30,8	25,0	44,2	26	10												
					1,6	2,59	598,44									
					1,2	2,63	352,82									

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada

NIVEL FREÁTICO (m)



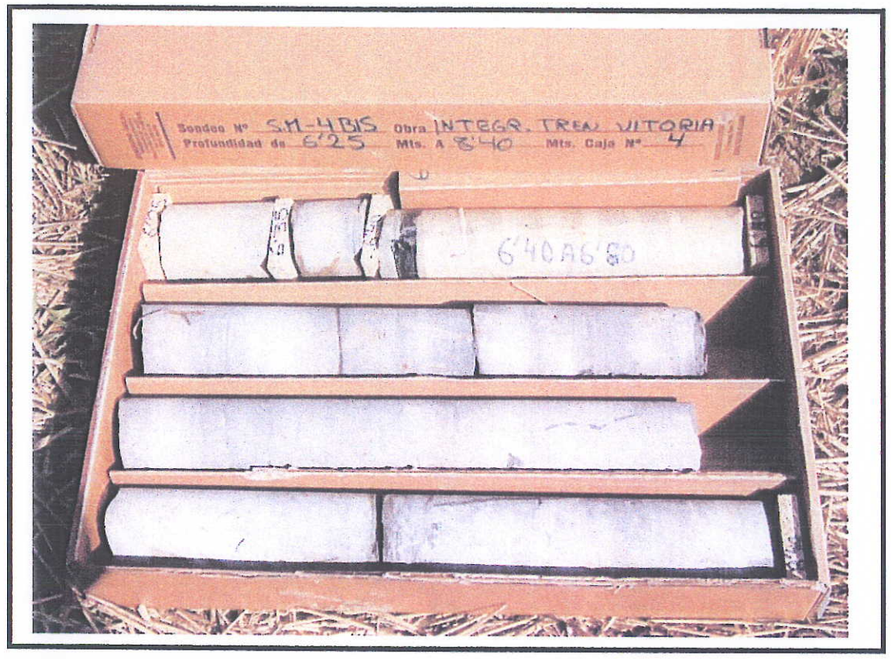
Emplazamiento del S-4bis.







Cajas de testigos del sondeo S-4bis de 0,00 a 6,25 metros.





Cajas de testigos del sondeo S-4bis de 6,25 a 9,25 metros.

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-5

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 17/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 1,25 m X UTM: 528.530,75

Profundidad sondeo 35 Y UTM: 4.745.951,91

Z UTM: 513,18

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100			0,0					**De 0,0-1,60 m:** Tierra vegetal. Arcilla arenosa de color marrón oscuro con cantos dispersos y restos de vegetales. Tiene consistencia muy rígida.																							
100			1,0					**De 1,6-3,1 m:** Arcilla-arenosa de color amarillento, muy rígida y plástica. **M.I. 1,5-2,1 m: 6-7-8-8 ; N_{30} = 10** **SPT 2,1-2,55 m: 3-5-6 ; N_{30} = 11**					0,3	3,3	96,4	43	25	2,0	1,58	1,32										
100			2,0					**SPT 3,0-3,45 m: 4-4-6 ; N_{30} = 10**						2,6	10,7	86,7	32	15												
100			3,0					**De 3,1-4,1 m:** Arcilla arenosa amarillenta con algún canto disperso de alta esfericidad y redondeado. Los diámetros están comprendidos entre 1 y 2 cm.																					
100			4,0					**De 4,1-4,4 m:** Arcilla gris muy plástica y de consistencia media.																					
100	113	B W	5,0					**De 4,3-35,0 m:** Margocaliza gris finamente laminada y buzamiento subhorizontal. Está muy fracturada y contiene óxido en las fracturas.			III	0%																	
100			6,0								III	20%																	
100			7,0					**T.P. Nº1 6,75-7,05 m.**												0,8	2,63	536,07								
100			8,0						3		III	100%																	
100			9,0								I	60%																	
			10,0																										

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada W B T | Widia | Batería simple | Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-5

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 17/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 1,25 M X UTM: 528.530,75

Profundidad sondeo: 35,0 M Y UTM: 4.745.951,91

Z UTM: 513,18

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T N_{60}	MI - TP N_{corr}	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{60} N_{corr}	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100			10,0							0	I	60%																			
100			11,0					T.P. 10,40 - 10,70 m.			I	60%																			
100			12,0					T.P. 11,50 - 11,85 m.		2	I	100%							1,3	2,62	479,27										
100	113	B W	13,0							3	I	100%																			
100			14,0																												
100			15,0																												
100			16,0																												
100			17,0					T.P. 16,88 - 17,32 m.		3	I	100%																			
100			18,0																												
100			19,0							2	I	100%																			
			20,0																												

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-5

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 17/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 1,25 m X UTM: 528.530,75

Profundidad sondeo 35,00 m Y UTM: 4.745.951,91

Z UTM: 513,18

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T N_{30}	MI - TP N_{ENC}	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(°)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS SO_3^- (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^{=}$ (%)	OTROS
100			20,0					**T.P. 20,30-20,70 m.** Aparecen vetas de calcita paralelas a la S_0 (20º con respecto a la horizontal).		3	I	100%								1,6	2,61	401,77									
100			21,0																												
			22,0							2	I	100%																			
			23,0																1,3	2,61	739,24									
			24,0					**T.P. 23,40-23,95 m.**																							
100	101	T Dia	25,0							1	I	100%																			
			26,0																												
			27,0					**Entre 26,0-29,0 m:** Aparecen conchas fosilizadas. El contenido en carbonato cálcico aumenta hasta convertirse en una caliza margosa.																							
			28,0																												
100			29,0							3	I	100%																			
			30,0																												

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada: W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-5

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 17/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: 1,25 r X UTM: 528.530,75

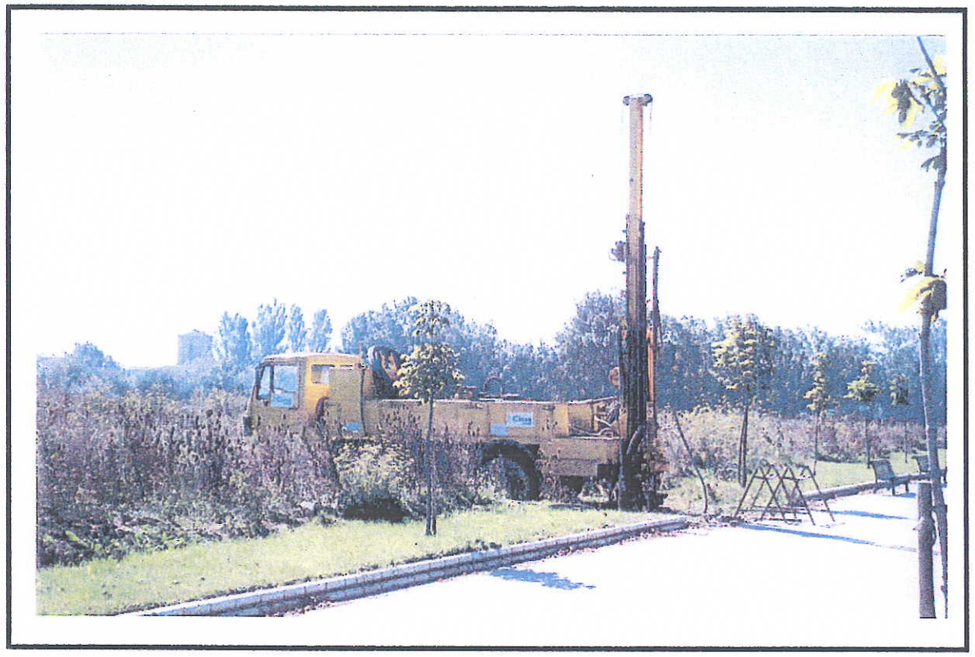
Profundidad sondeo: 35,0 m Y UTM: 4.745.951,91

Z UTM: 513,18

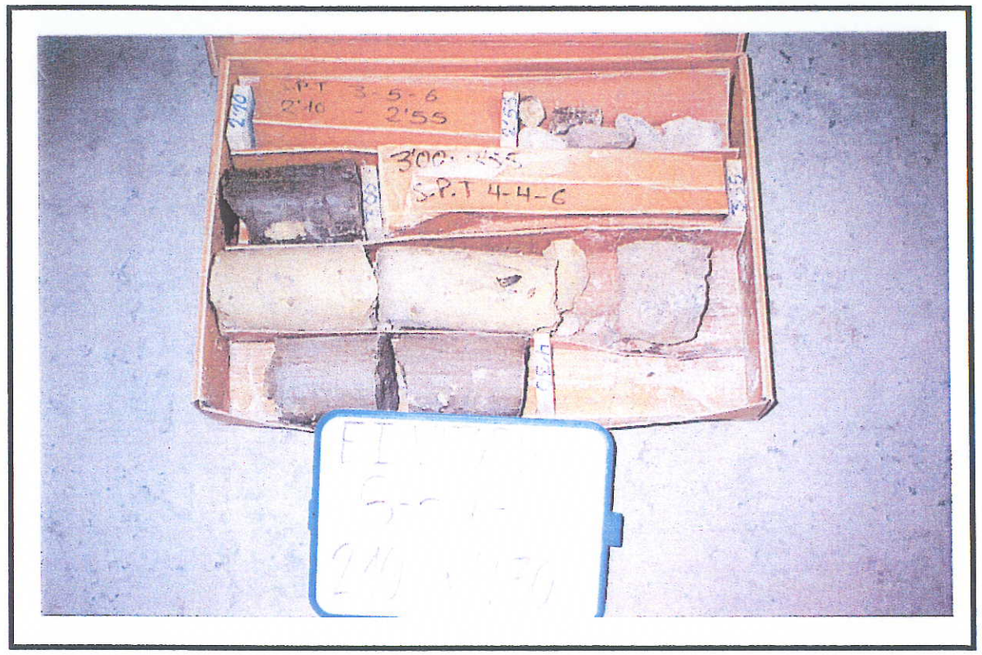
RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP N_{300}	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} / N_{300}	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074 mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C'/C (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(°)	EDOMETRO e_o	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100	101	T Dia	30,0					Margocalizas grises con alguna veta de calcita. Las juntas ocasionalmente se encuentran rellenas por material arcilloso de espesor aproximado de 2 cm.		3	I	100%																			
100			31,0																												
			32,0																												
			33,0																												
100			34,0							1	I	100%																			
			35,0																												
			36,0																												
			37,0																												
			38,0																												
			39,0																												
			40,0																												

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | Muestra: W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, MI Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)



Emplazamiento del S-5.

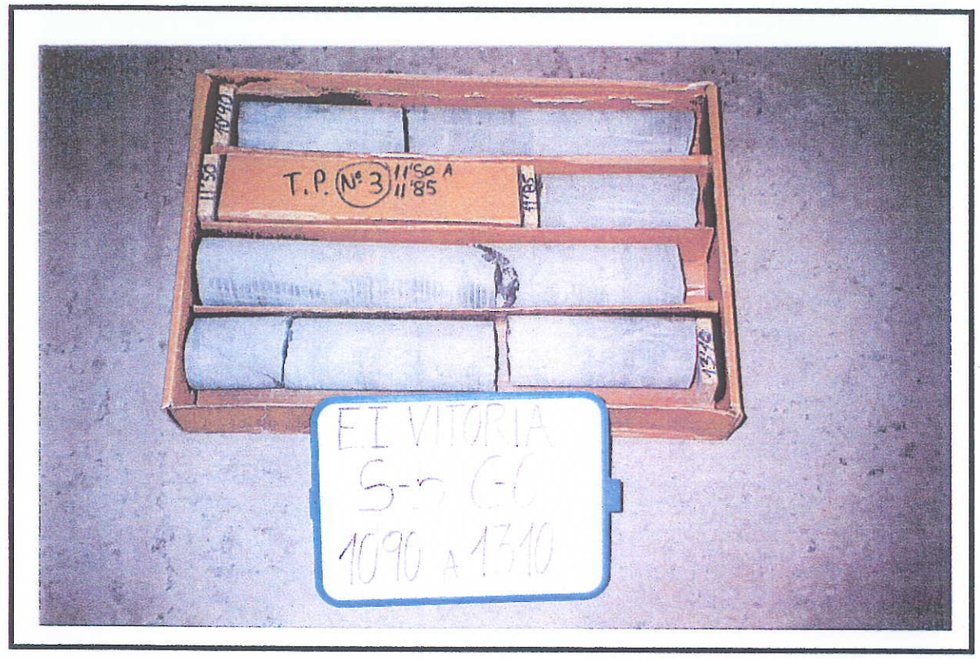






Cajas de testigos del sondeo S-5 de 0,00 a 6,65 metros.









Cajas de testigos del sondeo S-5 de 6,65 a 15,27 metros.









Cajas de testigos del sondeo S-5 de 15,27 a 23,95 metros.



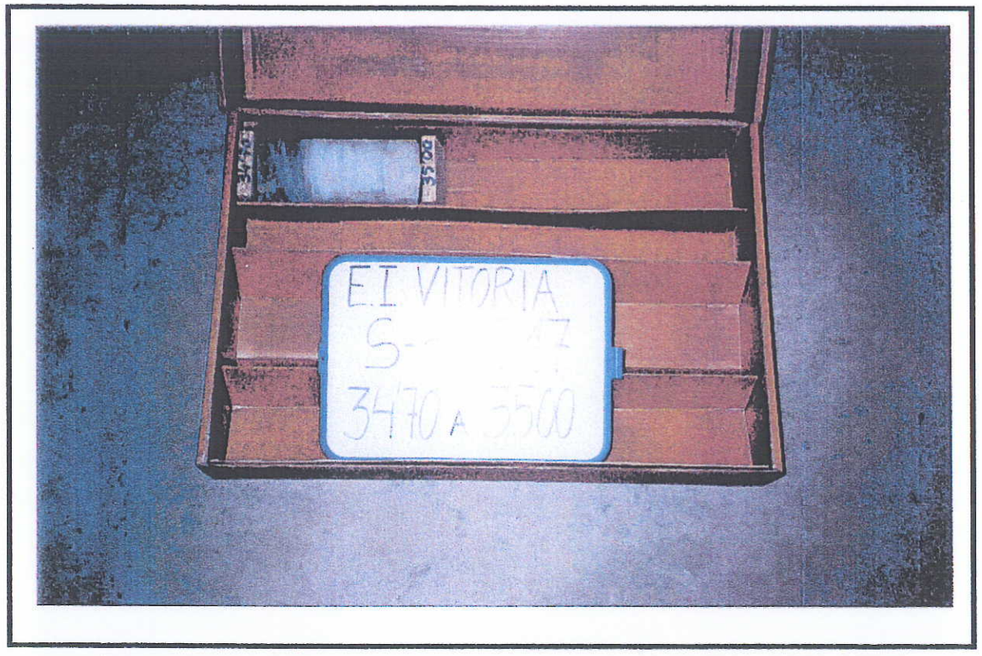






Cajas de testigos del sondeo S-5 de 23,95 a 32,45 metros.





Cajas de testigos del sondeo S-5 de 32,45 a 35,00 metros.

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-6

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 23/09/02

P.K.:

INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA:

X UTM: 526.156,26

Profundidad sondeo 25,05 m

Y UTM: 4.745.515,20

Z UTM: 510,08

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI
100	113	B W	0,0					**De 0,0-0,60 m:** Tierra vegetal. Arcilla de color marrón oscuro con restos de vegetales. Tiene consistencia rígida.					
								De 0,60-1,00 m: Arcilla limosa marrón clara de consistencia rígida.					
100			1,0					**De 1,00-1,40 m:** Marga laminada de color gris con un buzamiento subhorizontal y muy fracturada.			III	0%	
100	101	T Dia		☑ R				**M.I. 1,25-1,37 m:** N30 = R					
			2,0					**De 1,40-3,50 m:** Margocaliza gris, alterada y fracturada. finamente laminada, aparece óxido en las fracturas y algunas capas arcillosas intercaladas de espesor variable 2-4 cm.			III	15%	
100			3,0									15%	
			4,0					**De 3,50-25,05 m:** Margocaliza gris finamente laminada, buzamiento subhorizontal, aparición de nódulosde pirita ocasional.			III		
			5,0										
100			6,0					**T.P. Nº1 5,25-5,58 m.**			I	80%	
			7,0										
			8,0										
100			9,0									80%	
			10,0										

GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	IP	W (%)	DENSIDAD SECA (t/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	C/C (Kp/cm^2)	Ø(º)	EDOMETRO e_o	Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	$SO_3^=$ (%)	$CO_3^=$ (%)	OTROS

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada W Widia, B Batería simple, T Batería doble | Dia Diamante, Rev Revestimiento, M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-6

PROYECTO:Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 23/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: X UTM: 526.156,26

Profundidad sondeo 25,05 m Y UTM: 4.745.515,20

Z UTM: 510,08

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} MI	GRANULOMETRÍA RET. # 10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA # 10 RET # 200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA # 200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C/C (Kp/cm²)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_0	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100	101	T Dia	10,0					**De 3,50-25,05 m:** Margocaliza gris finamente laminada, buzamiento subhorizontal, aparición de nódulosde pirita ocasional.			I	100%																				
			11,0					**T.P. 11,00 - 11,57 m (nº2).**													227,92							0,019		
100			12,0								I	100%																			
			13,0					**T.P. 12,80-13,20 m (nº3).**																							
			14,0																												
100			15,0								I	100%																			
			16,0					**T.P 15,70-16,35 m (nº4).**													1,9	2,592	153,98								
			17,0																												
100			18,0							3	I	100%																			
			19,0																												
100			20,0							1	I	100%																			

LEYENDA

Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Widia | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)

PROINTEC

SONDEO NÚMERO: S-6

PROYECTO: Estudio Informativo del Proyecto de Integración del Ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz

EMPRESA DE SONDEOS: CINSA

Supervisor: Bernardino Linos Lara (Geólogo-M.I.G.)

FECHA: 23/09/02

P.K.: INCLINACIÓN:

NF NIVEL DEL AGUA: X UTM: 526.156,26

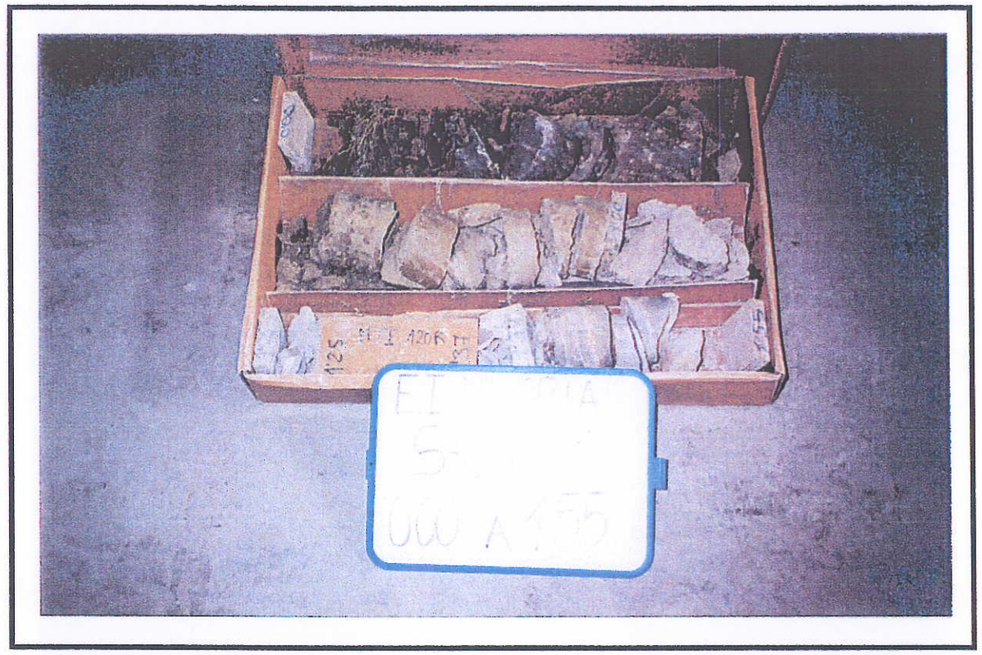
Profundidad sondeo 26,05 r Y UTM: 4.745.515,20

Z UTM: 510,08

RECUPERACIÓN 100%	PERFORACIÓN Diámetro	PERFORACIÓN Batería	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T MI - TP N_{30}	S.P.T MI - TP $N_{30/2}$	NIVEL FREÁTICO (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	ÍNDICE DE RESISTENCIA (A-B-C-D-E)	Nº DE FRACTURAS	METEORIZACIÓN (V-IV-III-II-I)	R.Q.D.	SPT N_{30} / L/3	GRANULOMETRÍA RET. #10 >2 mm (Grava)	GRANULOMETRÍA PASA #10 RET #200 (Arenas)	GRANULOMETRÍA PASA #200 <0,074mm (Finos)	PLASTICIDAD Y HUMEDAD LL	PLASTICIDAD Y HUMEDAD IP	PLASTICIDAD Y HUMEDAD W (%)	DENSIDAD SECA (tm/m^3)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE TIPO	RESISTENCIA AL CORTE C / C (Kp/cm^2)	RESISTENCIA AL CORTE Ø(º)	EDOMETRO e_o	EDOMETRO Cc	ENSAYOS QUÍMICOS M.O. (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $SO_3^=$ (%)	ENSAYOS QUÍMICOS $CO_3^=$ (%)	OTROS
100	101	T Dia	20,0					**De 3,50-25,05 m:** Margocaliza gris finamente laminada, buzamiento subhorizontal, aparición de nódulosde pirita ocasional.		2	I	100%																				
100			21,0																												
100			22,0																												
			23,0							2	I	100%																			
			24,0																												
			25,0																												
			26,0																												
			27,0																												
			28,0																												
			29,0																												
			30,0																												

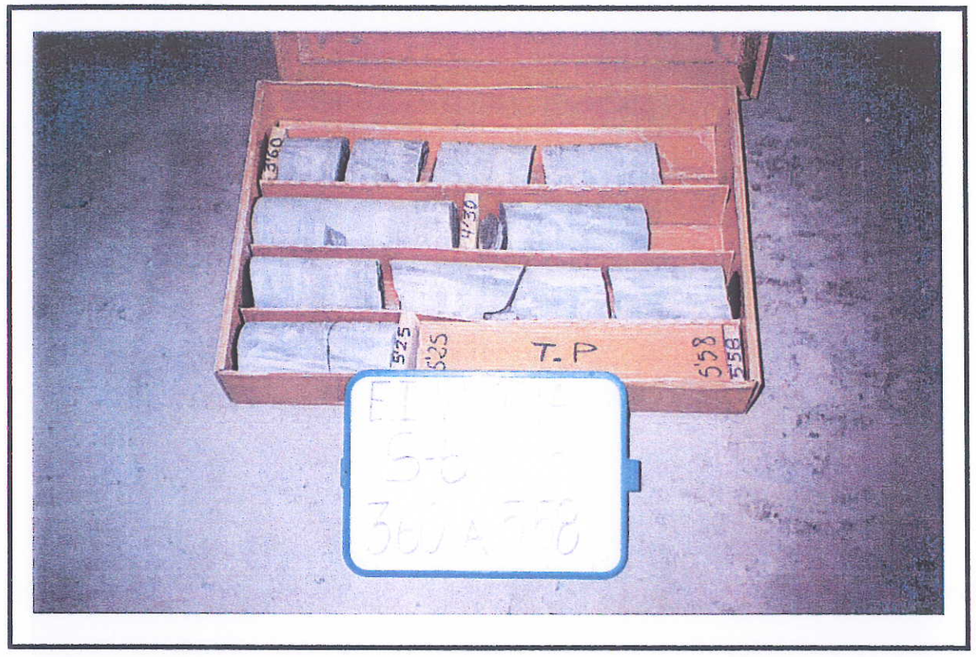
LEYENDA

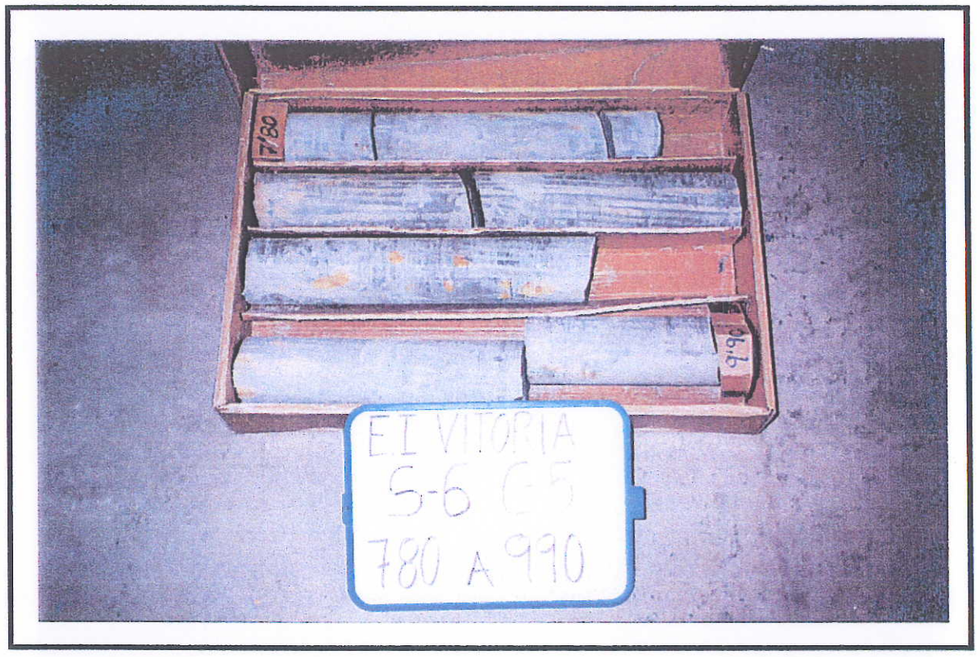
Testigo parafinado | S.P.T | Muestra inalterada | W Wicha | B Batería simple | T Batería doble | Dia Diamante | Rev Revestimiento | M.I Muestra inalterada | NIVEL FREÁTICO (m)





Cajas de testigos del sondeo S-6 de 0,00 a 3,60 metros.

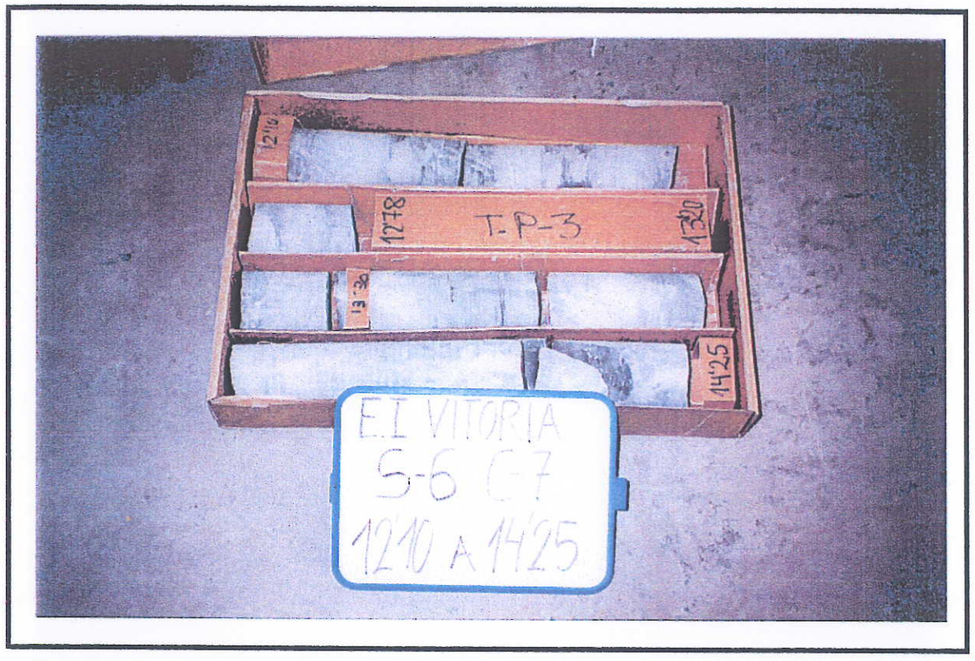


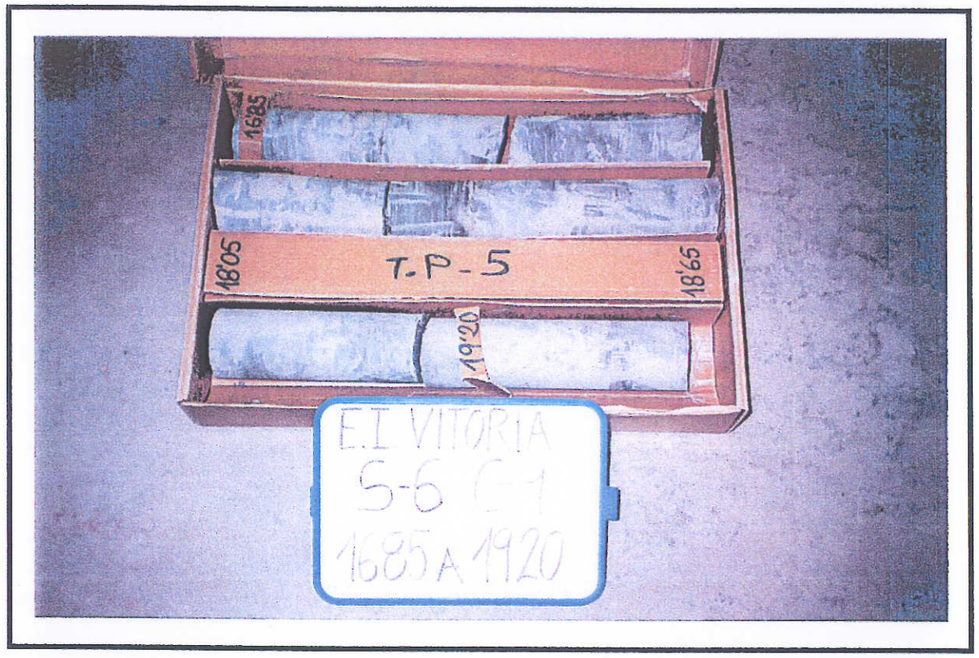






Cajas de testigos del sondeo S-6 de 3,60 a 12,10 metros.









Cajas de testigos del sondeo S-6 de 12,10 a 21,27 metros.





Cajas de testigos del sondeo S-6 de 21,27 a 25,05 metros.

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 1

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 2,20 m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,40 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón Clara con indicios de arena y restos vegetales.

De 0,40 a 1,80 m: arcilla marrón de consistencia rígida con algo de arena

De 1,80 a 2,20 m: marga gris clara G.M III

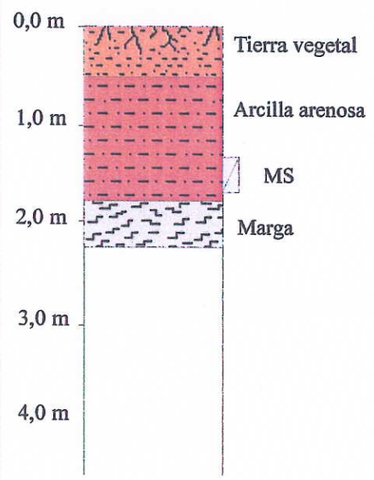
Paredes estables-chineo y excavabilidad facil.

TIERRA VEGETAL: 0,40 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,50 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-1

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	92,4
TAMIZ-40 :	89,9
TAMIZ-200:	83,6

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	31
LIMITE PLÁSTICO :	19
INDICE DE PLASTICIDAD :	11

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)	1,99
HUMEDAD OPTIMA : (%)	10,5

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:	22,7
HINCHAMIENTO:	1,2

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 2

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 2,50 m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,10 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales.

De 0,10 a 0,30 m. Relleno antrópico; cantos calcáreos angulosos con una matriz arcillo-arenosa.

De 0,30 a 0,70 m; arcilla limosa marrón de consistencia media-rígida.

De 0,70 a 2,40 m; limos color marrón claro de consitencia baja

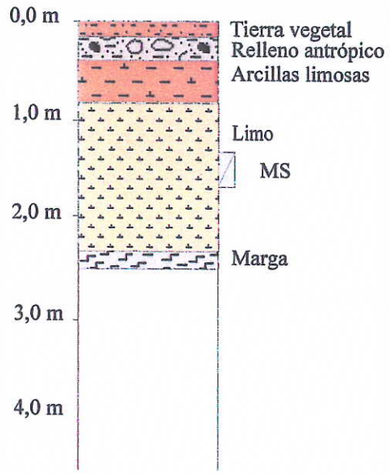
De 2,40 a 2,50 m; margas grises. Paredes estables y excavabilidad facil.

TIERRA VEGETAL: 0,10 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,50 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-2

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	96,1
TAMIZ-40 :	93,9
TAMIZ-200:	83,4

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	27
LIMITE PLÁSTICO :	18
INDICE DE PLASTICIDAD :	9

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 3

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 2,70 m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,60 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y con algún canto disperso.

De 0,60 a 1,50 m. Arcilla marrón oscura de consistencia media-rígida.

De 1,50 a 2,50 m. Limo arcilloso amarillento consistencia media.

De 2,50 a 2,70 m. Sustrato rocoso; margocaliza.

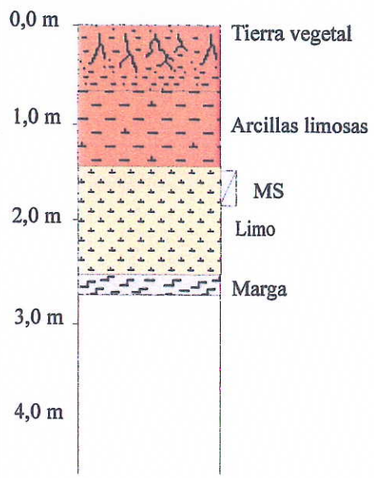
Paredes estables y excavabilidad facil.

TIERRA VEGETAL: 0,60 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,80 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-3

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	97,7
TAMIZ-40 :	94,9
TAMIZ-200:	87,2

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	31
LIMITE PLÁSTICO :	20
INDICE DE PLASTICIDAD :	11

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)	1,90
HUMEDAD OPTIMA : (%)	12,6

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:	24,2
HINCHAMIENTO:	1,7

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 4

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,20 m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,65 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y con algún canto disperso.

De 0,65 a 0,70 m. Costra blanquecina endurecida.

De 0,70 a 2,00 m. Limo arcilloso amarillento consistencia media.

De 2,00 a 3,10 m. Arcilla margosa gris clara consistencia muy blanda.

De 3,10 a 3,20 m. Sustrato rocoso; marga.

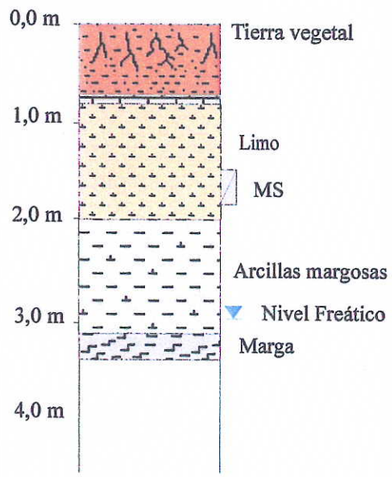
Paredes estables y excavabilidad facil.

TIERRA VEGETAL: 0,65 m

NIVEL FREATICO: 2,90 m

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,40 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-4

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	99,3
TAMIZ-40 :	97,3
TAMIZ-200:	80,6

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	NP
LIMITE PLÁSTICO :	NP
INDICE DE PLASTICIDAD :	NP

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 5

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 1,20 m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,50 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con algo de arena restos vegetales y con algún canto tabular de margocaliza disperso.

De 0,50 a 0,80 m. Limo arcilloso amarillento consistencia media con cantos de margocaliza.

De 0,80 a 1,20 m. Sustrato rocoso; margocaliza.

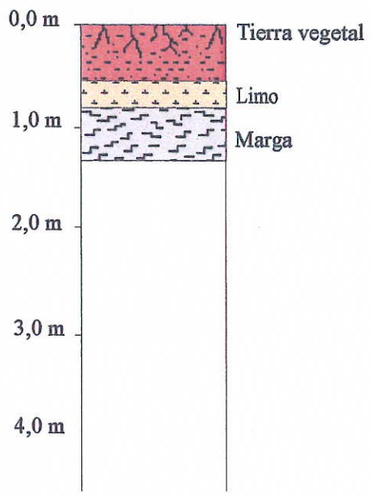
Paredes estables y excavabilidad difícil.

TIERRA VEGETAL: 0,50 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: no se toma muestra .

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-5

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 6

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,10m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,75 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales. Estable

De 0,75 a 1,20 m. Arcilla limosa amarillenta de baja plasticidad y consistencia media

De 1,20 a 1,30 m. Arcilla gris de alta plasticidad y consistencia blanda.

De 1,30 a 2,10 m. Arcilla amarillenta con cantos de alta esfericidad y redondeados

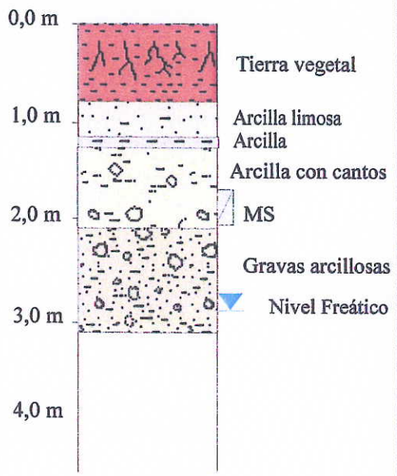
De 2,10 a 3,10 m. Cantos de alta esfericidad y bien redondeados ϕ 1-5 cm englobados en una matriz arcillosa de color marrón claro.

TIERRA VEGETAL: 0,75 m

NIVEL FREATICO: 2,80 m

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,80 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-6

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	53,8
TAMIZ-40 :	38,2
TAMIZ-200:	25,0

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	26
LIMITE PLÁSTICO :	21
INDICE DE PLASTICIDAD :	6

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C-7

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 2,90m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,40 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y algún canto disperso. Estable

De 0,40 a 0,90 m. Arcilla marrón clara de baja plasticidad y consistencia blanda media, estable.

De 0,90 a 2,80 m. Marga gris laminada y alterada G.M III, estable..

De 2,80 a 2,90 m. Sustrato rocoso; marga G.M II.

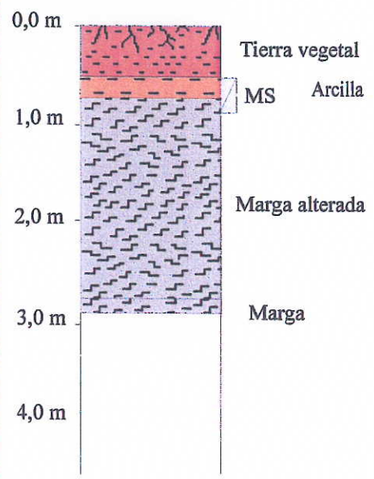
Paredes estables y excavabilidad fácil hasta 2,80, dificil-voladura a partir 2,80 m..

TIERRA VEGETAL: 0,40 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 0,80 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-7

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	99,5
TAMIZ-40 :	98,2
TAMIZ-200:	94,9

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	40
LIMITE PLÁSTICO :	20
INDICE DE PLASTICIDAD :	20

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 8

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 1,30m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,90 m. Relleno antrópico: Arcilla limosa color marrón con cantos de margocaliza. Inestable

De 0,90 a 1,20 m. Limo arcilloso marrón claro de consistencia blanda-media de paredes estables.

De 1,20 a 1,30 m. Sustrato rocoso; marga.

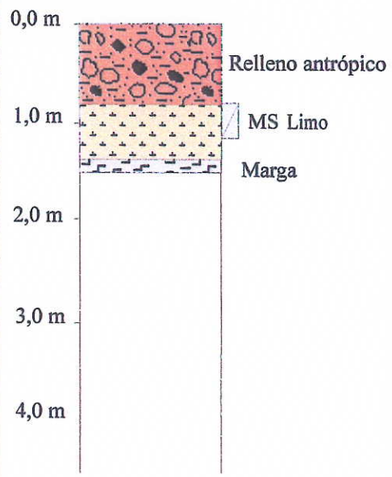
Paredes estables a partir de 0,90 m y excavabilidad difícil.

TIERRA VEGETAL: 0,65 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,00 m..

COLUMNA

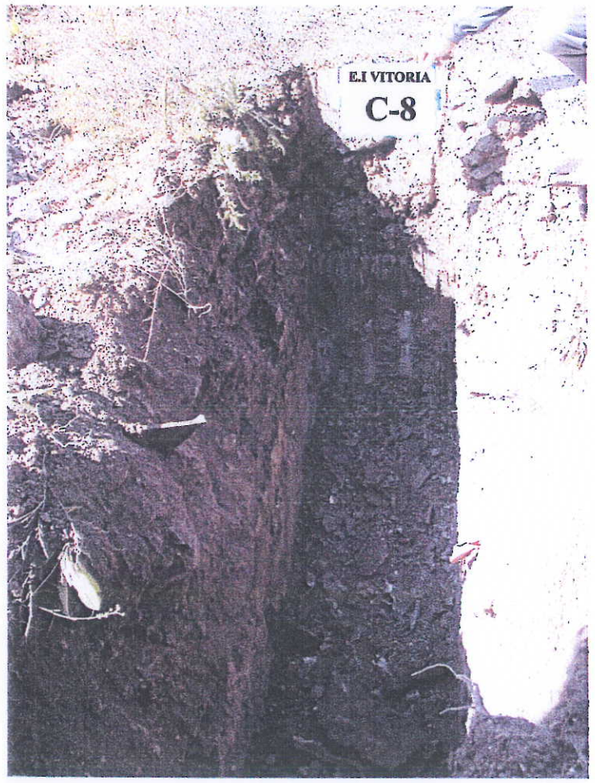


FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-8

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	71,6
TAMIZ-40 :	68,6
TAMIZ-200:	62,2

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	31
LIMITE PLÁSTICO :	18
INDICE DE PLASTICIDAD :	12

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 9

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,40m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,40 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y algún canto disperso. Estable

De 0,40 a 1,30 m. Limo arcilloso marrón claro de consistencia blanda de paredes estables.

De 1,30 a 3,40 m. Cantos de naturaleza calcárea englobados en una matriz arcillo-limosa de color marrón claro, cantos 2-10 cm, alta esfericidad (aluvial)

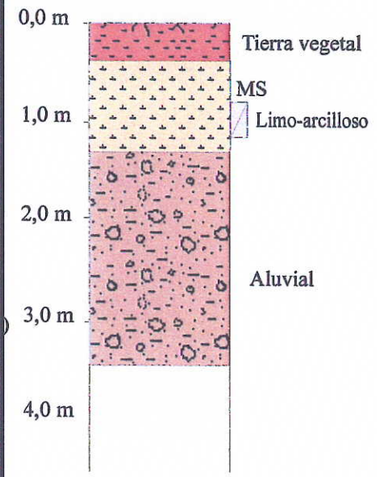
Paredes estables y excavabilidad fácil.

TIERRA VEGETAL: 0,40 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,00 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-9

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	91,5
TAMIZ-40 :	86,2
TAMIZ-200:	66,8

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	29
LIMITE PLÁSTICO :	17
INDICE DE PLASTICIDAD :	12

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 10

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,50m

DESCRIPCION: De 0,00 a 1,10 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y algún canto disperso. Estable

De 1,10 a 1,50 m. Arcilla gris muy plástica, consistencia media, estable..

De 1,50 a 1,80 m. Arena arcillosa media, con cantos color anaranjado.

De 1,80 a 3,40 m. Arcilla gris consistencia media-rígida.

De 3,40 a 3,50 m. Sustrato rocoso; marga.

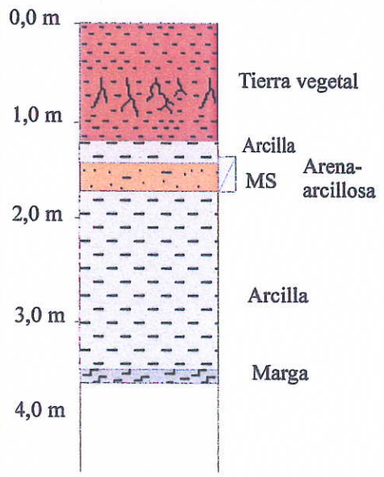
Paredes estables y excavabilidad fácil.

TIERRA VEGETAL: 0,40 m

NIVEL FREATICO: No aparece

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,60 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-10

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	79,9
TAMIZ-40 :	68,2
TAMIZ-200:	38,9

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	NP
LIMITE PLÁSTICO :	NP
INDICE DE PLASTICIDAD :	NP

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)	2,04
HUMEDAD OPTIMA : (%)	8,9

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:	26,1
HINCHAMIENTO:	1,7

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C-11

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,60 m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,90 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y cantos de tamaño 1-3 cm.

De 0,90 a 2,10 m. Arcilla marrón clara con limo de baja plasticidad y blanda

De 2,10 a 2,90 m. Gravas areniscosas 3-5 cm de alta esfericidad y redondeados con matriz arcillo-arenosa.

De 2,90 a 3,60 m. Arcilla gris de alta plasticidad y consistencia muy blanda.

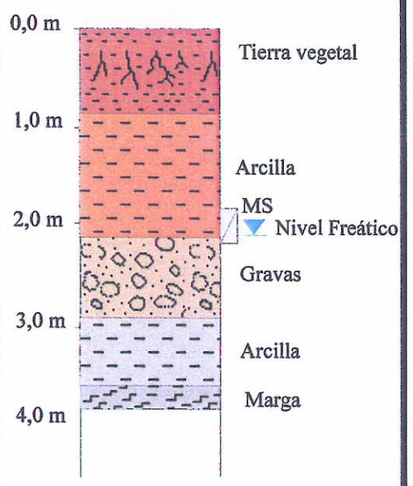
De 3,60 a 3,80 m. Marga gris alterada G.M III

TIERRA VEGETAL: 0,90 m

NIVEL FREATICO: 2,80 m.

NOTA: Se toma muestra alterada a 2,00 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-11

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	59,8
TAMIZ-40 :	51,4
TAMIZ-200:	37,1

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	29
LIMITE PLÁSTICO :	20
INDICE DE PLASTICIDAD :	9

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 12

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,00m

DESCRIPCION: De 0,00 a 0,60 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y algún canto disperso. Estable

De 0,60 a 0,90 m. Arcilla marrón rígida de alta plasticidad y algún canto ocasional.

De 0,90 a 1,40 m. Gravas englobadas en matriz arcillosa marrón clara de alta esfericidad y subredondeados de tamaño ϕ 2-5 cm.

De 1,40 a 2,00 m. Arcilla gris con algún canto de alta plasticidad y consistencia media

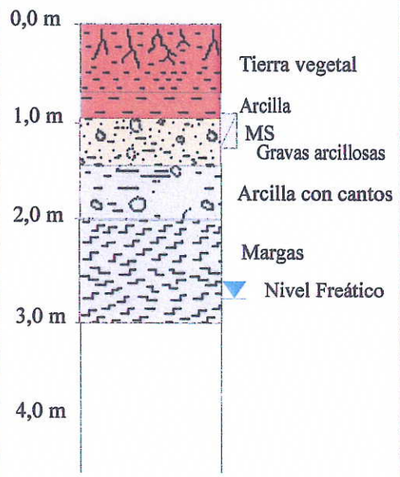
De 2,00 a 3,00 m. Marga gris G.M III, paredes inestables a partir de 2,70 m, exc. Fácil

TIERRA VEGETAL: 0,60 m

NIVEL FREATICO: 2,80 m

NOTA: Se toma muestra alterada a 1,00 m.

COLUMNA

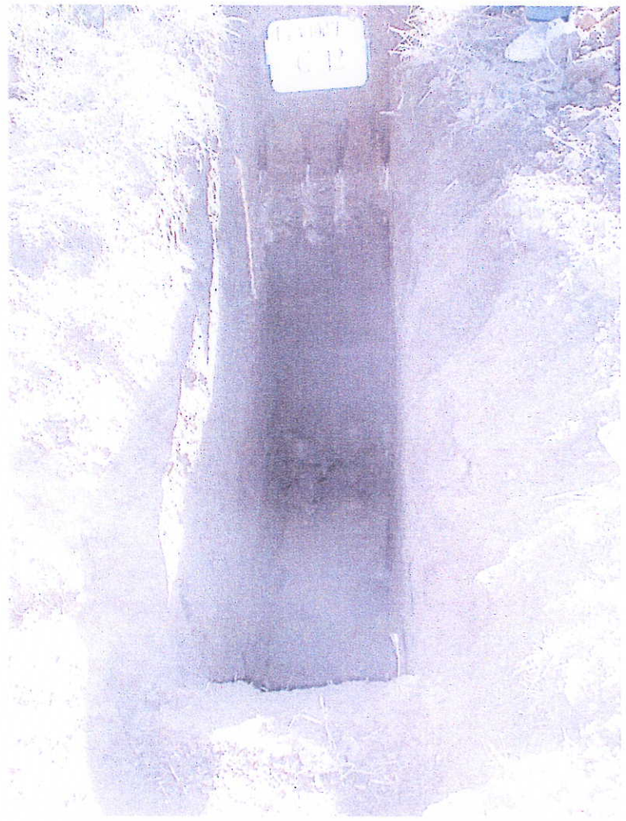


FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-12

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	56,7
TAMIZ-40 :	35,4
TAMIZ-200:	22,1

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	27
LIMITE PLÁSTICO :	18
INDICE DE PLASTICIDAD :	10

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)	2,11
HUMEDAD OPTIMA : (%)	8,8

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:	47,2
HINCHAMIENTO:	0,3

PARTE DE CALICATA

PROINTEC

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE VITORIA-GASTEIZ

CALICATA: C- 13

LOCALIZACIÓN: Ver plano de situación

FECHA DE REALIZACIÓN: 12/09/02

SUPERVISOR: Bernardino Linos Lara (Geólogo. Master en Ingeniería Geológica)

MAQUINARIA: Retroexcavadora JCB 4cx Mixta

PROFUNDIDAD: 3,70 m. Excavabilidad fácil e inestable a partir de 3,00 m.

DESCRIPCION: De 0,00 a 1.50 m. Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con restos vegetales y algún canto disperso, consistencia rígida.

De 1,50 a 2,40 m. Gravas englobadas en matriz arcillosa de color anaranjado tamaño entre 1-5 cm, alta esfericidad y subredondeados.

De 2,40 a 3,30 m. Arcilla gris con cantos dispersos alta plasticidad, consistencia media con algún canto disperso de marga hacia el final del tramo.

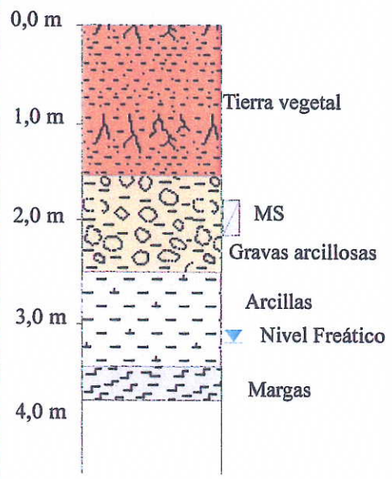
De 2,00 a 3,00 m. Marga gris alterada; G.M III.

TIERRA VEGETAL: 1,50 m

NIVEL FREATICO: 3,10 m

NOTA: Se toma muestra alterada a 2,00 m..

COLUMNA



FOTOGRAFIA DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACION



CALICATA C-13

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL DE LA EXCAVACIÓN



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ-10 :	52,1
TAMIZ-40 :	30,9
TAMIZ-200:	15,0

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO :	NP
LIMITE PLÁSTICO :	NP
INDICE DE PLASTICIDAD :	NP

PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD MÁXIMA : (Kg/m³)
HUMEDAD OPTIMA : (%)

MATERIA ORGÁNICA

CONTENIDO (%):

C.B.R.

C.B.R. al 100 %:
HINCHAMIENTO:

6.2. E.I. Ampliación Sur Tranvía de Vitoria (2012)

6.3. Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

6.4. Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria-Gasteiz (2017)

6.5. Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

APÉNDICE 7. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

7.1. Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

7.2. Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria-Gasteiz (2017)

APÉNDICE 8. PRESIÓMETROS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVIO PARA LA INSERCIÓN DE LA ALTA VELOCIDAD EN VITORIA-GASTEIZ (2017)

APÉNDICE 9. ENSAYOS RECOPILADOS

9.1. Estudio Informativo del Proyecto de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz (2010)

9.2. Proyecto Básico de Plataforma para la integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Fase I (2012)

9.3. Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria-Gasteiz (2017)

9.4. Campaña complementaria aproximación a Vitoria Gasteiz de la nueva Red Ferroviaria en el País Vasco (2018)

APÉNDICE 10. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD RECOPILADOS

10.1. Estudio Geotécnico previo para la Inserción de la Alta Velocidad en Vitoria-Gasteiz (2017)

10.2. Estudio y Seguimiento Hidrogeológico de integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria - Gasteiz (2014)

Del citado Estudio Hidrogeológico, se dispone únicamente de la Memoria y los Planos en versión digital, correspondientes a la Maqueta presentada en Diciembre de 2014. No se ha tenido acceso a los Anejos.

Se extraen, por tanto, las páginas de la Maqueta de la Memoria Final (Diciembre 2014) donde se resumen las características y resultados de los diversos ensayos de permeabilidad llevados a cabo en el estudio.

APÉNDICE 11. INVENTARIOS DE PUNTOS DE AGUA

11.1. Inventario de Puntos de Agua URA – AGENCIA VASCA DEL AGUA

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
13805001	Gardelegi	No se utiliza	-		Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526323.53	4741332.06	567.00	Pozo excavado	
13805002	Gardelegi - Finca nº 47	Doméstico	-		Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526493.53	4741112.05	565.00	Pozo excavado	
13805003	La Fuente	Fuente Pública	-		Arechavaleta	Vitoria-Gasteiz	526643.55	4742192.04	550.00	Manantial	
13805004	Mendi	Fuente Pública	-		Mendiola	Vitoria-Gasteiz	528343.51	4740542.01	540.00	Manantial	
13805005	Puente Alto	Fuente Pública	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528413.53	4741762.01	550.00	Manantial	
13806001	Otazu	Riego	-		Otazu	Vitoria-Gasteiz	529893.51	4740991.98	610.00	Balsa de riego	Balsa de riego de grandes dimensiones excavada en un collado al sur de Otazu. Fondo recubierto con lámina de plástico. Pertenece a la comunidad de regantes de Crucizabala. Se llena con agua procedente de la balsa de Ullibarri de los Olleros..
13806002	Otazu	Doméstico	-		Otazu	Vitoria-Gasteiz	530473.54	4742371.95	530.00	Pozo excavado	
13806003	Otazu	Fuente Pública	-		Otazu	Vitoria-Gasteiz	530493.53	4742041.96	540.00	Manantial	
11244005	Sondeo Esasa	Abastecimiento urbano	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523345.17	4747340.08	503.00	Sondeo de explotación	Abastecimiento de la Estación de Servicio Esasa (Lopidana).
11244011	Ihurre	Doméstico	-		Yurre	Vitoria-Gasteiz	524418.67	4747117.05	505.00	Pozo excavado	
11245001	Gamarra	No se utiliza	-		Gamarra Mayor	Vitoria-Gasteiz	528068.67	4747366.96	510.00	Sondeo de explotación	
11244006	Lopidana; Arangiz	Abastecimiento urbano	-		Antezana	Vitoria-Gasteiz	523843.69	4748092.06	507.00	Manantial	Surgencia con apariencia de charca dispuesta en cartografía sobre cuaternario, en una zona donde el espesor de estos materiales no supera 0. 25 m Está relacionada con la descarga del Karst de Apodaka. Abastecimiento de Lopidana.
11253013	Pozo	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527518.64	4746241.98	508.00	Pozo excavado	
11253014	Tuboplast Hispania-2	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527626.31	4745368.99	513.00	Pozo excavado	Pozo antiguo.
11253015	Tuboplast Hispania	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527663.31	4745440.99	513.00	Pozo excavado	Sólo bombean para recuperar las pérdidas en el circuito cerrado de refrigeración.
11253016	Pozo	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527693.66	4746741.97	509.00	Pozo excavado	
11253017	HERZA	No se utiliza	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528018.64	4745941.97	512.00	Sondeo de explotación	
11253018	Cablerías del Norte	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528343.66	4746941.95	510.00	Pozo excavado	
11253019	Uraldegana	No se utiliza	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528443.66	4746991.95	510.00	Pozo excavado	
11253020	Balsa de Betoño	No se utiliza	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	528468.62	4745291.97	510.00	Manantial	Zona Húmeda de 26 Ha de superficie y una lámina de agua libre media de unos 20 cm. Su origen es la descarga difusa del denominado "Surco de Elorriaga" del Cuaternario de Vitoria. También hay dos surgencias localizadas (528770-4745340; 529240-4745210), actualmente cubiertas por la propia lámina de agua. A mediados de los 60 esta zona húmeda fue drenada con fines agrícolas.
11253021	Grupos Diferenciales, SA	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528694.96	4746432.45	510.00	Pozo excavado	El pozo tarda en recuperar unas 3 h después de vaciado. El agua tiene una lámina superficial de aceites..
11253022	Garay; Larragana, 8	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528893.64	4746091.95	509.00	Pozo excavado	
11254001	Echevarria Hnos.	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	529037.89	4746379.44	510.00	Pozo excavado	
11254002	Kemen Industrial	Actividad industrial	Legalizado	C/ LARRANAGA		Vitoria-Gasteiz	529089.44	4745845.45	509.00	Sondeo de explotación	
11254003	KEMEN- pozo 1	Actividad industrial	Legalizado	C/ LARRANAGA		Vitoria-Gasteiz	529096.76	4746061.95	509.00	Sondeo de explotación	
11254004	KEMEN-pozo 3	Actividad industrial	Legalizado	C/ LARRANAGA		Vitoria-Gasteiz	529090.76	4745907.95	509.00	Sondeo de explotación	
11254005	Balsa de Zurbano	No se utiliza	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529873.61	4744971.94	510.80	Manantial	Zona húmeda de extensión muy variable según las condiciones hidrológicas (5-47 Ha). Su origen está en la descarga difusa de la mayor parte del Sector Oriental del

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
											Cuaternario de Vitoria. Hasta el s. XVIII era un gran humedal con una superficie de 15 a 50 Ha. Los drenajes sucesivos han posibilitado que en la actualidad sólo presente una extensión considerable en las épocas de intensas precipitaciones.
11254006	Zurbano; Bº LaLanda, 44	Riego	Legalizado	LA LANDA	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531043.64	4746666.89	516.00	Pozo excavado	
11254007	Zurbano	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531153.63	4746421.89	514.00	Pozo excavado	A pesar de tener agua de la red de AMVISA, todavía utilizan el agua para consumo.
11254008	San Isidro	Fuente Pública	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531353.64	4746551.89	510.00	Manantial	
11260001	Zuazo; El Prado	No se utiliza	-		Zuazo de Vitoria	Vitoria-Gasteiz	522892.11	4743150.63	527.00	Pozo excavado	Abastecía a Zuazo. En la actualidad ya no se utiliza debido a que están conectados a la red de AMVISA. Hay que pedir llave en el pueblo para acceder al pozo..
11260002	Zuazo	No se utiliza	-		Zuazo de Vitoria	Vitoria-Gasteiz	522943.59	4743692.13	523.00	Pozo excavado	El punto es un pequeño manantial, de caudal inferior a 1 l/s, que fue excavado mediante retro para convertirlo en pozo-zanja de riego estival (de unas dimensiones aproximadas de 30 x 5 m). En la actualidad el Ayuntamiento de Vitoria ha construido un parque en la zona y ha acondicionado este pozo como una pequeña zona húmeda.
11260003	Zuazo de Vitoria; Lecea	Riego	En trámite		Zuazo de Vitoria	Vitoria-Gasteiz	523193.58	4743392.12	526.00	Balsa de riego	Antiguas balsas de riego de excavación ubicadas próximas a una antigua explotación de grava, a 4 Km de Vitoria. Forman parte del "Parque Forestal de Zabalgana" para el que está previsto un Plan para la regeneración del robledal y restauración de lo.
11260004	Areitio	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	525368.57	4742967.07	525.00	Pozo excavado	
11261001	Batan	Fuente Pública	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526192.56	4742607.05	535.00	Manantial	
11261002	La Salud	Fuente Pública	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527493.57	4743157.02	535.00	Manantial	
11262001	Elorriaga; Gasolinera Elorriaga	Riego	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	528963.59	4744161.97	518.00	Pozo excavado	Está en el aparcamiento junto a la gasolinera, margen derecha de la carretera en sentido Iruña. Cubierto por una plancha metálica..
11262002	Arkaia; Carobia	Riego	Legalizado	CAROBIA		Vitoria-Gasteiz	529122.18	4742634.98	525.00	Pozo excavado	
11262003	Arkaia; Arzua-Finca 319	Riego	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	530044.69	4743465.95	522.00	Pozo excavado	Se encuentra junto a un pozo-zanja de grandes dimensiones.
11262004	Arkaia; Casa Alcalde Arkaia	No se utiliza	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529993.56	4743241.96	525.00	Pozo excavado	
11262005	Granja de Arkaute (edif. principal)	Riego	Archivado	GRANJA MODELO	Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530519.53	4744693.43	514.00	Pozo excavado	Junto al pabellón de la escuela agraria, se ve desde el camino..
11262006	Arkaute; Granja Modelo Arkaute	Riego	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530765.28	4744508.42	516.00	Pozo excavado	Dispone de registros de nivel en continuo (limnígrafo, formato papel), desde 1989 hasta 1994, aunque de forma discontinua. UPV..
11252002	Astegieta	Actividad industrial	-		Asteguieta	Vitoria-Gasteiz	522268.64	4745792.13	503.00	Pozo excavado	
11252003	Astegieta	Actividad industrial	-		Asteguieta	Vitoria-Gasteiz	522293.63	4745692.13	504.00	Pozo excavado	
11252004	Gobeo	Agropecuario	-		Gobeo	Vitoria-Gasteiz	523018.63	4745592.11	504.00	Pozo excavado	Caseta circular de ladrillos rojos enfrente de las naves del ganado. Si bien no hay datos concretos de extracción, los vecinos dicen que es muy productivo y que recupera con facilidad..
11252005	Gobeo	Agropecuario	-		Gobeo	Vitoria-Gasteiz	523193.63	4745592.10	504.00	Pozo excavado	
11252006	Gobeo	No se utiliza	-		Gobeo	Vitoria-Gasteiz	523243.63	4745692.10	504.00	Pozo excavado	
11252007	Lopidana-2	No se utiliza	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523518.66	4746667.08	503.00	Pozo excavado	Pozo surgente en época de lluvias intensas.
11252008	Lopidana	No se utiliza	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523518.66	4746867.08	504.00	Pozo excavado	
11253001	Félix Lascaray y Cia.	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526093.65	4746567.01	507.00	Pozo excavado	
11253002	Embutidos Gorbea	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526301.34	4746361.01	507.00	Pozo excavado	Se utiliza para limpieza del matadero y como depósito de la red en estiaje. Huele a gasolina..
11253003	Carbónicas Alavesas	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526381.22	4746513.01	507.00	Pozo excavado	
11253004	Pozo	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526368.65	4746492.01	507.00	Pozo excavado	

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
11253005	INVANA	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526442.90	4746425.51	507.00	Pozo excavado	
11253006	Pozo	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526518.65	4746567.00	508.00	Pozo excavado	
11253007	Textil Vitoria	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526643.66	4746667.00	507.00	Pozo excavado	
11253008	Hofesa	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526961.15	4746570.49	507.00	Pozo excavado	
11253009	Hofesa-2	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526918.65	4746566.99	509.00	Pozo excavado	
11253010	CEGASA; Artapadura, 11	Actividad industrial	Legalizado	C/ARTAPADURA Nº11		Vitoria-Gasteiz	527164.22	4746580.49	509.00	Pozo excavado	
11253011	Pozo	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527318.64	4746191.99	509.00	Pozo excavado	
11253012	-	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527393.65	4746391.98	508.00	Sondeo de explotación	
30000326	Bº La Landa, 6	Doméstico	Legalizado	LA LANDA (CASA Nº6)	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531058.64	4746437.90	0.00	Pozo excavado	
30000327	Bº La Landa, 3	Doméstico	Legalizado	LANDA Nº3	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531038.64	4746439.90	0.00	Pozo excavado	
30000329	Bº Ochategui, 34	Doméstico	Archivado	LA LANDA 10	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531403.64	4746599.89	0.00	Pozo excavado	
30000330	Bº Ochategui, 34	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531393.64	4746617.89	0.00	Pozo excavado	
30000331	Bº Medio, 19	Doméstico	Legalizado	MEDIO Nº19	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000334	Bº Landa, 1	Doméstico	Archivado	LA LANDA 10	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	530981.64	4746373.90	0.00	Pozo excavado	
30000335	Bº Ochategui, 8	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000337	Bº Medio, 11	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000813	Huerto de su finca	Riego	-		Foronda	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Pozo excavado	
30000814	Otaza - fuente vieja	Riego	-		Otazu	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Pozo excavado	
30000328	Bº La Landa, 9	Doméstico	Legalizado	C/ LUIS ZURBANO Nº9-11	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531026.64	4746511.90	0.00	Pozo excavado	
30000338	Bº La Landa, 13	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531114.63	4746393.90	0.00	Pozo excavado	
30000339	Bº La Landa, 12	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531102.63	4746362.90	0.00	Pozo excavado	
30000340	Bº La Landa, 5	Doméstico	Legalizado	LA LANDA, CASA 5	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	530967.64	4746413.90	0.00	Pozo excavado	
30000341	Bº La Landa, 4	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531074.64	4746407.90	0.00	Pozo excavado	
30000342	Bº La Landa, 2	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531065.63	4746381.90	0.00	Pozo excavado	
30000345	Bº Medio, 2	Doméstico	Legalizado	CASA Nº 2	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531166.63	4746370.89	0.00	Pozo excavado	
30000346	Bº Medio, 5	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531138.63	4746371.90	0.00	Pozo excavado	
30000347	Bº Medio, 4	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531168.63	4746409.89	0.00	Pozo excavado	
30000348	Bº Medio, 8	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000349	Bº Medio, 12	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000350	Bº Medio, 17	Doméstico	Legalizado	LUIS ZURBANO	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000351	Bº Medio, 7	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531129.64	4746418.89	0.00	Pozo excavado	

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
30000353	Bº Ochategui, 4	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000354	Bº Medio, 1	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000356	Bº La Landa, 20	Doméstico	-		Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531203.64	4746770.89	0.00	Pozo excavado	
30000357	Bº La Landa, 29	Doméstico	En trámite	LA LANDA, 29	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531044.64	4746763.89	0.00	Pozo excavado	
30000358	Bº La Landa s/n	Doméstico	Archivado	LA LANDA, 10	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531024.64	4746745.89	0.00	Pozo excavado	
30000359	Palacio. Museo	Doméstico	Legalizado	PALACIO MUSEO	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000361	Bº Ochategui	Doméstico	Legalizado	OCHATEGUI	Zurbano	Arrazua-Ubarrundia	531134.64	4746437.89	0.00	Pozo excavado	
30000792	La dehesa	-	-		Antezana	Vitoria-Gasteiz	523083.69	4748220.08	0.00	Pozo excavado	
30001712	Arzarana - Finca 216	Riego	Legalizado	ARZARANA (F:216)	Armentia	Vitoria-Gasteiz	525095.54	4741631.08	0.00	Pozo excavado	
30001714	Cazartea - Finca 48	Riego	Legalizado	CAZARTEA	Astegieta	Vitoria-Gasteiz	522447.63	4745528.12	0.00	Pozo excavado	
30001715	Lambarria - Finca3-1	Riego	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523759.66	4746888.08	0.00	Sondeo de explotación	
30001716	Lambarria - Finca3-1	Riego	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523861.66	4746974.07	0.00	Sondeo de explotación	
30001718	Rubidea - Finca 2-3	Riego	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523722.66	4746884.08	0.00	Sondeo de explotación	
30001719	Urarte - Finca 35	-	Legalizado	URARTE	Aretxabaleta	Vitoria-Gasteiz	526318.56	4742316.05	0.00	Pozo excavado	
30001720	Rubidea - Finca 2-1	Riego	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523617.66	4746858.08	0.00	Sondeo de explotación	
30001721	Rubidea - Finca 2-1	Riego	-		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	523722.66	4746884.08	0.00	Pozo excavado	
30001722	Otacibarra - Finca 310	Riego	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	530014.56	4742934.96	0.00	Pozo excavado	
30001729	Basagutxi - Finca 336	-	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	530402.55	4742947.95	0.00	Pozo excavado	4 pozos anillados formando conjunto, 3 de depósito y 1 pozo de riego.
30001735	Madragutxi - Finca 233	Riego	Legalizado	MADRAGUCHI	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529680.56	4743233.96	0.00	Pozo excavado	
30001736	Basoste - Finca 237	Riego	Legalizado	BASOSTE	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529258.55	4742485.98	0.00	Pozo excavado	
30001739	Zarrutia - Finca 226	Riego	Legalizado	ZARRRUTIA	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529734.56	4742977.96	0.00	Pozo excavado	
30001743	La ventanilla	Riego	-		Armentia	Vitoria-Gasteiz	524266.56	4742226.11	0.00	Pozo excavado	
30001404	Elorriaga - su propiedad	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529497.59	4744340.95	0.00	Pozo excavado	
30001405	Elorriaga - su propiedad	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529497.59	4744340.95	0.00	Pozo excavado	
30001556	Pueblo de Oreitia - casa 20	Doméstico	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Pozo excavado	
30001559	KEMEN Ind. (pozo 2)	Actividad industrial	Legalizado	C/ LARRANAGA	Betoño	Vitoria-Gasteiz	529093.63	4745979.95	0.00	Pozo excavado	
30001561	Arzua - Finca 325	-	Legalizado	ARZUA	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530136.57	4743597.95	0.00	Pozo excavado	
30001564	Paseo Fray Francisco, 12	Riego	Legalizado	PASEO DE FRAY FRANCISCO		Vitoria-Gasteiz	526101.58	4743296.05	0.00	Pozo excavado	
30001565	INOVAC RIMA	Actividad industrial	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	528808.64	4746082.95	0.00	Pozo excavado	
30001566	Astulazaya - Finca 97	Riego	Legalizado	ASTURAZALLA	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530387.57	4743776.94	0.00	Pozo excavado	
30001567	Bonilla	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	523472.63	4745702.09	0.00	Pozo excavado	
30001569	Armentia - a 50 mts. de la iglesia romanica	Riego	-		Armentia	Vitoria-Gasteiz	524538.55	4741713.10	0.00	Pozo excavado	
30001576	GRPS. DIFERENCIALES (2)	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528715.65	4746435.95	0.00	Pozo excavado	
30001577	GRPS. DIFERENCIALES (3)	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528729.65	4746421.95	0.00	Pozo excavado	
30001584	TUBOPLAST HISP.	Actividad industrial	-		Gamarra Menor	Vitoria-Gasteiz	527660.62	4745429.99	0.00	Pozo excavado	Pozo nuevo.

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
30001588	Glez. Heredia	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	523108.62	4745186.11	0.00	Pozo excavado	
30001591	Camino del ganado	Riego	-		Gamarra Mayor	Vitoria-Gasteiz	527743.67	4747457.96	0.00	Pozo excavado	
30001593	Mari	-	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Sondeo de explotación	
30001657	San Esteban	-	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529733.59	4744116.95	0.00	Pozo excavado	
30001670	Arcayate - Finca 208	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529365.58	4744008.96	0.00	Pozo excavado	
30001671	Ituzarra - Finca 81	Riego	Legalizado	ITUZARRA. F-81. P-1	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	531019.57	4743613.93	0.00	Pozo excavado	
30001672	Chorrotea - Finca 112	Riego	-		Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530033.59	4744147.94	0.00	Pozo excavado	
30001673	Arzua - Finca 324	Riego	Legalizado	ARZUA (F:324)	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530173.57	4743718.95	0.00	Pozo excavado	
30001676	La huerta	Riego	-		Mendiola	Vitoria-Gasteiz	528575.52	4740970.01	0.00	Pozo excavado	
30001677	Garage Sto. Domingo	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526674.61	4744646.02	0.00	Pozo excavado	
30001678	C/ Zubibarri	Actividad industrial	-		Gamarra Menor	Vitoria-Gasteiz	527674.65	4746528.98	0.00	Pozo excavado	
30001686	Basaguchi - Finca 380	Riego	Archivado	BASAGUCHI	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530674.56	4743400.94	0.00	Pozo excavado	
30001687	Garage Goya	Actividad industrial	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	527651.62	4745212.99	0.00	Pozo excavado	
30001691	Detras de la iglesia	Doméstico	-		Mendiola	Vitoria-Gasteiz	528240.52	4740864.01	0.00	Pozo excavado	
30001692	Santa eufemia - betoño y zurbano	Riego	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	528193.63	4745691.97	0.00	Pozo excavado	
30001693	Chorrotea - Entre fincas 126 y excluida	Riego	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530140.59	4744353.94	0.00	Pozo excavado	
30001694	Casco urbano	Doméstico	Legalizado	CASCO URBANO	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529941.56	4743259.96	0.00	Pozo excavado	
30001695	Finca 318	Riego	Legalizado	CASCO URBANO	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530016.57	4743311.95	0.00	Pozo excavado	
30001699	ZOLIMA	Riego	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	528753.64	4746211.95	0.00	Pozo excavado	
30001706	Chorrotea - Finca 106	Riego	Legalizado	CHORROTEA	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530298.58	4744061.94	0.00	Pozo excavado	Son tres pozos circulares de 1,5 m. de diámetro unidos entre sí..
30001604	CARBUROS METÁLICOS (1)	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524046.63	4745358.08	0.00	Pozo excavado	
30001605	CARBUROS METÁLICOS (2)	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524067.63	4745284.08	0.00	Pozo excavado	
30001608	Casa, 30 (Arcayate)	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529956.58	4743887.95	0.00	Pozo excavado	
30001609	Echave, SA	-	-		Gamarra	Vitoria-Gasteiz	527696.65	4746409.98	0.00	Pozo excavado	
30001623	Casco urbano	Doméstico	-		Zuazo de Vitoria	Vitoria-Gasteiz	522714.58	4743070.14	0.00	Pozo excavado	
30001624	Textil Vitoria	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526639.65	4746538.00	0.00	Pozo excavado	
30001626	Las Reines - Casa nº 2	-	Legalizado	LAS REINES	Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526441.53	4741328.05	0.00	Pozo excavado	
30001627	Las Reines - Lavadero	-	Legalizado	LAS REINES	Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526408.53	4741284.05	0.00	Pozo excavado	
30001629	Armentia, SA	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	523658.62	4744952.10	0.00	Pozo excavado	
30001637	Larrein	-	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529860.57	4743284.96	0.00	Pozo excavado	
30001639	Finca 222 a	-	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529261.59	4744173.96	0.00	Pozo excavado	
30001640	Quitapones - Finca 271	-	-		Otazu	Vitoria-Gasteiz	530241.54	4742167.96	0.00	Pozo excavado	
30001643	Chorrotea - Finca 114	-	Legalizado	CHORROTEA.F-114	Askarza	Vitoria-Gasteiz	530127.58	4744024.94	0.00	Pozo excavado	
30001644	Casa palacio de Ali	Doméstico	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524333.61	4744349.08	0.00	Manantial	
30001648	Finca 300; Otacibarra	Riego	Legalizado	OTACIBARRA	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529860.56	4742997.96	0.00	Pozo excavado	
30001649	El alto - Finca 492	Riego	Legalizado	EL ALTO (F:492)	Otazu	Vitoria-Gasteiz	529431.53	4741681.98	0.00	Pozo excavado	
30001653	El cubo	Fuente Pública	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529738.56	4743101.96	0.00	Pozo excavado	
30001654	Casa nº 8	Riego	-		Otazu	Vitoria-Gasteiz	530330.54	4742161.96	0.00	Pozo excavado	

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
30001357	Paseo de Fray Francisco 5-bis	Riego	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526177.58	4743116.05	0.00	Pozo excavado	
30001358	Fábrica de Kas	Actividad industrial	-		Gamarra	Vitoria-Gasteiz	528135.66	4746768.96	0.00	Pozo excavado	
30001361	DOVISA	Actividad industrial	-		Arkaute	Vitoria-Gasteiz	529593.59	4744401.95	0.00	Pozo excavado	Cambio de propietario (de DOVISA pasa a CIADASA) el 12/09/1972.
30001363	Ind. del mármol	Actividad industrial	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	529405.64	4746285.94	0.00	Pozo excavado	
30001365	Huerta	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526836.62	4745223.01	0.00	Pozo excavado	
30001367	Bº Arriaga - Terrazos	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526286.66	4746606.01	0.00	Pozo excavado	
30001368	Panificadora Gorbea	Actividad industrial	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529077.59	4744129.97	0.00	Pozo excavado	
30001370	Carbónicas Alavesas	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526399.65	4746544.01	0.00	Pozo excavado	
30001372	Bolumburu	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526488.65	4746500.01	0.00	Pozo excavado	
30001374	Agencia Renault	Actividad industrial	-		Armentia	Vitoria-Gasteiz	524188.57	4742668.10	0.00	Pozo excavado	
30001377	Metalúrgica Cerrajera	Actividad industrial	Legalizado	FABRICA	Arriaga	Vitoria-Gasteiz	527493.65	4746297.98	0.00	Pozo excavado	
30001378	Textil Vitoria	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	525907.59	4743678.05	0.00	Pozo excavado	
30001379	Textil Vitoria	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526019.59	4743638.04	0.00	Pozo excavado	
30001382	Sr. Bonilla	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	525485.64	4745818.04	0.00	Pozo excavado	
30001383	Frigoríficos Vitoria	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526321.65	4746468.01	0.00	Pozo excavado	
30001385	Ugara	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526260.65	4746456.01	0.00	Pozo excavado	
30001386	Sr. Quintana	Actividad industrial	-		Armentia	Vitoria-Gasteiz	524485.54	4741406.10	0.00	Pozo excavado	
30001391	Elorriaga	Actividad industrial	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529118.60	4744769.96	0.00	Sondeo de explotación	
30001395	Taller mecánico R. Anitua	Actividad industrial	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527536.59	4743915.01	0.00	Pozo excavado	
30001396	Carburos Metálicos	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Pozo excavado	
30001397	Carburos Metálicos	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Pozo excavado	
30001398	Casa de campo - armentia	Doméstico	-		Armentia	Vitoria-Gasteiz	524538.55	4741713.10	0.00	Pozo excavado	
30001400	Factoria Areitio	Actividad industrial	-		Ali	Vitoria-Gasteiz	524620.60	4744293.08	0.00	Pozo excavado	
30001431	Industrias Quintana	Actividad industrial	-		Arriaga	Vitoria-Gasteiz	526379.65	4746475.01	0.00	Pozo excavado	
30001432	Arzua - Fuente	Doméstico	Legalizado	ARZUA	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529817.57	4743527.96	0.00	Pozo excavado	Además del pozo legalizado con fecha 28/7/72, se ha autorizado (26/3/84) y construido una galería de 6 m. con anillas de cemento de 1,50 m. de diámetro y galería dirección E de 10 m. de long.
30001433	Arcaya - Arkautarabide, 29	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	530159.58	4743749.95	0.00	Pozo excavado	
30001434	Arcaya, 23	Doméstico	Legalizado	CASCO URBANO DE ARCAYA	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529941.56	4743246.96	0.00	Pozo excavado	
30001435	Arcaya, 12	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529812.56	4743139.96	0.00	Pozo excavado	
30001436	Arcaya - Casa palacio, 24	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529873.57	4743295.96	0.00	Pozo excavado	
30001437	Arcaya, 9	Doméstico	Legalizado	CASCO URBANO	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	529817.56	4743179.96	0.00	Pozo excavado	
30001438	Arcaya, 7	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529808.56	4743257.96	0.00	Pozo excavado	
30001439	Arcaya, 11	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529761.56	4743117.96	0.00	Pozo excavado	

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
30001440	Arkautarabide, 5	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529824.57	4743325.96	0.00	Pozo excavado	
30001441	Arechavaleta, 37	Doméstico	-		Arechavaleta	Vitoria-Gasteiz	526690.55	4741888.04	0.00	Pozo excavado	
30001442	Arechavaleta, 38	Doméstico	-		Arechavaleta	Vitoria-Gasteiz	526656.54	4741798.05	0.00	Pozo excavado	
30001443	Fábrica	Doméstico	-		Arechavaleta	Vitoria-Gasteiz	526474.54	4741678.05	0.00	Pozo excavado	
30001444	Fábrica	Doméstico	-		Arechavaleta	Vitoria-Gasteiz	526515.54	4741712.05	0.00	Pozo excavado	
30001445	El cascajal	Doméstico	-		Arechavaleta	Vitoria-Gasteiz	526569.54	4741742.05	0.00	Pozo excavado	
30001446	Elorriaga, 13	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529343.59	4744277.96	0.00	Pozo excavado	
30001447	Elorriaga, 16	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529349.59	4744359.96	0.00	Pozo excavado	
30001448	Elorriaga, 17	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529369.59	4744387.96	0.00	Pozo excavado	
30001449	Elorriaga, 10 (Casa Cural)	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529271.59	4744173.96	0.00	Pozo excavado	
30001450	Elorriaga, 11	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529312.59	4744203.96	0.00	Pozo excavado	
30001451	Elorriaga, 22; Delante de la Iglesia	Doméstico	Legalizado	DELANTE DE LA IGLESIA	Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529420.60	4744463.96	0.00	Pozo excavado	
30001452	Elorriaga, 5	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529076.59	4744186.97	0.00	Pozo excavado	
30001453	Elorriaga, 27	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529548.59	4744382.95	0.00	Pozo excavado	
30001454	Elorriaga, 27	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529558.59	4744349.95	0.00	Pozo excavado	
30001455	Elorriaga, 14	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529375.59	4744319.96	0.00	Pozo excavado	
30001456	Elorriaga, 25	Doméstico	Legalizado		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529471.59	4744360.96	0.00	Pozo excavado	
30001457	Elorriaga, 26	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529480.59	4744306.96	0.00	Pozo excavado	
30001458	Granja Avícola	Riego	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	528876.59	4744075.97	0.00	Pozo excavado	
30001486	Arkaute, 24	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529786.59	4744285.95	0.00	Pozo excavado	
30001487	Arkaute, 25	Riego	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529808.59	4744279.95	0.00	Pozo excavado	
30001488	Arkaute, 27	Doméstico	Legalizado	CASA Nº27	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	529846.59	4744160.95	0.00	Pozo excavado	
30001489	Granja	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529773.59	4744341.95	0.00	Pozo excavado	
30001490	Gallinero	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529890.59	4744223.95	0.00	Pozo excavado	
30001491	Arkaute, 23	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529755.59	4744307.95	0.00	Pozo excavado	
30001492	Arkaute, 7	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529815.59	4744334.95	0.00	Pozo excavado	
30001493	Arkaute, 11	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529857.60	4744499.94	0.00	Pozo excavado	
30001494	Arkaute, 3	Doméstico	Legalizado	CASA Nº:3	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	529733.59	4744394.95	0.00	Pozo excavado	
30001495	Arkaute, 6	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529798.59	4744387.95	0.00	Pozo excavado	
30001496	Arkaute, 15	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530401.59	4744556.93	0.00	Pozo excavado	
30001501	Gasolinera	-	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530026.59	4744505.94	0.00	Pozo excavado	
30001502	Arcaute	Riego	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530401.59	4744556.93	0.00	Pozo excavado	
30001503	Arkaute, 17	Doméstico	Legalizado	ARCAUTE 17	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530502.60	4744888.93	0.00	Pozo excavado	
30001504	Arkaute, 14	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	530015.60	4744552.94	0.00	Pozo excavado	
30001505	Chorrotea - Finca 111	Riego	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529934.59	4744175.95	0.00	Pozo excavado	
30001514	Granja modelo (junto al FFCC)	Doméstico	Archivado	GRANJA MODELO	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530909.58	4744071.93	0.00	Manantial	
30001516	Granja modelo (huerto)	Riego	Archivado	GRANJA MODELO	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530781.59	4744511.92	0.00	Pozo excavado	
30001517	Granja modelo (jardín central)	Doméstico	Archivado	GRANJA MODELO	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530674.59	4744516.93	0.00	Pozo excavado	
30001518	Granja modelo (invernadero)	Riego	Archivado	GRANJA MODELO	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530572.60	4744727.93	0.00	Pozo excavado	
30001519	Granja modelo - Finca Barriobusto	Riego	Archivado	GRANJA MODELO	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530722.59	4744471.93	0.00	Pozo excavado	
30001520	Granja modelo - Finca San Millán	Doméstico	Archivado	GRANJA MODELO	Arkaute	Vitoria-Gasteiz	530815.58	4744303.93	0.00	Pozo excavado	

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
30001523	Gardelegui, 11	Doméstico	-		Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526369.53	4741332.05	0.00	Pozo excavado	
30001524	Gardelegui, 12	Doméstico	-		Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526357.53	4741342.05	0.00	Pozo excavado	
30001525	Hotel Iradier	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	531100.60	4745041.91	0.00	Pozo excavado	
30001526	Hotel Iradier	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	531106.60	4745089.91	0.00	Pozo excavado	
30001527	Ituzarra - Finca 88	Riego	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	530864.57	4743673.93	0.00	Pozo excavado	
30001530	Elorriaga, 23	Doméstico	-		Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	529401.59	4744228.96	0.00	Pozo excavado	
30001534	Arcaya-bide - Arcaute, 29	Doméstico	-		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529938.58	4743884.95	0.00	Pozo excavado	
30001535	Elorriaga, 2	Doméstico	Legalizado	CASCO URBANO	Elorriaga	Vitoria-Gasteiz	528995.59	4744209.97	0.00	Pozo excavado	
30001536	Betoño, 20	Doméstico	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	528159.63	4745535.97	0.00	Pozo excavado	
30001537	Betoño, 20 - huerta	Doméstico	-		Betoño	Vitoria-Gasteiz	528196.63	4745522.97	0.00	Pozo excavado	
30001545	Camino del Batán, 2 ?	Riego	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526059.57	4742964.05	0.00	Pozo excavado	
30001546	Camino del Batán, 17 ?	Riego	-		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526064.57	4742874.05	0.00	Pozo excavado	
30001549	Arcaya, 1	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529773.57	4743585.96	0.00	Pozo excavado	
30001550	Arcaya, 22	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529906.56	4743215.96	0.00	Pozo excavado	
30001551	Arcaya, 21	Doméstico	-		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529886.56	4743245.96	0.00	Pozo excavado	
30001552	Barrio Nuevo, 10	Doméstico	-		Gardelegi	Vitoria-Gasteiz	526374.53	4741316.05	0.00	Pozo excavado	
30001553	Basaguchi - Finca 332	Riego	Legalizado	BASAGUCHI	Arkaia	Vitoria-Gasteiz	530357.56	4743179.95	0.00	Pozo excavado	(24/04/86) 2ª galería de 0,8 m. de diámetro a 7 m. de prof. de 90 m. de largo, une el tercer pozo de diámetro 2..
50000057	Madraguchi	-	Legalizado	MADRAGUCHI		Vitoria-Gasteiz	529693.56	4743241.96	0.00	Pozo excavado	INV.: P112048.
50000059	F: 42, 43	-	Legalizado	F: 42, 43		Vitoria-Gasteiz	529893.58	4743841.95	0.00	Pozo excavado	TRANSFERENCIA Y MODIF. CARACTERISTICAS DE VALENTIN VELEZ DE MENDIZABAL.
50000064	Cazartea	-	Legalizado	CAZARTEA		Vitoria-Gasteiz	522493.63	4745592.12	0.00	Pozo excavado	INV.: P112036.
50000085	Santo Tomás (d)	-	Legalizado		Arcaya	Vitoria-Gasteiz	529693.57	4743341.96	0.00	Pozo excavado	INV.: P112049.
50000400	Huerta	-	Legalizado	HUERTA		Vitoria-Gasteiz	530018.56	4743191.96	520.00	Pozo excavado	
50000432	Rain de la Fuente	-	Legalizado	RAIN DE LA FUENTE		Vitoria-Gasteiz	529943.57	4743441.95	0.00	Pozo excavado	AGUA NO POTABLE // TIENE AUTORIZACION DEL VECINO.
50000433	Arcaute	-	Legalizado		Arcaute	Vitoria-Gasteiz	529968.58	4744091.95	0.00	Pozo excavado	
50000455	Castilla, nº 19	-	Legalizado	C/ CASTILLA, Nº 19		Vitoria-Gasteiz	526143.58	4743392.04	0.00	Pozo excavado	
50000464	F-62	-	Legalizado	F-62		Vitoria-Gasteiz	529243.59	4744391.96	0.00	Pozo excavado	
50000469	Larrabastera	-	Legalizado	LARRABASTERA		Vitoria-Gasteiz	523368.67	4747142.08	510.00	Pozo excavado	
50000496	Pedro Asua, nº 4	-	Legalizado	C/ PEDRO ASUA, Nº4		Vitoria-Gasteiz	525393.60	4744142.06	0.00	Pozo excavado	
50000501	La Landa, casa 52	-	Legalizado	BARRIO LA LANDA, CASA 52		Arrazua-Ubarrundia	531068.64	4746416.90	0.00	Pozo excavado	
50000502	La Landa, casa nº 7	-	Legalizado	CASA Nº7 BºLA LANDA		Arrazua-Ubarrundia	531143.64	4746541.89	0.00	Pozo excavado	
50000517	Barrio Ochategui, nº2	-	Legalizado	BARRIO OCHATEGUI Nº2		Arrazua-Ubarrundia	531018.64	4746541.90	0.00	Pozo excavado	
50000518	Barrio Ochategui, nº5	-	Legalizado	BARRIO OCHATEGUI Nº5		Arrazua-Ubarrundia	531343.63	4746391.89	520.00	Pozo excavado	
50000519	Barrio Medio, nº28	-	Legalizado	BARRIO MEDIO Nº28		Arrazua-Ubarrundia	531243.63	4746391.89	520.00	Pozo excavado	
50000538	El Almacen	-	Legalizado	EL ALMACEN		Vitoria-Gasteiz	529893.57	4743316.96	520.00	Pozo excavado	
50000574	Casa nº 4	-	Legalizado	CASA Nº 4		Arrazua-Ubarrundia	531243.64	4746491.89	520.00	Pozo excavado	
50000602	La iglesia, nº 35	-	Legalizado	C/LA IGLESIA Nº 35		Vitoria-Gasteiz	524193.61	4744392.09	0.00	Pozo excavado	
50000603	Txemespide	-	En trámite	TXEMESPIDE		Vitoria-Gasteiz	526368.56	4742526.05	0.00	Pozo excavado	SIN RECLAMACION. LA SUPERFICIE A REGAR SERA CADA DOS AÑOS..
50000614	Casa nº 3	-	Legalizado	CASA Nº:3		Vitoria-Gasteiz	529693.59	4744341.95	520.00	Pozo excavado	RELACIONADO CON EL EXPTE. 91-P-413 (ARCHIVADO).
50000034	La Balsa	-	Legalizado	LA BALSA		Arrazua-Ubarrundia	529693.63	4745991.93	0.00	Pozo excavado	INV.: P112020.

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
50000039	El Chirrio	-	Legalizado	EL CHIRRIO		Vitoria-Gasteiz	529843.57	4743441.96	0.00	Pozo excavado	
60000145	Lecea	Riego	En trámite		Zuazo de Vitoria	Vitoria-Gasteiz	522898.58	4743297.13	0.00	Manantial	
60000197	Zadorra	Riego	En trámite		Gobeo	Vitoria-Gasteiz	522948.64	4745817.11	0.00	Captación superficial	
50000098	Urarte	-	Legalizado	URARTE		Vitoria-Gasteiz	526193.55	4741867.06	560.00	Pozo excavado	
50000104	Parcela nº 127	-	Legalizado	PARCELA Nº 127		Vitoria-Gasteiz	529893.59	4744291.95	0.00	Pozo excavado	
60000110	Zadorra	Otros Usos	Legalizado		Foronda	Vitoria-Gasteiz	528598.67	4747296.94	0.00	Captación superficial	
50000236	Alto del Prado	-	Legalizado	ALTO DEL PRADO		Vitoria-Gasteiz	525418.57	4743017.07	0.00	Pozo excavado	
50000240	Jose Achotegui, s/n	-	Legalizado	JOSE ACHOTEGUI, S/Nº		Vitoria-Gasteiz	525293.61	4744767.05	0.00	Pozo excavado	
50000252	Chorrotea.f-114	-	Legalizado	CHORROTEA.F-114		Vitoria-Gasteiz	530093.58	4743941.95	520.00	Pozo excavado	SEGUN EL I.G. EL INTERESADO MANIFIESTA SU INTENCION DE REGAR OTRA FINCA DE SU PROPIEDAD..
50000257	Huerta (casa nº 5)	-	Legalizado	HUERTA (CASA Nº5)		Vitoria-Gasteiz	528193.53	4741492.01	0.00	Pozo excavado	INV.: P138017.
50000283	Bº Medio, nº 16	-	Legalizado	ZURBANO, CASA Nº 16		Arrazua-Ubarrundia	531243.64	4746591.89	520.00	Pozo excavado	
50000290	El Montico	-	Legalizado	EL MONTICO		Vitoria-Gasteiz	525243.53	4740992.08	0.00	Pozo excavado	
50000715	Otacibarra	-	Legalizado	OTACIBARRA		Vitoria-Gasteiz	529993.56	4742941.96	0.00	Pozo excavado	
50000742	Iturratea	-	Autorizado	ITURRATEA		Vitoria-Gasteiz	524241.54	4747138.56	0.00	Sondeo de explotación	
50000748	Iturratea	-	En trámite	ITURRATEA		Vitoria-Gasteiz	524243.67	4747142.06	0.00	Sondeo de explotación	
60000665	Zadorra	Riego	En trámite		Arangiz	Vitoria-Gasteiz	524998.67	4747197.04	0.00	Captación superficial	
60000672	Zadorra	Riego	En trámite		Lopidana	Vitoria-Gasteiz	524448.66	4746647.06	0.00	Captación superficial	
50000388	Ituzarra	-	Legalizado	ITUZARRA		Vitoria-Gasteiz	530393.57	4743641.94	520.00	Pozo excavado	
50000389	Otaicabarra	-	Legalizado	OTAICABARRA		Vitoria-Gasteiz	529913.56	4743191.96	525.00	Pozo excavado	
50000398	Basaguchi	-	Legalizado	BASAGUCHI		Vitoria-Gasteiz	530393.56	4743266.95	0.00	Pozo excavado	
50000118	Otacibarra	-	Legalizado	OTACIBARRA		Vitoria-Gasteiz	529843.56	4743191.96	0.00	Pozo excavado	
50000124	Casco urbano	-	Legalizado	CASCO URBANO		Vitoria-Gasteiz	524243.55	4741942.11	0.00	Pozo excavado	
50000131	Chorrotea	-	Legalizado	CHORROTEA		Vitoria-Gasteiz	530243.59	4744341.94	0.00	Pozo excavado	
50000139	Pozo	-	Legalizado		Gamarra Mayor	Vitoria-Gasteiz	527043.67	4747491.98	0.00	Pozo excavado	
50000144	Sarruchi	-	Legalizado	SARRUCHI		Vitoria-Gasteiz	522883.55	4741892.14	0.00	Pozo excavado	INV.: P138044.
50000165	Portal de Gamarra, 34	-	Legalizado	C/PORTAL DE GAMARRA, 34		Vitoria-Gasteiz	527693.63	4745616.98	0.00	Pozo excavado	INSTALACION DE BAÑOS DE CINCADO, FOSFATADO Y DESENGRASADO O DECAPADO. DEPOSITO DE 4X4X3 METROS..
60000606	Zadorra	Riego	En trámite		Durana	Vitoria-Gasteiz	529038.67	4747276.93	0.00	Captación superficial	
60000610	Zadorra	Actividad industrial	Legalizado		Ali	Vitoria-Gasteiz	522798.63	4745447.12	0.00	Captación superficial	
60000615	Zadorra	Actividad industrial	Legalizado		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	526998.66	4746866.99	0.00	Captación superficial	
50000704	San Bartolomé	-	Legalizado	SAN BARTOLOME		Vitoria-Gasteiz	527643.67	4747371.97	0.00	Pozo excavado	
60000636	Alegría	Actividad industrial	En trámite		Vitoria-Gasteiz	Arrazua-Ubarrundia	529148.66	4747196.93	0.00	Captación superficial	
60000260	Zadorra	Riego	En trámite		Durana	Vitoria-Gasteiz	529048.67	4747296.93	0.00	Captación superficial	
60000317	Zadorra	Actividad industrial	Pendiente de inscribir		Gamarra Mayor	Vitoria-Gasteiz	528148.66	4747096.96	0.00	Captación superficial	
60000335	Zadorra	Riego	Legalizado		Durana	Vitoria-Gasteiz	529048.67	4747316.93	0.00	Captación superficial	
60000354	Errecaleor	Actividad industrial	Legalizado		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	528298.55	4742597.00	0.00	Captación superficial	
60000362	Zadorra	Actividad industrial	Legalizado		Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	527048.66	4746896.99	0.00	Captación superficial	

CODIGO	DENOMINACIÓN	USO	SITUACION	PARAJE	POBLACIÓN	MUNICIPIO	UTM X	UTM Y	Z	TIPO	OBSERVACIONES
50000695	San Juan	-	Legalizado	SAN JUAN		Vitoria-Gasteiz	522593.59	4743482.14	0.00	Pozo excavado	
60000699	Zadorra	Actividad industrial	Legalizado		Ali	Vitoria-Gasteiz	522748.63	4745397.12	0.00	Captación superficial	
60000701	Zadorra	Actividad industrial	En trámite		Gamarra Mayor	Vitoria-Gasteiz	528048.66	4747046.96	0.00	Captación superficial	

11.2. Inventario de Puntos de Agua Estudio Hidrogeológico (CYE-LURGINTZA, 2014)

IPA	ACUIFERO	X	Y	Z	MASb	N.P. Máx.	N.P. Min.	Tipo
MT- 0081	SUPERFICIAL	528468.62	4745291.97	512.00	Aluvial de Vitoria	3.30	3.30	Manantial
MT- 0088 Laguna	SUPERFICIAL	529873.61	4744971.94	511.24	Aluvial de Vitoria	0.00	0.00	Laguna
BR-0342	SUPERFICIAL	530401.59	4744556.93	513.70	Aluvial de Vitoria	1.00	1.00	Balsa de riego
PZ- 0057	SUPERFICIAL	523018.63	4745592.11	504.00	Aluvial de Vitoria	4.60	1.70	Pozo
PZ- 0059	SUPERFICIAL	523243.63	4745692.10	504.00	Aluvial de Vitoria	3.80	1.00	Pozo
PZ- 0399	SUPERFICIAL	529093.63	4745979.95	510.70	Aluvial de Vitoria	1.80	1.00	Piezómetro
PZ- 0405	SUPERFICIAL	528808.64	4746082.95	510.00	Aluvial de Vitoria	1.80	1.10	Pozo
PZ- 0361	SUPERFICIAL	530781.59	4744511.92	516.00	Aluvial de Vitoria	2.20	0.50	Pozo
PZ- 0494	SUPERFICIAL	530033.59	4744147.94	515.10	Aluvial de Vitoria	1.80	0.30	Pozo
PZ- 0527	SUPERFICIAL	530298.58	4744061.94	516.60	Aluvial de Vitoria	2.50	0.60	Pozo
PZ- 0632	SUPERFICIAL	529243.59	4744391.96	515.20	Aluvial de Vitoria	2.60	1.00	Pozo
PZ- 0844	SUPERFICIAL	531206.67	4746759.70	518.00	Aluvial de Vitoria	2.60	0.60	Pozo
PZ- 0116	SUPERFICIAL	530519.53	4744693.43	514.60	Aluvial de Vitoria	0.30	0.30	Pozo
PZ- 0336	SUPERFICIAL	529890.59	4744223.95	515.23	Aluvial de Vitoria	0.72	0.72	Pozo
PZ-0348	SUPERFICIAL	530566.00	4744493.00	515.37	Aluvial de Vitoria	1.35	1.35	Pozo
PZ-0653	SUPERFICIAL	522593.59	4743482.14	529.43	Cuartango-Salvatierra	7.71	7.71	Pozo
PZ- 0827	SUPERFICIAL	524177.06	4744452.05	515.00	Cuartango-Salvatierra	4.66	3.38	Pozo
PZ- 0925	SUPERFICIAL	529074.00	4744341.00	519.14	Aluvial de Vitoria	4.40	4.40	Pozo
PI- 0958	SUPERFICIAL	523007.96	4745030.49	505.00	Aluvial de Vitoria	1.70	1.00	Pozo
PI- 0076	SUPERFICIAL	527660.62	4745429.99	514.00	Cuartango-Salvatierra	4.40	3.40	Piezómetro
PI- 0418	SUPERFICIAL	527663.31	4745440.99	514.00	Cuartango-Salvatierra	4.30	3.10	Piezómetro
PI- 0828	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	3.80	2.00	Piezómetro
PI- 0829	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	6.40	5.40	Piezómetro
PI- 0831	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	6.70	4.70	Piezómetro
PI- 0832	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	5.60	4.30	Piezómetro
PI- 0833	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	6.90	4.50	Piezómetro
PI- 0868	SUPERFICIAL	528338.69	4745749.69	510.50	Aluvial de Vitoria	2.20	0.90	Piezómetro
PI- 0869	SUPERFICIAL	528317.16	4745749.69	511.00	Aluvial de Vitoria	3.40	2.20	Piezómetro
PI-0830	SUPERFICIAL	527645.85	4745219.93	516.00	Aluvial de Vitoria	4.60	4.60	Piezómetro
SE-0086	SUPERFICIAL	529096.76	4746061.95	510.63	Aluvial de Vitoria	1.10	1.10	Piezómetro
SE-0087	SUPERFICIAL	529090.76	4745907.95	510.68	Aluvial de Vitoria	1.20	1.20	Piezómetro
SE-0749	SUPERFICIAL	528623.00	4745005.00	511.00		0.00	0.00	Piezómetro
PR- 0947	PROFUNDO	523987.00	4744940.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	5.30	5.30	Pozo
PR- 0935	PROFUNDO	528149.00	4744333.00	517.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	Pozo riego
PR- 0936	PROFUNDO	526156.00	4745332.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	2.90	2.90	Pozo riego
PR- 0940	PROFUNDO	525057.00	4743764.00	527.00	Cuartango-Salvatierra	11.00	11.00	Pozo riego
PR- 0941	PROFUNDO	526669.00	4742796.00	529.00	Cuartango-Salvatierra	3.60	3.60	Pozo riego
PR- 0942	PROFUNDO	526834.00	4744681.00	514.00	Cuartango-Salvatierra	6.80	6.80	Pozo riego
PR- 0943	PROFUNDO	525502.26	4743673.54	519.00	Cuartango-Salvatierra	6.20	6.20	Pozo riego
PR- 0945	PROFUNDO	525860.00	4743239.00	522.00	Aluvial de Vitoria	3.80	3.80	Pozo riego
PR- 0953	PROFUNDO	526946.00	4742545.00	533.00	Cuartango-Salvatierra	5.80	5.80	Pozo riego
PR- 0937	PROFUNDO	526207.00	4745511.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0938	PROFUNDO	526214.00	4745409.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0939	PROFUNDO	525862.00	4746679.00	508.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0944	PROFUNDO	525462.00	4743848.00	521.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0948	PROFUNDO	524151.00	4745029.00	510.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0949	PROFUNDO	524240.00	4745080.00	508.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0950	PROFUNDO	524445.00	4745259.00	508.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0951	PROFUNDO	524416.00	4745346.00	509.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---
PR- 0952	PROFUNDO	525733.00	4743435.00	521.00	Cuartango-Salvatierra	0.00	0.00	---

11.3. Inventario de Puntos de Agua Base de Datos Hidrogeológicos IGME

MANANTIALES – BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS CONS IGME																		
HOJA	**OCT.**	**PUNTO**	**C. HIDRO**	**UNIDAD HIDROGEO**	**SISTEMA ACUIFERO**	**MUNICIPIO**	**TOPONIMIA**	**COTA**	**TIPO**	**USOS AGUA**	**PERÍMETRO**	**ORGANISMO**	**ESCALA**	**HUSO**	**SECTOR**	**X (ED50)**	**Y (ED50)**	**X (ETRS89)**	**Y (ETRS89)**
2207	6	15	EBRO	Aluvial de Vitoria	Acuífero aislado	VITORIA		500.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	524152.00	4747542.00	524045.67	4747334.02
2208	2	8	EBRO	Unidades aisladas	Acuífero aislado	VITORIA		550.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	524511.00	4742232.00	524404.55	4742024.05
2208	2	9	EBRO	Unidades aisladas	Acuífero aislado	VITORIA		550.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	524738.00	4742239.00	524631.55	4742031.04
2208	3	2	EBRO	Unidades aisladas	Acuífero aislado	VITORIA		575.0	Manantial	Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	T	527012.00	4741170.00	526905.52	4740962.00

PERFORACIONES SUBTERRÁNEAS – BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS CONS IGME																				
HOJA	**OCT.**	**PUNTO**	**C. HIDRO**	**UNIDAD HIDROGEO**	**SISTEMA ACUIFERO**	**MUNICIPIO**	**TOPONIMIA**	**COTA**	**TIPO**	**PROF**	**MÉTODO PERFORACIÓN**	**FECHA OBRA**	**MOTOBOMBA**	**USOS AGUA**	**PERÍMETRO**	**ORGANISMO**	**ESCALA**	**HUSO**	**X (ED50)**	**Y (ED50)**	**X (ETRS89)**	**Y (ETRS89)**
2207	7	3	EBRO	Aluvial de Vitoria	Terrazas aluviales del Ebro y afluentes (62.01.00.00.00)	VITORIA		480.0	Sondeo	75	Percusión	1977	Obra sin equipo de extracción	Desconocido	No tiene perímetro de protección	I.T.G.E. / I.G.M.E	1:50.000	30	530189.00	4744135.00	530082.59	4743926.90
2207	7	4	EBRO	Aluvial de Vitoria	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA	ARCAUTE-CHORROTEA 1	518.0	Pozo	5,64				Agricultura	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	530170.00	4744220.00	530063.59	4744011.90
2207	7	5	EBRO	Aluvial de Vitoria	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		520.0	Pozo	3,47				Desconocido	No tiene perímetro de protección		1:50.000	30	530490.00	4744030.00	530383.59	4743821.89
2207	7	6	EBRO	Unidades aisladas	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		521.0	Pozo	4,53				Desconocido	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	529950.00	4743750.00	529843.58	4743541.91
2207	7	7	EBRO	Unidades aisladas	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	VITORIA		526.0	Pozo	8,5				Desconocido	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	529840.00	4743180.00	529733.57	4742971.91
2207	7	8	EBRO	Unidades aisladas	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la	VITORIA		525.0	Pozo	6,07				Desconocido	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	530530.00	4743520.00	530423.58	4743311.89

PERFORACIONES SUBTERRÁNEAS – BASE DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS CONS IGME																				
HOJA	**OCT.**	**PUNTO**	**C. HIDRO**	**UNIDAD HIDROGEO**	**SISTEMA ACUIFERO**	**MUNICIPIO**	**TOPONIMIA**	**COTA**	**TIPO**	**PROF**	**MÉTODO PERFORACIÓN**	**FECHA OBRA**	**MOTOBOMBA**	**USOS AGUA**	**PERÍMETRO**	**ORGANISMO**	**ESCALA**	**HUSO**	**X (ED50)**	**Y (ED50)**	**X (ETRS89)**	**Y (ETRS89)**
					Sierra de Cantabria																	
2207	7	11	1	EBRO	Paleógeno del Condado de Treviño y mesozoico de la Sierra de Cantabria	FUENTE DEL BARRIO OCHATEGUI		514.0		1.0		1995		Abastecimiento a núcleos urbanos	No tiene perímetro de protección	Diputación o Ayuntamientos	1:50.000	30	529060.00	4744360.00	528953.60	4744151.93
2208	3	8	1	EBRO	Acuífero aislado	VITORIA		575.0	Pozo	6				Desconocido	No se sabe		1:50.000	30	528490.00	4740716.00	528383.51	4740507.96

11.4. Inventario de Puntos de Agua Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 CNIG

ID	HOJA	FECHA ALTA	FECHA BAJA	NOMBRE	X (ETRS89)	Y (ETRS89)	Z
72495681	43014	2015/10/28		Fuente de Torroguico			
72495840	44014	2015/10/28		Fuente de las Neveras	528431.56	4742757.00	531.90
72495857	44015	2015/10/28			526435.45	4741935.65	540.80

APÉNDICE 12. DATOS CLIMÁTICOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA ARKAUTI, DE LA RED DE EUSKALMET

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
01/10/2017	14	17.7	15:30	9.8	3:30	95	0.2	0.1	6:10	0.1	10:00	3.9	266	13:30	19.4	296		
02/10/2017	16.7	20.8	16:00	13.2	23:00	94	1	0.5	1:40	0.2	1:40	3.7	347	14:10	22.9	13		
03/10/2017	16.8	24.5	14:00	13	22:40	88	0.1	0.1	3:20	0.1	3:20	5.4	25	14:40	33.2	17		
04/10/2017	17.3	27	15:20	10.5	2:50	81	0	0	0:00	0	0:00	4	148	14:10	20.8	139		
05/10/2017	14.7	20	16:10	9.3	4:10	92	0	0	0:00	0	0:00	7.4	351	16:20	28.6	355		
06/10/2017	13.7	18.7	13:30	7.6	23:50	87	0	0	0:00	0	0:00	10.4	353	13:10	39.2	350		
07/10/2017	10.8	19.8	15:50	3.1	6:50	79	0	0	0:00	0	0:00	4.6	335	16:40	21.5	2		
08/10/2017	10.6	22.2	13:50	1.5	5:30	76	0	0	0:00	0	0:00	5	3	15:20	26.1	17		
09/10/2017	11.6	23.4	14:40	1.7	6:30	75	0	0	0:00	0	0:00	4.2	350	17:50	24	345		
10/10/2017	12.9	26	15:20	5.5	6:10	73	0	0	0:00	0	0:00	3.4	57	17:40	17.6	349		
11/10/2017	13.9	26.7	15:30	3.7	5:50	72	0	0	0:00	0	0:00	5.4	308	18:20	26.1	311		
12/10/2017	15.5	27.5	15:30	8.9	1:00	71	0	0	0:00	0	0:00	3.1	213	17:10	17.3	154		
13/10/2017	17.4	28.4	14:10	9.4	5:50	68	0	0	0:00	0	0:00	3.7	240	15:30	15.9	124		
14/10/2017	17.3	25.8	14:20	8.9	6:50	77	0.1	0.1	9:10	0.1	9:10	5	137	14:10	25.4	117		
15/10/2017	18.8	25.9	14:40	11.4	6:30	72	0	0	0:00	0	0:00	7	115	21:40	31.8	63		
16/10/2017	19.7	26.6	14:10	15	21:30	65	0	0	0:00	0	0:00	11.7	112	3:40	44.5	107	13.74193548	25.7
17/10/2017	18.5	23.6	14:00	14.4	6:30	60	0	0		0	0:00	12.2	130	9:20	39.2	122		
18/10/2017	13.4	16.4	0:10	10.5	23:50	88	16.8	6.3	11:30	2	11:10	6	226	2:10	26.5	198		
19/10/2017	12.4	17.6	14:00	9.3	6:40	81	1.1	0.5	23:50	0.2	2:40	6.4	202	14:00	26.8	222		
20/10/2017	16	22.3	14:30	10.5	1:00	70	0	0	0:00	0	0:00	9.3	213	10:50	39.2	222		
21/10/2017	13.5	18.2	0:00	11	9:20	81	4.5	1.6	6:30	0.5	6:30	9.9	350	0:40	38.4	217		
22/10/2017	9.9	13.4	14:10	6.4	23:50	86	0	0	0:00	0	0:00	6.6	315	14:20	30	315		
23/10/2017	10	20.1	15:30	4.1	3:10	84	0	0	0:00	0	0:00	3.9	106	16:10	16.2	5		
24/10/2017	11.9	25.1	15:50	2	6:50	71	0	0	0:00	0	0:00	2.3	138	15:20	11.3	124		
25/10/2017	13.5	25.6	15:00	4.3	6:20	70	0	0	0:00	0	0:00	2.4	150	16:20	13.8	117		
26/10/2017	14	26.7	14:10	5.9	5:00	71	0	0	0:00	0	0:00	5.5	300	16:00	34.2	342		
27/10/2017	11.7	17.5	13:20	5	6:10	89	0	0	0:00	0	0:00	7.9	353	13:00	31.4	8		
28/10/2017	11.9	15.8	15:40	5.4	23:40	87	0	0	0:00	0	0:00	8.8	358	15:30	24	39		
29/10/2017	9.3	13.3	12:40	4.4	3:20	94	0.3	0.2	22:00	0.1	19:40	7.5	323	15:00	28.6	341		
30/10/2017	10.2	13	12:20	7.2	23:50	92	1.6	0.5	12:30	0.2	12:00	10.7	343	12:40	32.8	11		
31/10/2017	8.1	16.8	15:50	1.1	6:50	80	0	0	0:00	0	0:00	3.6	206	16:10	14.8	144		
01/11/2017	10.3	17.7	14:40	3.3	7:10	81	0	0	0:00	0	0:00	3.9	245	14:50	18.4	112		
02/11/2017	13	18.6	13:20	6.8	6:10	81	0	0	0:00	0	0:00	4.6	119	14:20	23.3	116		
03/11/2017	13.3	19	12:40	8.3	23:40	75	0	0	0:00	0	0:00	7.9	206	12:00	41.6	222		
04/11/2017	9.2	14.8	14:30	4.1	7:10	94	2.8	0.8	16:10	0.3	16:00	4.7	317	23:10	27.5	343		
05/11/2017	8.2	10.4	11:20	6.8	7:20	92	13.8	1.8	21:10	0.8	17:30	12.3	317	1:40	39.9	345		
06/11/2017	6.9	9.4	14:00	5.4	6:40	91	5.2	1	1:30	0.4	1:20	13.6	341	10:50	42.3	336	7.036666667	65.5
07/11/2017	6.1	12.2	14:30	-0.8	7:30	84	0.3	0.2	22:20	0.1	21:40	5.2	348	22:30	26.8	289		
08/11/2017	5.1	8	0:00	2.5	21:40	94	14.5	3.2	12:50	0.8	16:40	9.1	307	4:20	38.8	315		
09/11/2017	6	8.7	12:40	3.2	0:50	86	3	1.4	7:20	0.4	6:50	11.1	324	13:10	46.9	327		
10/11/2017	8.6	11	15:20	5.9	3:10	97	6.9	1.3	9:50	0.4	16:40	9.2	336	15:30	38.4	350		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
11/11/2017	10.3	12.1	13:40	9.2	6:30	85	0	0	0:00	0	0:00	8.6	291	12:10	29.6	300		
12/11/2017	10.9	13.9	14:50	8.4	23:50	81	0.5	0.5	22:40	0.3	22:20	11.3	295	23:00	49.8	352		
13/11/2017	6	8.3	0:00	4.2	22:30	84	3.8	1.3	6:40	0.3	9:10	15.6	356	7:40	42.3	353		
14/11/2017	4.6	8.7	13:40	0.6	23:40	77	0	0	0:00	0	0:00	10.8	0	10:20	37.4	6		
15/11/2017	3.4	12.2	15:20	-2.2	7:10	81	0	0	0:00	0	0:00	3.1	167	0:20	12.3	191		
16/11/2017	5.1	16.4	14:50	-2.2	6:10	80	0	0	0:00	0	0:00	2.8	309	16:00	15.2	342		
17/11/2017	5.9	14.5	13:20	-0.9	6:50	87	0	0	0:00	0	0:00	4.8	349	13:30	26.5	8		
18/11/2017	6	12.1	13:50	2.4	23:20	93	0	0	0:00	0	0:00	5.2	342	14:50	26.5	27		
19/11/2017	4.9	12.8	14:30	0.5	23:40	85	0	0	0:00	0	0:00	3.4	322	17:50	18.7	4		
20/11/2017	4.7	16.4	15:10	-2.6	5:50	80	0	0	0:00	0	0:00	1.7	152	17:40	10.9	178		
21/11/2017	5.4	18.4	14:30	-2.8	7:30	74	0	0	0:00	0	0:00	3.1	171	15:00	15.9	219		
22/11/2017	6.4	17.3	14:20	-2.3	7:40	68	0	0	0:00	0	0:00	3.9	16	20:00	18	333		
23/11/2017	14.1	18.5	13:30	8.1	0:00	51	0	0	0:00	0	0:00	10.4	205	0:50	60.3	225		
24/11/2017	12.8	15.7	15:40	10	20:00	68	1	0.7	23:30	0.5	23:30	9.1	214	12:00	43.7	235		
25/11/2017	7.1	10.9	0:00	2.9	22:10	91	11.2	3.7	1:20	0.9	0:40	10.8	339	5:20	40.9	353		
26/11/2017	4.9	8.3	13:40	1	23:40	90	0.2	0.1	2:50	0.1	8:50	5.3	300	13:50	27.2	18		
27/11/2017	2.1	8.3	14:30	-0.5	4:10	96	0	0	0:00	0	0:00	3	133	13:50	9.9	85		
28/11/2017	3.3	11.3	14:40	-3.4	7:10	86	0	0	0:00	0	0:00	3.1	303	22:40	14.8	334		
29/11/2017	3.7	5.7	9:40	1	19:10	95	1	0.6	11:20	0.2	11:20	7.2	308	16:50	38.8	360		
30/11/2017	2.8	5.5	13:20	1	2:00	94	1.3	0.5	23:30	0.2	23:20	8.9	281	15:00	30.3	292		
01/12/2017	0.8	3.1	2:50	-0.4	17:40	98	24.7	3.9	5:40	1.1	5:40	9.2	278	3:00	33.9	281		
02/12/2017	0.9	2.3	12:20	-0.2	6:50	98	12	2.9	4:30	0.8	12:40	6.8	310	1:20	34.6	311		
03/12/2017	0.1	3.4	13:20	-5.9	9:10	95	0	0	0:00	0	0:00	3.4	204	0:20	18.7	350		
04/12/2017	2.1	5.1	13:30	0.2	20:40	99	1.1	0.3	1:30	0.1	0:10	2.7	172	11:40	9.2	190		
05/12/2017	-1.1	5.2	13:10	-5.5	7:50	96	0	0	0:00	0	0:00	2.4	106	15:20	9.2	90		
06/12/2017	-2.6	3.1	15:30	-5.1	2:00	99	0	0	0:00	0	0:00	2.3	110	21:50	9.9	111		
07/12/2017	2.4	8.6	13:40	-4.2	0:30	84	0	0	0:00	0	0:00	4.6	145	15:50	17.6	166		
08/12/2017	5.5	8.2	14:40	2.1	0:20	94	0.7	0.3	22:40	0.1	6:20	6.4	315	15:30	25.4	353		
09/12/2017	5.5	8.2	23:20	2.4	7:10	96	3.6	1.4	18:40	0.4	18:10	6	243	16:10	19	202		
10/12/2017	12.1	14.6	23:30	8.2	0:20	75	0.5	0.3	4:40	0.2	4:30	28.4	231	22:30	107.2	262		
11/12/2017	5.7	14.5	0:10	2.4	23:50	84	6.3	2.4	6:10	0.9	5:30	15.7	251	1:00	98.8	222	4.716129032	110.4
12/12/2017	3	6.2	14:10	0	23:20	86	0.1	0.3	0:00	0.1	0:00	7.1	256	0:50	24.3	277		
13/12/2017	6.1	9.8	23:40	-0.7	1:30	81	0	0		0	0:00	13.9	233	17:20	45.5	93		
14/12/2017	9.5	13	13:40	7.4	8:30	91	4	1.3	4:50	0.3	4:00	6.9	262	0:30	38.1	235		
15/12/2017	5.1	8.6	0:10	2.7	20:40	86	8.5	2.2	19:00	0.9	18:50	10	288	18:50	37.4	287		
16/12/2017	3.3	4.9	15:20	1.9	10:10	94	14.5	3	10:30	1	10:00	10.4	291	4:50	40.6	238		
17/12/2017	3.7	6	15:00	2	3:10	96	1.8	0.5	2:10	0.4	2:00	5.4	266	18:10	19.8	297		
18/12/2017	4.5	9.8	20:30	-0.7	6:30	97	2.1	0.8	19:20	0.2	19:20	6.2	307	21:00	33.9	202		
19/12/2017	4.5	7.4	0:30	1.1	23:40	87	0	0		0	0:00	9.9	341	1:00	30	331		
20/12/2017	4.3	8.1	15:00	1.6	3:40	86	0	0		0	0:00	10.6	336	18:30	33.5	289		
21/12/2017	5.7	10.9	14:30	1.8	23:00	82	0	0		0	0:00	8.3	331	3:10	31.8	188		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
22/12/2017	5.1	7.1	12:50	1.9	0:10	99	0.2	0.2	14:50	0.1	14:50	4.8	324	15:40	18	289		
23/12/2017	6.3	7.9	15:20	4.8	23:40	95	0.1	0.1	4:00	0.1	4:00	7.6	351	12:40	26.8	335		
24/12/2017	4.7	11.6	15:40	0.6	23:10	94	0	0		0	0:00	3.9	156	4:40	15.9	132		
25/12/2017	2.1	9.3	14:50	-1.9	5:40	95	0	0		0	0:00	4	10	23:50	28.6	91		
26/12/2017	5.2	8.8	23:20	0.7	7:40	87	3.9	2.2	1:10	0.6	1:10	13.7	232	18:30	70.2	331		
27/12/2017	4.1	6.2	0:00	2.3	22:10	89	9.8	4.8	0:40	1.3	0:00	17.7	291	9:30	69.5	323		
28/12/2017	5.6	9.5	14:40	2.7	4:30	96	5.3	2	20:50	0.6	20:30	7.2	290	14:50	39.9	231		
29/12/2017	9.9	14.2	13:50	4.7	2:50	83	3.4	2.3	7:20	0.7	7:00	9	239	23:50	33.9	287		
30/12/2017	12.9	15.5	14:30	11	23:00	71	0	0		0	0:00	17.6	234	3:30	51.2	235		
31/12/2017	9.2	14.5	11:40	3.5	22:20	71	7.8	5	16:30	1.4	15:40	14.5	230	11:10	56.8	228		
01/01/2018	6.8	10.9	14:50	1	3:50	82	7.3	3.4	22:40	0.9	22:00	14	241	12:10	74.4	241		
02/01/2018	9.9	12.9	15:40	7.8	2:40	88	6.1	1.7	2:20	0.6	2:20	9.6	232	5:00	35.3	220		
03/01/2018	13.2	15.6	12:10	10.5	21:50	85	0.4	0.4	19:30	0.3	19:20	11	238	3:40	39.9	242		
04/01/2018	12.6	14.9	14:10	11.3	6:50	73	0	0		0	0:00	18.3	231	12:50	54.3	195		
05/01/2018	8.7	11.7	1:30	4	23:30	84	8.5	2.3	15:30	0.6	14:50	12.1	243	5:20	60.3	243		
06/01/2018	1.6	4	0:00	-0.1	18:50	98	24.9	2.3	19:10	0.5	19:10	8.4	350	12:40	24	345		
07/01/2018	1.5	3.8	17:30	-0.1	0:30	97	5	2.5	0:30	0.5	0:20	4.6	139	18:10	24.3	0		
08/01/2018	1.2	6.9	14:50	-1.7	9:30	91	0	0		0	0:00	5.1	149	15:30	16.9	225		
09/01/2018	2.6	5.8	13:30	-1	5:00	79	0.5	0.4	16:20	0.1	15:30	7.6	188	14:20	39.5	205		
10/01/2018	5.2	9.8	15:30	2.4	1:50	84	0.4	0.4	19:00	0.3	18:50	10.1	237	16:30	50.4	212		
11/01/2018	3	4.5	10:30	0.7	19:00	88	14.3	3.5	19:20	0.8	18:50	9.6	251	8:50	37.8	258		
12/01/2018	4.7	8.3	15:00	2.4	0:10	92	1.2	0.6	1:50	0.3	1:40	4.4	165	22:30	17.3	186		
13/01/2018	3.6	5.8	13:40	1.3	23:50	88	5.3	1.3	21:00	0.3	20:10	4.9	238	0:50	25.7	190		
14/01/2018	3.5	6.3	12:20	1	1:40	94	1.8	0.7	0:20	0.2	0:10	5.8	284	14:40	21.5	315		
15/01/2018	5	7.7	23:40	1.8	8:10	83	0	0	0:00	0	0:00	9.5	228	21:10	40.2	249		
16/01/2018	8.8	12.9	13:20	5.1	4:40	80	0	0	0:00	0	0:00	8.2	229	15:30	32.8	226	5.619354839	111.8
17/01/2018	7.3	10	1:20	2.6	23:50	86	0.2	0.1	3:50	0.1	15:50	14.3	309	5:20	46.2	318		
18/01/2018	3.8	13	16:20	-2.1	6:40	93	0	0	0:00	0	0:00	3.4	354	19:30	28.9	334		
19/01/2018	6.6	8.2	16:00	5.3	6:20	95	2.5	1	13:00	0.4	12:50	7.2	305	13:00	43.1	351		
20/01/2018	8	12.4	16:10	2.8	3:30	86	0	0	0:00	0	0:00	6.6	253	14:20	28.9	290		
21/01/2018	9.9	13.8	14:40	7	23:50	96	4	1.3	8:30	0.5	7:50	6.6	256	15:20	22.9	339		
22/01/2018	8	12.9	13:00	1.7	6:40	93	0.3	0.2	21:00	0.1	20:10	3.7	251	12:10	21.9	246		
23/01/2018	9	13.3	15:00	3.6	23:50	95	0	0	0:00	0	0:00	3	189	20:10	11.6	187		
24/01/2018	6.2	12.1	15:20	1.2	8:20	89	0	0	0:00	0	0:00	5.9	229	17:40	28.6	211		
25/01/2018	5.4	7.4	5:30	3	21:50	94	13.7	2.9	12:50	0.7	16:10	6.6	248	20:50	27.9	343		
26/01/2018	3.6	4.9	20:20	1.7	11:10	97	15	3.4	10:00	1.1	10:00	12.7	313	14:50	49.8	343		
27/01/2018	4.6	7.4	12:10	0.6	23:50	88	0.4	0.2	0:10	0.2	5:00	13.8	350	12:00	45.1	0		
28/01/2018	2	8.5	15:30	-1	3:50	95	0	0	0:00	0	0:00	2.9	158	0:10	10.2	211		
29/01/2018	2.5	12.5	15:50	-2.7	5:30	94	0	0	0:00	0	0:00	2.6	344	16:30	17.3	352		
30/01/2018	1.9	7.1	16:30	-0.9	2:30	98	0	0	0:00	0	0:00	2.8	157	19:00	9.9	171		
31/01/2018	3.5	13.8	16:00	-3.6	7:30	88	0	0	0:00	0	0:00	3.7	276	20:00	20.4	343		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
01/02/2018	2.9	5.9	10:30	0.1	16:30	97	4.5	2	16:50	0.7	16:10	9.3	298	10:40	37.8	298	3.410714286	70.8
02/02/2018	0.7	3.5	15:30	-0.3	6:50	97	15.3	2.9	20:20	1.1	19:50	8	302	16:10	37.4	338		
03/02/2018	2.5	4.9	14:20	0.1	0:00	97	8.4	1.5	0:50	0.5	0:30	8.5	268	14:50	30.3	270		
04/02/2018	2.5	5.2	12:50	1.3	6:40	97	0.6	0.2	0:30	0.1	0:30	7.6	339	16:10	31.4	351		
05/02/2018	1.9	2.8	14:40	0.8	19:40	99	2.2	0.5	18:40	0.2	18:20	12.5	0	16:40	32.5	348		
06/02/2018	0.8	3.6	15:10	-0.5	6:20	91	3.6	1.4	22:20	0.5	21:40	12.6	348	13:50	38.1	350		
07/02/2018	0	2.9	12:30	-1.5	1:50	98	1.7	0.8	5:10	0.4	5:00	8.9	333	14:40	34.6	345		
08/02/2018	0.6	3	13:20	-1	23:40	98	0.8	0.2	0:30	0.1	0:00	8.2	319	13:30	31.4	351		
09/02/2018	0.2	3.8	16:40	-3.3	5:30	99	4.9	1.3	15:50	0.4	18:20	5.1	339	22:50	39.9	351		
10/02/2018	2.8	5.1	14:40	0.9	6:20	99	1.5	0.3	10:40	0.1	6:00	8	308	8:30	27.9	271		
11/02/2018	6.2	10.4	12:30	3.6	1:20	95	3.9	0.8	2:00	0.3	1:50	8.5	268	18:10	39.2	314		
12/02/2018	1.2	4.5	0:00	-1.7	23:50	98	3.6	1.1	11:20	0.5	11:00	5.5	344	4:30	32.8	0		
13/02/2018	2.5	6	14:40	-3	3:50	86	0.1	0.1	8:40	0.1	8:40	12.6	234	11:40	63.1	242		
14/02/2018	8	11	16:00	3.1	0:30	91	1.2	0.3	7:20	0.1	1:00	12.9	229	10:10	43.7	76		
15/02/2018	12.1	13.6	15:30	10	3:40	83	0	0	0:00	0	0:00	12.1	227	12:00	40.9	234		
16/02/2018	12.8	16.8	14:20	9.6	20:50	81	0	0	0:00	0	0:00	7.9	214	11:20	28.9	215		
17/02/2018	6.7	11.5	0:30	3.7	21:30	93	2.4	0.7	8:20	0.2	5:20	11.3	351	15:00	50.8	351		
18/02/2018	5.6	7.6	16:10	2.4	3:20	95	0.6	0.2	2:40	0.1	2:20	4.5	285	15:50	22.9	217		
19/02/2018	7.8	9.6	12:50	6.4	0:00	98	4.5	0.8	18:40	0.3	18:30	8.7	315	23:30	33.5	340		
20/02/2018	7.1	8.2	0:10	5.9	22:50	96	3.4	0.7	22:40	0.3	22:40	20.1	343	15:30	50.8	350		
21/02/2018	3.9	6.2	0:50	1.4	20:30	84	1.3	0.5	23:50	0.2	6:00	17.6	354	1:00	51.2	346		
22/02/2018	2.2	5.6	12:50	-1.7	23:40	75	0	0	0:00	0	0:00	13.4	339	13:40	37.4	11		
23/02/2018	1.1	3.9	15:10	-1.7	7:10	81	0	0	0:00	0	0:00	9.3	347	11:50	28.2	344		
24/02/2018	2.4	9.5	16:00	-1.1	23:40	77	0	0	0:00	0	0:00	5	5	17:00	25.4	14		
25/02/2018	2	10.9	15:00	-4.2	6:00	86	0	0	0:00	0	0:00	6.3	4	15:40	27.2	353		
26/02/2018	1.9	7.8	14:00	-3.4	23:50	73	0	0	0:00	0	0:00	9.1	10	15:20	39.2	27		
27/02/2018	-3.2	1.4	15:00	-6.5	7:00	63	0	0	0:00	0	0:00	9.9	358	15:10	29.6	16		
28/02/2018	0.3	4	18:40	-4.7	3:00	89	6.3	1.5	4:00	0.4	19:00	9.1	114	12:30	41.3	113		
01/03/2018	7.5	11.7	14:20	0.5	2:20	83	2.1	2.1	19:00	1.6	18:50	23.7	148	15:30	74.8	121	7.051612903	86.9
02/03/2018	6.3	11.6	13:50	2.5	6:30	68	6.3	5.3	21:10	1.3	20:40	18.6	180	0:30	58.2	245		
03/03/2018	9.2	14.1	16:30	6.2	3:20	69	0	0	0:00	0	0:00	14.9	226	4:20	50.8	232		
04/03/2018	8.8	12.6	16:00	6.2	21:30	70	4.4	2.2	4:20	0.5	3:50	12.3	219	12:50	40.6	244		
05/03/2018	7.3	12.2	14:40	4.8	20:20	76	6	2.3	17:00	1	16:50	13.1	250	10:40	46.9	245		
06/03/2018	5.8	11.1	13:40	1.9	23:50	81	2.9	1.3	18:50	0.6	18:30	13.9	244	11:00	54.7	236		
07/03/2018	5.5	10.9	16:10	0.9	2:30	70	0	0	0:00	0	0:00	9.5	219	14:50	36	245		
08/03/2018	9.4	14.3	16:10	5.5	7:20	64	0	0	0:00	0	0:00	9.5	180	15:40	39.2	202		
09/03/2018	12.6	16.3	16:00	8.7	7:10	73	2.2	0.9	18:00	0.2	17:10	13.2	171	2:30	42	216		
10/03/2018	12.5	14.8	13:00	7.7	23:00	70	0.3	0.3	13:40	0.2	13:30	10	190	1:20	51.9	220		
11/03/2018	10.3	12.9	16:00	8.1	23:50	57	0	0	0:00	0	0:00	24.3	223	11:00	81.9	215		
12/03/2018	8.1	12	14:40	4.5	23:00	74	4.2	1.9	16:00	1	13:00	11.3	260	9:50	42.7	286		
13/03/2018	8.4	14.1	16:30	4	0:40	80	0.9	0.3	3:30	0.1	3:00	8.5	216	14:10	38.4	228		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
14/03/2018	9.1	13	16:00	5.6	3:20	75	6	4.5	17:40	1.2	17:10	17.3	167	17:20	70.9	229		
15/03/2018	8	12.2	14:30	4.3	23:10	71	1.8	1.1	22:50	0.4	22:00	17.8	312	7:40	61.4	227		
16/03/2018	6.4	10.5	16:10	2.5	3:00	73	0.8	0.6	15:50	0.5	15:30	12.7	285	12:20	45.9	233		
17/03/2018	4.9	9.2	12:50	2.4	23:50	80	4	2.4	14:00	0.8	13:20	11.4	237	1:00	42.3	215		
18/03/2018	4.6	8.6	13:40	2.1	0:50	89	2.3	0.7	6:50	0.3	4:30	9	317	14:00	41.6	31		
19/03/2018	2.4	5.9	9:40	-1	22:00	87	5.1	3.1	11:00	1	10:40	13.4	280	6:50	49.4	227		
20/03/2018	0.7	1.8	15:50	-1.4	1:30	93	6	1.2	7:40	0.4	7:40	17.9	338	17:30	52.6	351		
21/03/2018	3	7	12:50	0.5	0:00	72	0.2	0.1	0:20	0.1	3:10	18.3	357	15:10	49	354		
22/03/2018	3.7	8	15:40	-1.5	23:40	74	0	0	0:00	0	0:00	10.5	336	10:50	29.3	346		
23/03/2018	5.6	13.5	15:00	-2.3	2:30	84	6.2	2.6	23:50	0.8	22:20	8.8	237	20:40	54.3	251		
24/03/2018	4.9	9.4	12:30	0.5	5:20	82	3.5	2.9	0:00	0.4	0:00	14	260	15:10	55	278		
25/03/2018	5.8	8.6	16:20	4.1	3:00	83	2.3	2	23:20	0.7	22:40	13.3	291	13:50	40.6	311		
26/03/2018	6.3	8.5	13:50	4.5	7:20	88	7.7	2.8	3:10	0.8	1:40	11.8	318	14:00	42	310		
27/03/2018	9.6	16.9	15:40	5.4	23:20	90	1	0.4	1:00	0.1	0:10	6.2	311	15:10	38.4	339		
28/03/2018	9.7	17.9	14:30	5.9	0:00	85	7.2	2.2	21:10	0.5	20:30	7.1	13	15:30	40.9	360		
29/03/2018	9	13.6	16:20	5.1	4:40	67	0.6	0.3	3:20	0.2	3:20	11.7	239	13:50	46.6	221		
30/03/2018	7.2	10.8	14:20	3.8	7:10	59	0.4	0.3	2:20	0.2	2:20	22.2	229	1:30	67	217		
31/03/2018	6	10.2	13:20	2.4	23:50	72	2.5	1.3	5:00	0.4	13:40	17.2	291	13:40	62.8	298		
01/04/2018	9	15.5	15:30	0.1	3:40	69	0	0	0:00	0	0:00	8.7	151	22:30	36.7	156		
02/04/2018	13	19.4	14:40	8.2	6:30	57	4.8	3.8	22:40	1	22:10	14.2	145	16:30	41.6	150		
03/04/2018	11.8	17.4	15:20	8.5	5:10	68	0.4	0.3	23:20	0.1	0:10	17.2	210	22:00	69.2	215		
04/04/2018	10.7	15.4	15:00	7.4	18:50	69	4.5	4	18:50	3.6	18:40	19.8	242	9:30	70.2	237		
05/04/2018	12.2	18.9	15:30	6.3	6:40	70	0	0	0:00	0	0:00	10.4	160	21:10	54.7	138		
06/04/2018	14.4	20	15:00	8.9	6:20	58	0	0	0:00	0	0:00	24.9	140	20:10	85.7	147		
07/04/2018	9.3	11.1	7:50	6.5	23:50	85	6.2	1.7	15:50	0.4	17:00	13.3	148	1:10	66	141		
08/04/2018	8.9	14.6	16:00	5	23:50	86	0.3	0.2	10:10	0.1	9:40	4.9	245	14:10	20.4	320		
09/04/2018	4.2	7.2	8:50	2.5	13:00	99	16.6	4.1	13:10	0.9	12:30	5.9	209	12:10	38.1	210		
10/04/2018	4.4	8.4	13:10	0.3	20:20	96	17.6	3.9	20:00	0.9	19:40	6.6	121	17:10	38.1	360		
11/04/2018	5.9	8.2	18:10	1	0:20	96	17.8	1.6	21:00	0.5	20:40	17.9	326	10:20	54.3	331		
12/04/2018	9.8	14.8	16:00	6.8	6:30	79	3.1	1.5	0:30	0.3	6:30	8.7	259	14:00	27.2	210	11.30333333	95.3
13/04/2018	8.9	13.8	13:20	6.3	1:50	86	3.2	2.4	16:00	0.7	15:40	6.8	104	15:00	32.8	170		
14/04/2018	11	17	15:40	7.4	6:20	78	1.1	0.9	10:00	0.4	9:50	5.1	212	17:30	27.2	208		
15/04/2018	11.3	16.3	13:10	7.5	1:10	78	1.9	1.8	23:50	0.4	23:20	10.7	289	17:30	32.1	3		
16/04/2018	9.4	14.6	15:40	6.1	23:50	84	9.3	3.5	1:10	0.7	1:10	6.7	344	2:40	22.2	347		
17/04/2018	14.3	24	17:00	4.9	5:30	62	0	0	0:00	0	0:00	5.2	187	9:30	18.4	205		
18/04/2018	16.6	23.9	14:00	6.4	5:40	62	0	0	0:00	0	0:00	7.4	125	23:00	39.9	138		
19/04/2018	18.2	22	14:50	14.1	6:10	50	0	0	0:00	0	0:00	15.3	123	10:50	54	152		
20/04/2018	16.6	21.1	13:30	11	5:30	58	0	0	0:00	0	0:00	13.4	112	15:10	44.1	135		
21/04/2018	16.7	21.8	13:10	11.4	3:50	57	0	0	0:00	0	0:00	10	125	12:00	50.1	157		
22/04/2018	16.3	24.1	15:30	9.4	5:40	71	0.8	0.8	18:50	0.6	18:40	5.6	313	17:40	39.5	206		
23/04/2018	14.3	20.6	15:30	10.5	1:00	90	0	0	0:00	0	0:00	7.8	346	16:30	31.8	360		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
24/04/2018	17.1	25.8	15:10	12	5:50	78	0	0	0:00	0	0:00	7.1	8	19:30	33.5	332		
25/04/2018	12	14.2	11:40	9.9	23:50	95	0	0	0:00	0	0:00	12.6	352	16:50	35.3	351		
26/04/2018	10.3	14.7	14:50	6.1	23:50	84	0.2	0.2	1:30	0.1	1:30	10.8	357	11:10	30.7	26		
27/04/2018	9.6	16.1	12:10	5.3	1:10	85	0	0	0:00	0	0:00	10.5	7	14:50	43.7	358		
28/04/2018	8.3	10.2	12:10	6.7	2:20	95	2.4	1.2	2:20	0.5	2:00	7.8	347	14:20	23.7	342		
29/04/2018	7.8	12.7	11:50	5.2	22:50	91	4.9	1.6	14:30	0.7	13:50	7.2	318	13:40	38.1	249		
30/04/2018	6.8	10.9	12:10	4.5	5:20	79	0.2	0.2	21:20	0.1	21:20	12.7	271	15:00	38.1	327		
01/05/2018	7.6	13	15:10	4	23:50	79	0.2	0.1	3:50	0.1	7:00	5.8	338	15:20	29.3	31		
02/05/2018	9	14.8	11:20	2.8	5:10	87	3.6	1	19:10	0.3	19:40	7.1	314	9:10	29.3	250		
03/05/2018	7.9	11.1	14:50	6.2	5:20	81	0.3	0.2	7:40	0.1	0:30	18.2	347	15:40	49	350		
04/05/2018	8.4	11.7	15:00	5	2:10	82	0	0	0:00	0	0:00	14.1	353	13:00	38.8	360		
05/05/2018	10.8	16.8	12:30	5.6	4:50	81	0	0	0:00	0	0:00	10.8	353	12:40	36.7	13		
06/05/2018	14.3	24.7	15:40	4	5:40	75	0	0	0:00	0	0:00	4.3	8	17:10	29.6	14		
07/05/2018	16.6	24.5	14:00	8.1	5:10	78	0	0	0:00	0	0:00	6.4	3	16:30	36.7	21		
08/05/2018	12.9	16.6	13:40	9.3	23:10	94	0	0		0	0:00	11.5	355	16:20	39.5	305		
09/05/2018	12.1	17.6	15:00	9.4	1:40	85	0	0	0:00	0	0:00	9.1	354	18:30	37.4	351		
10/05/2018	10	14.4	14:20	3.3	23:50	82	0.1	0.1	8:50	0.1	8:50	11.3	357	9:50	46.2	349		
11/05/2018	11.4	22.9	13:10	0.6	5:20	72	0	0	0:00	0	0:00	8.4	325	15:50	35.6	353		
12/05/2018	7.6	10.2	0:00	2.7	23:00	89	2.1	1.2	9:10	0.6	9:00	10.3	353	14:10	46.2	5		
13/05/2018	7.3	12.9	12:30	1.4	5:10	81	1.2	0.6	22:20	0.1	21:30	12.3	319	14:50	51.5	324		
14/05/2018	8.8	13.3	12:40	6.5	2:20	84	1.4	0.6	0:30	0.2	2:00	12.2	343	14:20	40.9	347		
15/05/2018	9.4	13.7	12:20	5.6	4:50	78	0	0	0:00	0	0:00	11.1	352	8:20	34.2	3		
16/05/2018	9.8	14.1	15:10	6.7	5:10	91	0	0	0:00	0	0:00	8	353	15:30	28.9	21	12.00967742	55.5
17/05/2018	10.8	15.1	17:20	5.3	2:40	89	0	0	0:00	0	0:00	9	360	15:10	30.7	2		
18/05/2018	13.8	18.9	15:40	10.6	23:40	87	0	0	0:00	0	0:00	9	1	15:30	34.2	9		
19/05/2018	13.9	20.5	15:20	7.9	4:20	82	0	0	0:00	0	0:00	8.2	359	15:30	34.2	351		
20/05/2018	13.8	21	14:00	7.4	0:50	77	0	0	0:00	0	0:00	7.3	359	15:20	30	19		
21/05/2018	14.3	23.1	12:00	9.7	23:50	83	5.6	3.5	15:30	0.9	14:40	5.1	208	14:30	40.6	288		
22/05/2018	14	21.7	14:30	8.1	2:20	81	0.2	0.1	4:10	0.1	6:40	6.5	358	14:50	29.6	347		
23/05/2018	12.3	16.8	16:00	6.7	4:40	97	7.1	3.6	10:40	1.5	10:30	3.5	146	13:50	13.8	5		
24/05/2018	16.7	23.5	13:20	11.9	5:30	86	2.6	1.1	1:30	0.5	22:10	5.3	117	15:20	36.7	180		
25/05/2018	15.2	19.3	14:00	13	2:50	93	3	1.8	6:10	0.8	5:50	7.5	344	15:50	27.5	4		
26/05/2018	14.2	19	17:40	10.3	23:50	92	17.7	8.7	13:00	5.5	7:40	4.8	152	7:40	61.7	201		
27/05/2018	13.8	18.7	11:50	9.9	0:30	96	0.1	0.1	7:10	0.1	7:10	9.6	360	15:50	37.8	1		
28/05/2018	12.6	14	10:30	11.7	23:00	98	1.1	0.7	8:30	0.3	8:20	8.2	0	11:00	26.1	26		
29/05/2018	14	20.7	12:50	11.5	5:00	94	4.5	3.3	15:40	0.7	15:10	4.1	354	14:40	31.4	182		
30/05/2018	14.1	19.1	13:50	12	22:00	96	3.3	1.7	15:00	0.8	14:40	6.4	343	15:00	31.8	354		
31/05/2018	14.9	20.2	14:50	12.1	1:10	92	1.4	0.8	5:50	0.2	5:40	5.1	336	16:00	26.1	333		
01/06/2018	15.6	21	12:00	13.2	1:40	96	11.6	10.2	15:50	6.1	15:40	7.5	340	15:00	33.9	328		
02/06/2018	17.4	23.3	14:30	13.8	2:20	90	2.5	1.7	1:30	0.6	0:50	4.6	306	15:10	21.5	255	16.51	47
03/06/2018	16.1	22.8	11:20	13.1	4:40	93	3.9	3.5	13:10	0.9	12:30	5.5	297	15:30	34.6	349		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
04/06/2018	14.9	19.1	14:30	11.6	22:30	90	6	4.7	20:20	2.4	20:00	8.5	303	16:50	30.3	4		
05/06/2018	12.7	17.1	13:20	9.8	23:00	96	3.6	1.9	6:00	0.5	5:40	8	342	9:30	28.6	3		
06/06/2018	13.3	18.5	14:20	8.4	5:10	92	0	0	0:00	0	0:00	6.6	358	18:30	28.6	356		
07/06/2018	16.1	22	13:10	11.7	0:00	94	0	0	0:00	0	0:00	4.1	186	13:50	35.3	270		
08/06/2018	18.2	23.8	15:20	12.6	4:50	94	0	0	0:00	0	0:00	9	145	17:00	46.9	152		
09/06/2018	16.6	22.8	14:30	11.9	23:40	97	7.1	6.1	20:30	3.5	20:10	5.2	206	20:20	28.6	232		
10/06/2018	14.1	20.9	10:50	8	4:40	99	0.7	0.5	13:20	0.2	12:30	4.5	253	12:50	24	224		
11/06/2018	13.4	17.6	17:50	10.1	3:30	99	1.9	1.2	11:10	0.5	10:30	7.5	358	12:50	32.8	354		
12/06/2018	14.2	18.6	12:50	10	0:30	99	1.6	0.8	2:50	0.3	2:30	15.4	308	14:40	55	324		
13/06/2018	13.2	16.8	16:20	8.7	23:50	99	0	0	0:00	0	0:00	12.7	341	16:20	39.2	355		
14/06/2018	13.5	18.9	15:40	7.8	1:40	99	0	0	0:00	0	0:00	8	4	16:30	28.9	4		
15/06/2018	13.9	18.6	13:30	8.2	4:40	99	0.1	0.1	21:10	0.1	21:10	7.5	356	13:40	31	1		
16/06/2018	15.2	19.8	15:10	10.9	23:40	99	0	0	0:00	0	0:00	10	3	17:10	34.2	355		
17/06/2018	15.6	21.4	15:30	10.7	23:50	99	0	0	0:00	0	0:00	8.9	1	17:40	33.5	2		
18/06/2018	14.5	19.2	15:10	9.1	4:00	99	0	0	0:00	0	0:00	9.8	350	14:30	32.5	341		
19/06/2018	16.5	22.1	15:30	12.8	4:30	99	0.1	0.1	2:40	0.1	2:40	7.7	347	17:10	33.9	356		
20/06/2018	22.2	65.6	10:00	15.5	0:00	80	0	0		0	0:00	5.5	326	23:10	26.1	64		
21/06/2018	19.2	23.6	14:40	16.3	5:30	86	0	0	0:00	0	0:00	12.1	348	16:10	35.6	336		
22/06/2018	18.3	23.3	14:50	13.2	23:50	83	0	0	0:00	0	0:00	12.1	360	17:30	34.2	0		
23/06/2018	16.8	24.8	15:00	8.4	5:10	72	0	0	0:00	0	0:00	7.5	1	17:30	32.5	9		
24/06/2018	18.9	29	14:40	8	5:20	67	0	0	0:00	0	0:00	5.1	7	18:20	26.1	23		
25/06/2018	19.8	28.4	15:20	10.5	5:10	68	0	0	0:00	0	0:00	5.9	357	16:00	26.8	10		
26/06/2018	20.3	30.3	14:30	10.3	5:20	73	0	0	0:00	0	0:00	7.2	348	22:20	32.8	1		
27/06/2018	17.6	22.6	11:50	15.7	23:40	91	0.3	0.2	16:30	0.1	15:40	10	342	13:50	41.6	0		
28/06/2018	17.1	20.9	12:10	14.8	5:30	14	0	0	0:00	0	0:00	14.4	353	13:00	40.6	5		
29/06/2018	19.9	29.3	15:00	-40.6	7:50		0	0	0:00	0	0:00	5.1	113	15:00	25.7	104		
30/06/2018	20.2	25	10:00	17.1	1:40		7.6	6.8	15:30	4	15:10	8	125	8:30	41.6	117		
01/07/2018	20.3	28.7	13:50	14.6	23:50		1.5	1.4	22:50	0.9	22:20	6.9	325	18:20	32.5	347		
02/07/2018	19.8	26.2	13:00	14.5	5:00		0	0	0:00	0	0:00	5.5	239	12:00	30	256		
03/07/2018	19.5	27.2	14:30	13.3	5:10		0	0	0:00	0	0:00	7.8	356	17:10	32.1	7		
04/07/2018	18.3	24.9	11:40	14.8	22:30		30.1	29.4	14:40	10.7	14:20	10	350	14:10	72.3	316		
05/07/2018	16.9	21	12:00	13.8	5:00		0.3	0.3	0:30	0.1	0:10	9.3	1	13:00	38.8	355		
06/07/2018	18.2	23.3	15:20	14.3	23:50		0	0	0:00	0	0:00	6.5	8	16:30	31.8	10		
07/07/2018	18.9	25.1	12:40	13.8	0:30		4.3	1.7	3:30	0.6	3:30	6.7	348	18:10	31	349		
08/07/2018	21.1	27.1	14:00	16.8	23:40		2.1	1.8	4:10	0.9	3:50	7.7	344	17:10	32.8	355	19.30322581	65.7
09/07/2018	20.6	26.4	15:20	14.9	5:20		0	0	0:00	0	0:00	8	15	16:00	37	26		
10/07/2018	19.3	25.3	15:40	12.9	5:10		0	0	0:00	0	0:00	8.6	360	15:40	34.2	358		
11/07/2018	18.2	23.5	12:10	12.4	4:50		0.1	0.1	14:00	0.1	14:00	7.5	349	12:10	31	335		
12/07/2018	18.4	23.5	14:50	14.3	23:50		0	0	0:00	0	0:00	9.4	357	14:10	31	21		
13/07/2018	19	27.4	12:50	13	1:10		8.2	5.5	22:30	3.2	21:50	6.8	351	22:00	31.8	3		
14/07/2018	20.7	29.7	15:20	15	4:10		0.9	1.8	0:00	0.3	0:00	5.1	344	17:10	58.9	316		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
15/07/2018	19.6	26	13:30	16.4	17:50		15.9	15.4	18:00	10.4	17:40	8.3	350	17:40	68.1	326		
16/07/2018	16.8	19.6	15:10	12.2	23:30		2.3	2.3	4:40	1.4	4:00	10.5	330	10:20	37.8	316		
17/07/2018	18.1	25.5	16:10	10.9	2:20		0	0	0:00	0	0:00	6.6	5	18:30	31	354		
18/07/2018	21	28.3	16:10	14.1	5:20		0	0	0:00	0	0:00	6.7	340	18:00	34.6	11		
19/07/2018	20.2	26.5	13:00	16.9	22:50		0	0	0:00	0	0:00	10.2	349	15:30	46.2	345		
20/07/2018	16.6	20.9	11:10	13.8	22:40		0	0	0:00	0	0:00	11.8	352	16:50	39.9	346		
21/07/2018	16.8	21.3	13:30	12.7	5:40		0	0	0:00	0	0:00	6.2	346	13:50	22.2	24		
22/07/2018	17.2	22.6	14:50	12.2	2:20		0	0	0:00	0	0:00	7.2	0	14:30	33.9	19		
23/07/2018	20.4	30.2	16:20	12.4	1:30		0	0	0:00	0	0:00	4.3	349	18:00	21.5	14		
24/07/2018	20.5	26.2	14:00	16.2	3:10		0	0	0:00	0	0:00	9.9	356	16:30	39.2	357		
25/07/2018	20.3	25.9	13:30	15.2	2:00		0	0	0:00	0	0:00	8.7	354	16:30	32.8	2		
26/07/2018	21.4	27.1	12:30	18.4	5:30		0	0	0:00	0	0:00	10.4	354	14:30	40.2	354		
27/07/2018	20.7	28.5	14:00	17.1	3:10		0	0	0:00	0	0:00	8.9	355	16:50	46.6	353		
28/07/2018	19.1	23.9	15:30	14.7	23:50		0	0	0:00	0	0:00	10.3	358	16:00	28.6	10		
29/07/2018	19.6	27.6	13:10	13.3	1:50		0	0	0:00	0	0:00	8.7	0	14:30	41.3	352		
30/07/2018	22.1	30.3	14:40	16.6	23:40		0	0	0:00	0	0:00	8	344	16:00	40.6	351		
31/07/2018	18.8	23.5	11:40	14.9	2:20		0	0	0:00	0	0:00	12.9	349	14:30	40.9	356		
01/08/2018	19	23.8	12:50	16.6	2:00		0	0	0:00	0	0:00	13.3	352	17:00	33.5	352	18.92580645	3.9
02/08/2018	22.7	30.9	15:20	16.9	5:00		0	0	0:00	0	0:00	5.8	342	15:00	22.2	8		
03/08/2018	23.3	31.8	14:40	17.5	1:40		0	0	0:00	0	0:00	6.7	4	17:00	31	4		
04/08/2018	21.7	29.4	14:10	14	5:30		0	0	0:00	0	0:00	8.6	360	16:50	34.6	346		
05/08/2018	22.1	30.2	14:30	13.8	5:40		0	0	0:00	0	0:00	7.8	360	15:00	27.2	5		
06/08/2018	24.1	35.2	15:40	13.1	5:50		0	0	0:00	0	0:00	3.9	169	23:00	24.3	193		
07/08/2018	19.2	23.7	0:20	16.4	23:50		0	0	0:00	0	0:00	13.6	352	15:10	36.3	2		
08/08/2018	19.9	26.4	14:00	15.5	3:40		0	0	0:00	0	0:00	9.4	350	17:30	36.7	5		
09/08/2018	15.6	20	14:30	12.2	23:50		1	1	1:20	0.5	1:00	11.4	358	16:20	42.7	352		
10/08/2018	16.9	24.9	14:20	10.3	4:10		0	0	0:00	0	0:00	7.3	352	15:50	35.6	19		
11/08/2018	20	30.3	16:00	10.7	5:10		0	0	0:00	0	0:00	5.5	331	17:50	27.9	8		
12/08/2018	21.4	33.4	14:10	14.6	6:00		0	0	0:00	0	0:00	8.5	339	14:20	55.4	346		
13/08/2018	18.4	22.1	13:00	15.6	23:20		0.2	0.2	23:10	0.1	23:10	11.3	0	14:30	35.6	4		
14/08/2018	17.1	21.3	14:50	14.8	21:50		0.1	0.1	23:10	0.1	3:50	8.8	349	13:20	34.2	352		
15/08/2018	19.7	27.1	15:00	14.7	5:20		0	0	0:00	0	0:00	8.1	346	16:40	31.4	360		
16/08/2018	18.1	22.1	16:20	14.9	23:00		0	0	0:00	0	0:00	9.5	358	16:20	37.8	360		
17/08/2018	14.7	17.3	10:20	11.7	23:50		2.6	1.5	11:40	0.7	11:00	8.4	353	14:00	32.5	351		
18/08/2018	15	21.2	15:00	8.9	5:20		0	0	0:00	0	0:00	9.1	360	12:50	34.9	357		
19/08/2018	17.2	25.4	14:30	9	5:00		0	0	0:00	0	0:00	8.3	9	17:20	32.1	23		
20/08/2018	18	25.4	14:30	11	5:20		0	0	0:00	0	0:00	9.7	348	15:20	34.9	8		
21/08/2018	19.2	28.2	14:30	10.4	5:30		0	0	0:00	0	0:00	7.2	338	15:30	30.3	351		
22/08/2018	21	31.2	14:10	16.4	0:00		0	0	0:00	0	0:00	6.5	340	15:50	33.9	358		
23/08/2018	19.7	24.3	13:40	16.4	2:00		0	0	0:00	0	0:00	9.8	358	14:30	31.8	359		
24/08/2018	17.4	21.5	13:50	14.8	23:50		0	0	0:00	0	0:00	10	355	14:40	39.5	360		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
25/08/2018	15.5	19.9	13:30	11.8	6:20		0	0	0:00	0	0:00	8.7	357	14:30	36.3	4		
26/08/2018	17.2	26.8	15:20	9	5:00		0	0	0:00	0	0:00	5.4	345	18:20	25.1	351		
27/08/2018	19.8	30.5	14:40	10.4	5:50		0	0	0:00	0	0:00	5.2	344	17:30	25.7	5		
28/08/2018	21.5	32.7	15:50	13.3	4:30		0	0	0:00	0	0:00	9.2	107	16:40	58.9	354		
29/08/2018	17.4	24.6	13:00	12.7	5:50		0	0	0:00	0	0:00	9.5	348	13:50	46.6	353		
30/08/2018	17.4	23.3	15:30	12	23:50		0	0	0:00	0	0:00	7.7	354	16:20	33.2	356		
31/08/2018	16.5	23.4	14:00	9.4	5:40		0	0	0:00	0	0:00	6.4	7	15:40	28.9	11		
01/09/2018	18.8	26.6	14:50	13.1	23:30		0	0	0:00	0	0:00	6.7	345	16:30	29.6	16		
02/09/2018	19	31.2	14:50	9.1	5:50		0	0	0:00	0	0:00	5.2	356	17:30	31.4	24		
03/09/2018	17.7	26.4	14:00	10.2	6:10		0	0	0:00	0	0:00	8.1	360	15:10	35.3	20		
04/09/2018	17.6	23.5	13:30	12.8	5:30		3.4	3	22:10	1.2	21:50	9.1	1	16:40	35.3	19		
05/09/2018	16.3	19.1	14:30	13.7	4:50		3	2.6	14:20	2	14:10	6.6	348	14:10	38.8	355		
06/09/2018	17.1	21.3	13:20	14.1	22:20		0	0	0:00	0	0:00	8.3	352	14:00	35.6	348		
07/09/2018	16.3	21.9	15:40	11.9	23:50		0.2	0.2	8:10	0.2	8:10	7.3	351	16:00	29.6	2		
08/09/2018	17.1	27.9	13:30	10.6	2:30		1.6	1.5	18:00	0.6	17:20	5.4	173	16:10	54	195		
09/09/2018	17.6	24.7	12:40	14	6:40		14.1	11.4	15:30	4.8	14:50	6.4	346	14:20	38.8	357		
10/09/2018	18.2	23.4	14:50	13.8	23:50		0.1	0.1	6:10	0.1	6:10	6.2	352	15:10	26.1	11		
11/09/2018	18.9	28.4	15:40	12.8	0:50		0	0	0:00	0	0:00	4.4	129	15:50	24.7	129		
12/09/2018	19.4	28.2	14:10	13.8	6:00		0	0	0:00	0	0:00	7.5	350	16:20	42.7	356		
13/09/2018	17.9	22.2	13:50	13.8	23:10		0	0	0:00	0	0:00	7.6	0	14:40	29.3	23		
14/09/2018	17.6	23.4	13:40	14.1	0:40		0	0	0:00	0	0:00	7.6	0	16:50	30.3	23		
15/09/2018	18.6	28.7	15:10	10.4	6:20		0	0	0:00	0	0:00	4	3	17:20	14.5	8		
16/09/2018	18.7	28.8	13:40	11.6	6:20		0	0	0:00	0	0:00	6.4	336	16:10	38.8	348	17.94666667	22.8
17/09/2018	21.3	29.6	14:30	13.7	6:00		0	0	0:00	0	0:00	6.2	174	17:40	49	178		
18/09/2018	19.8	28.5	15:20	14.2	5:30		0.1	0.1	9:30	0.1	9:30	6.2	336	17:00	42	352		
19/09/2018	20.4	29.4	14:10	15.7	5:20		0	0	0:00	0	0:00	6.4	337	15:40	40.2	354		
20/09/2018	21.7	31.5	15:30	16.4	23:50		0	0	0:00	0	0:00	5.7	275	18:10	31.8	339		
21/09/2018	18.1	24.1	13:30	13.8	2:40		0	0	0:00	0	0:00	6.5	11	16:00	33.5	2		
22/09/2018	19.6	28.9	14:10	12.5	6:40		0	0	0:00	0	0:00	5	4	14:40	29.3	34		
23/09/2018	18.6	30.4	13:30	11.3	5:30		0.1	0.1	23:40	0.1	23:40	6.3	359	14:30	50.4	358		
24/09/2018	14.1	17.8	14:30	8.1	22:10		0.2	0.2	0:10	0.1	2:00	11.2	0	16:30	34.9	343		
25/09/2018	11.8	19.2	14:30	6.1	6:40		0	0	0:00	0	0:00	7.3	337	14:10	32.8	355		
26/09/2018	18.2	25.1	14:30	6.1	1:40		0	0	0:00	0	0:00	8.7	125	13:30	48	142		
27/09/2018	20	29.2	16:00	13.1	6:30		0	0	0:00	0	0:00	5.2	238	17:20	27.5	360		
28/09/2018	17.6	26	13:30	9.8	6:30		0	0	0:00	0	0:00	7.7	6	16:10	33.2	6		
29/09/2018	16.3	23.3	13:50	11.6	22:50		0	0	0:00	0	0:00	5.6	358	16:20	28.2	355		
30/09/2018	14.1	20.6	13:30	9.9	5:50		0	0	0:00	0	0:00	7.8	356	16:20	32.1	3		
01/10/2018	12.7	16.2	12:40	9.6	20:50		0	0	0:00	0	0:00	13.4	354	15:20	45.9	349		
02/10/2018	11.2	17.2	14:20	6.6	23:50		0	0	0:00	0	0:00	9.3	357	10:10	34.9	9		
03/10/2018	12.6	21.7	15:10	3.9	6:30		0	0	0:00	0	0:00	8.2	357	15:30	36	10	11.85806452	47.9
04/10/2018	13.9	26	15:50	5.1	5:50		0.2	0.2	7:30	0.1	7:30	3.9	187	17:10	21.2	136		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
05/10/2018	16.4	25.9	14:50	7.9	4:20		0	0	0:00	0	0:00	4.5	162	15:30	22.2	119		
06/10/2018	13.6	24	12:10	7.7	6:20		0.6	0.5	19:00	0.2	18:10	8.7	326	15:10	53.3	350		
07/10/2018	9.9	12.6	10:30	8.5	6:50		2	0.7	23:50	0.2	23:40	14.5	301	14:00	47.3	326		
08/10/2018	11.6	15.1	12:30	9.9	0:50		2.1	1.6	0:30	0.5	0:20	7.3	344	14:20	25.1	27		
09/10/2018	11.9	18.5	14:50	7.2	3:20		0.1	0.1	13:40	0.1	13:40	6.4	132	16:00	34.6	123		
10/10/2018	14.9	20.2	13:50	10.6	0:00		2.6	2.6	15:30	1.3	15:20	12.3	146	13:10	42.7	138		
11/10/2018	16.1	21	11:30	11.9	7:00		1	0.7	14:40	0.4	13:50	7.1	158	12:30	34.6	191		
12/10/2018	18.3	23.9	13:10	13.7	23:50		0	0	0:00	0	0:00	11.6	205	11:00	47.6	234		
13/10/2018	18.4	25	14:40	10.3	7:00		0	0	0:00	0	0:00	10.4	156	21:30	53.3	147		
14/10/2018	13.7	19.1	0:10	9.2	23:00		14	6	10:40	2	10:00	14.1	140	6:30	64.5	146		
15/10/2018	12	18.3	16:00	6.7	6:40		0	0	0:00	0	0:00	6.1	195	9:50	27.9	217		
16/10/2018	11.6	19.2	13:30	6	6:30		0	0	0:00	0	0:00	4.7	346	16:40	20.8	5		
17/10/2018	13.7	21	15:50	9.8	0:40		0	0	0:00	0	0:00	3.3	329	20:10	16.2	360		
18/10/2018	13.6	15.1	15:00	11.8	2:10		0.1	0.1	12:50	0.1	12:50	8.5	356	15:00	29.3	357		
19/10/2018	14.5	17.9	13:10	11.6	23:50		0.1	0.1	0:00	0.1	0:00	14.2	359	13:20	39.5	11		
20/10/2018	13.8	18.4	13:40	11.2	21:40		0	0	0:00	0	0:00	5.1	345	17:00	21.9	357		
21/10/2018	14.4	21.8	15:20	11.3	7:20		0	0	0:00	0	0:00	4.4	346	23:40	26.5	352		
22/10/2018	12.4	16.2	11:50	7.9	23:50		0	0	0:00	0	0:00	12.9	345	11:20	39.9	346		
23/10/2018	11.2	15.9	14:10	7.7	23:50		0.1	0.1	12:20	0.1	12:20	9.9	346	12:20	38.1	16		
24/10/2018	10.7	16.9	14:10	6.3	6:30		0	0	0:00	0	0:00	9.7	333	15:30	32.5	3		
25/10/2018	10.2	19.8	14:10	2.2	6:40		0	0	0:00	0	0:00	3.6	8	17:40	18	346		
26/10/2018	9.7	13.7	13:30	6.3	6:30		0.1	0.1	3:30	0.1	3:30	5.4	346	21:20	36	358		
27/10/2018	5.7	9.6	0:00	2.2	22:00		1.8	1	2:40	0.3	2:10	13	338	12:50	54	8		
28/10/2018	2.7	5.8	12:50	0.9	17:50		2.8	1	17:00	0.3	16:20	10.9	324	15:10	45.5	311		
29/10/2018	3.1	7.7	15:20	0.4	3:00		9.7	1.7	3:20	0.5	2:50	12.2	301	12:30	50.8	324		
30/10/2018	5.7	9.1	12:10	0.1	2:20		0	0	0:00	0	0:00	9.6	135	15:50	43.7	141		
31/10/2018	7.4	9.8	12:20	6.1	6:20		10.6	2.1	23:30	0.4	19:50	5.4	31	1:40	36	112		
01/11/2018	8.8	12	12:40	6.7	0:00		3.1	1.9	0:00	0.3	0:10	4.4	215	14:10	14.5	212	9.05	60.8
02/11/2018	8.8	12.8	13:40	5.3	23:30		5.5	1.4	3:00	0.5	1:10	7.9	354	14:00	31.4	357		
03/11/2018	6.3	12.3	14:40	1	23:50		0	0	0:00	0	0:00	4.6	352	12:00	27.2	1		
04/11/2018	6.8	16.1	13:50	-1.3	7:00		0	0	0:00	0	0:00	3.7	106	15:00	21.9	124		
05/11/2018	8.4	10.9	2:50	5.9	18:40		4.1	0.9	5:30	0.2	4:40	9.2	167	1:00	45.5	145		
06/11/2018	8.5	11.2	22:10	5.2	1:50		4.1	1.4	2:10	0.5	4:00	13.5	221	14:30	51.9	227		
07/11/2018	10.1	15.4	14:20	3.2	23:50		0	0	0:00	0	0:00	10.6	213	7:30	42.3	217		
08/11/2018	7.8	14.3	14:30	1.6	3:50		1.5	1.1	20:30	0.5	19:50	11.7	150	19:50	47.3	233		
09/11/2018	9.2	11.7	14:30	6.6	7:10		0.7	0.4	23:20	0.2	23:20	13	227	17:00	53.3	232		
10/11/2018	13.5	16.6	12:40	10.6	6:20		0	0.3	23:30	0	0:00	17.4	221	20:10	60.3	242		
11/11/2018	14	16.8	13:20	11.5	2:30		0.4	0.3	16:40	0.1	16:00	12.7	160	20:30	50.8	153		
12/11/2018	11.4	14.3	0:00	9.7	23:30		6.1	2.3	7:10	1	7:00	7.8	313	1:10	49.4	149		
13/11/2018	10.5	15.5	15:50	7.2	23:50		0	0	0:00	0	0:00	5.7	334	0:50	20.1	349		
14/11/2018	11.5	17.1	12:30	6.3	7:10		0.1	0.1	4:50	0.1	4:50	5.6	139	14:20	25.1	147		

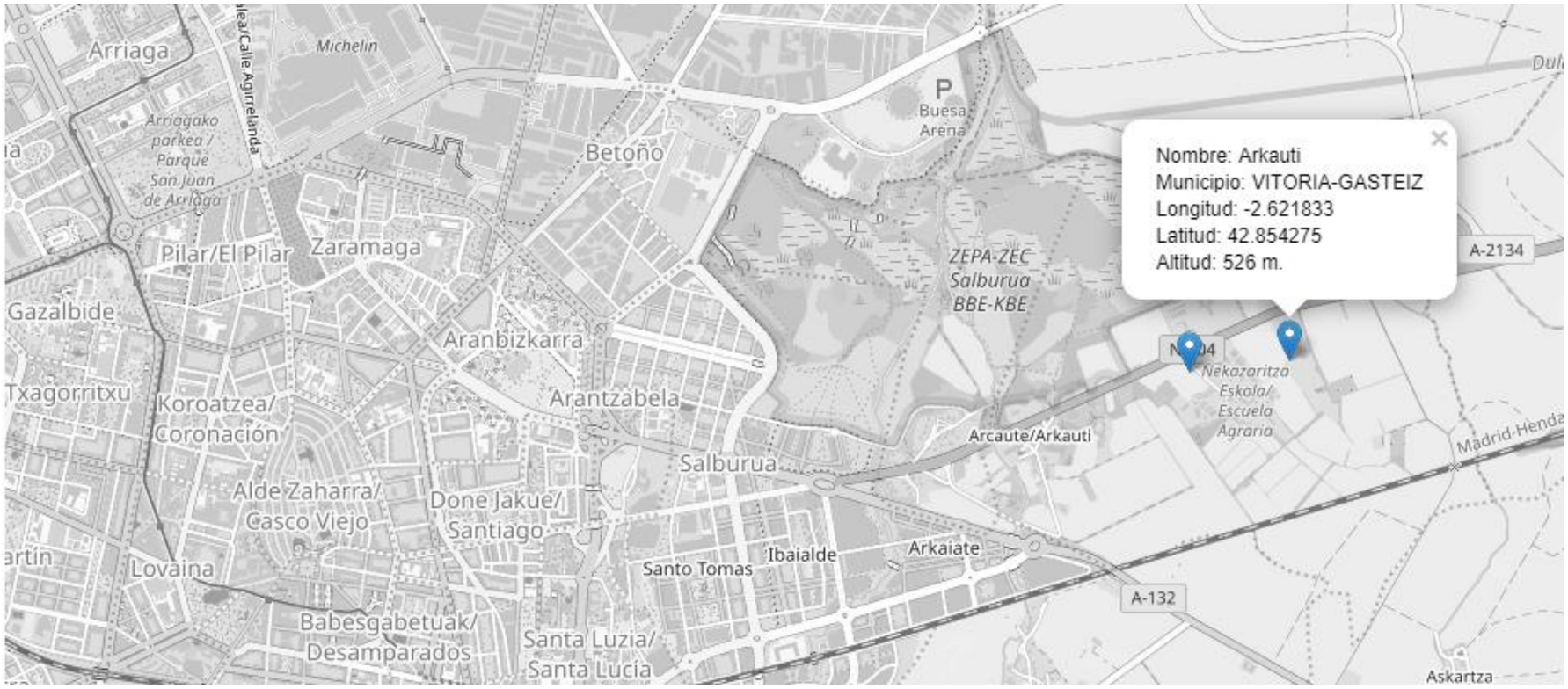
Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
15/11/2018	14.1	17.8	14:10	11.5	23:50		0	0	0:00	0	0:00	9.3	127	11:10	32.1	167		
16/11/2018	11.9	15.9	13:50	7.1	6:40		0	0	0:00	0	0:00	7.2	120	12:40	32.1	117		
17/11/2018	10.6	16	13:00	5	23:50		0	0	0:00	0	0:00	4.9	212	3:20	20.8	121		
18/11/2018	7.8	10.6	9:30	3	3:20		0.1	0.1	23:00	0.1	23:00	11.3	101	15:50	48.7	112		
19/11/2018	10	14.7	13:20	6.8	22:40		0.6	0.6	11:10	0.4	11:10	7.6	35	0:20	39.9	110		
20/11/2018	4.4	6.8	0:00	2.6	15:50		6.4	2.2	12:00	0.5	11:10	5.7	346	14:50	18.7	321		
21/11/2018	6.7	12.3	14:20	3.2	7:20		0.4	0.4	23:50	0.1	2:30	7.1	203	13:00	36.7	214		
22/11/2018	7.9	11.6	12:00	1.8	7:50		0	0	0:00	0	0:00	9.2	164	22:20	34.2	153		
23/11/2018	8	10.8	14:00	5.9	8:00		3.6	1.9	5:50	0.4	5:30	10.5	222	13:10	56.4	229		
24/11/2018	8.7	11.3	15:30	7	4:30		0	0	0:00	0	0:00	13.4	206	12:40	39.5	214		
25/11/2018	7.4	11.5	15:00	4.3	22:10		9.1	5.4	4:30	1.2	4:20	4.6	216	0:30	28.6	171		
26/11/2018	6.2	9.6	14:40	4.4	0:10		13.1	4.6	3:10	1	3:00	10.1	292	13:30	44.8	292		
27/11/2018	7.4	11.3	14:00	2.9	7:50		0	0.1	23:10	0	0:00	7.1	217	1:40	21.9	272		
28/11/2018	10.3	14.9	15:20	5	0:10		0	0	0:00	0	0:00	10.2	214	13:40	42.3	226		
29/11/2018	7.1	13.2	13:30	2	5:20		1.5	0.6	16:00	0.3	16:00	5.6	189	14:50	36	255		
30/11/2018	7.4	11.2	12:00	3.8	23:30		0.4	0.4	4:50	0.2	4:20	6.3	241	13:40	22.6	276		
01/12/2018	7.6	10.4	23:50	3	0:30		1.4	1	9:40	0.2	9:00	7.7	217	22:50	37	215		
02/12/2018	10.3	12	13:00	9.2	7:50		0	0	0:00	0	0:00	12.6	222	13:10	50.1	232		
03/12/2018	10.8	14	15:20	8.3	23:40		0.3	0.3	11:30	0.2	11:30	8.9	209	9:30	31.8	219		
04/12/2018	9.9	16.3	14:00	5.1	8:00		0	0	0:00	0	0:00	3.4	163	18:00	15.5	201		
05/12/2018	9.2	16.9	15:20	2.4	7:50		0	0	0:00	0	0:00	4.9	194	13:00	26.1	201		
06/12/2018	8.2	12.7	12:00	3.2	8:00		0	0	0:00	0	0:00	3.1	49	15:10	12	26		
07/12/2018	7.3	13.3	13:30	0.3	6:40		0	0	0:00	0	0:00	8.3	246	20:20	49.4	331		
08/12/2018	7.1	13.1	15:00	2.5	8:00		0	0	0:00	0	0:00	5.5	217	14:40	20.1	249		
09/12/2018	6.9	12.7	12:10	0.4	8:00		0	0	0:00	0	0:00	7.3	342	15:40	34.6	2		
10/12/2018	7	11.6	14:20	0.6	23:50		0	0	0:00	0	0:00	4.3	309	15:20	17.6	17		
11/12/2018	3.1	9.5	14:50	-1.4	4:30		0	0	0:00	0	0:00	2.7	157	22:30	12	106		
12/12/2018	6.8	10	13:40	3.2	5:30		0	0	0:00	0	0:00	5.9	227	21:50	38.8	237		
13/12/2018	7.6	10.1	2:50	6.3	19:00		10.6	2.7	10:10	0.7	10:10	13.5	288	17:40	48.7	341	6.722580645	21.2
14/12/2018	6	9.5	14:20	1.4	22:40		0.3	0.2	0:00	0.1	0:00	13.4	293	9:30	42	295		
15/12/2018	9.2	11.8	17:20	2.3	0:00		0	0	0:00	0	0:00	13	224	14:00	46.2	225		
16/12/2018	9.4	13.1	12:10	4	23:30		8.1	2.1	7:20	0.8	15:50	12.9	240	15:50	56.4	313		
17/12/2018	3.7	9.7	14:10	-0.1	8:10		0	0	0:00	0	0:00	5.7	192	19:40	19.4	227		
18/12/2018	4.9	9.3	21:20	0.1	2:30		0	0	0:00	0	0:00	7	206	23:20	40.9	203		
19/12/2018	7.7	11.4	15:00	5.1	21:50		0	0	0:00	0	0:00	13.9	230	11:20	42.3	237		
20/12/2018	8.5	12.4	13:10	4.8	8:30		0	0	0:00	0	0:00	9.5	224	15:30	31.4	252		
21/12/2018	10.9	12.5	13:40	9.2	0:00		0	0	0:00	0	0:00	14.3	227	11:20	52.6	234		
22/12/2018	9.8	15.5	13:50	4.5	23:50		0	0	0:00	0	0:00	6	189	1:30	18.4	218		
23/12/2018	7	14.9	14:30	1	7:50		0	0	0:00	0	0:00	3.9	146	15:20	16.2	225		
24/12/2018	4.8	13.6	15:00	-1.6	8:10		0	0	0:00	0	0:00	2.6	148	22:00	10.6	77		
25/12/2018	4.1	11.3	14:10	0	8:10		0	0	0:00	0	0:00	1.7	110	19:20	8.8	156		

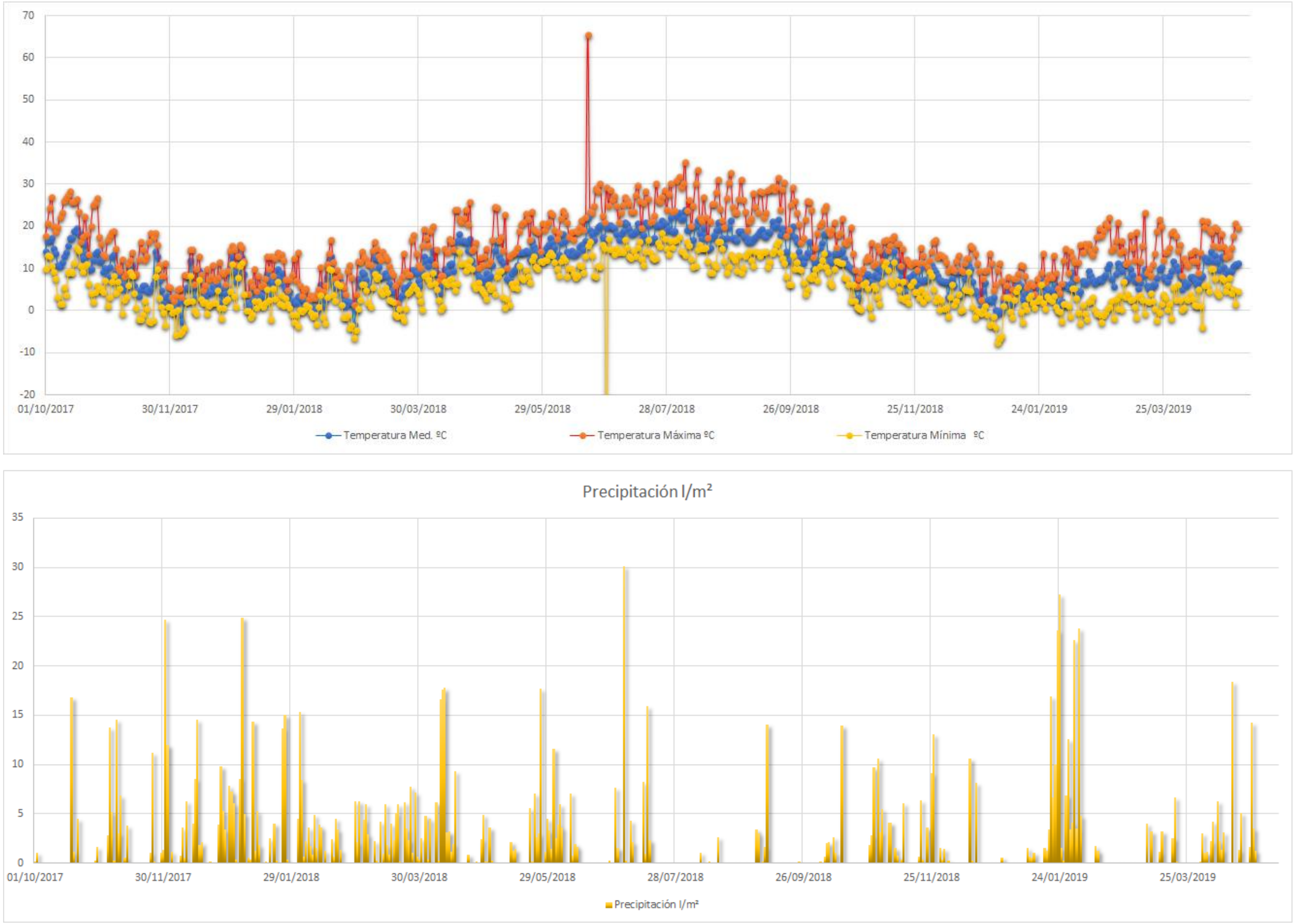
Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
26/12/2018	3	9.5	14:40	-0.4	4:50		0	0	0:00	0	0:00	4.3	174	13:00	21.5	230		
27/12/2018	1	2.5	16:50	-0.6	9:20		0	0	0:00	0	0:00	2.8	115	9:10	12.3	94		
28/12/2018	4.8	7.7	15:20	0.3	1:30		0.5	0.2	18:40	0.1	11:20	4.2	346	16:00	21.2	1		
29/12/2018	6.6	9.5	11:40	1.1	23:50		0	0	0:00	0	0:00	11.2	344	15:10	30.7	24		
30/12/2018	2.5	9.7	15:00	-1	4:20		0	0	0:00	0	0:00	3.5	230	16:00	19	18		
31/12/2018	2.7	13.6	14:50	-3.5	7:20		0	0	0:00	0	0:00	3.3	338	15:30	26.5	2		
01/01/2019	2.4	11.3	13:40	-3.2	8:20		0	0	0:00	0	0:00	6.1	341	15:20	27.5	341		
02/01/2019	3.3	4.8	10:20	-1.4	23:30		0	0	0:00	0	0:00	11.2	2	17:30	37	2		
03/01/2019	0.1	6.3	15:20	-3.9	8:20		0	0	0:00	0	0:00	3.7	190	14:30	16.2	342		
04/01/2019	-0.6	9.7	14:20	-7.6	8:10		0	0	0:00	0	0:00	3	33	14:50	28.2	16		
05/01/2019	-0.1	11.3	14:50	-6.8	7:40		0	0	0:00	0	0:00	2.4	237	16:10	11.3	349		
06/01/2019	0	7.1	14:40	-6.1	3:40		0	0	0:00	0	0:00	6.2	339	16:50	24.3	18		
07/01/2019	2.4	3.3	12:50	1.2	22:50		0	0	0:00	0	0:00	13.1	3	15:50	35.6	1		
08/01/2019	4.3	6	14:00	3.1	1:30		0	0	0:00	0	0:00	9.9	359	0:50	35.6	11		
09/01/2019	5.2	8.1	12:10	3	22:00		1.5	0.5	18:30	0.2	17:40	12.7	337	9:00	38.1	343		
10/01/2019	1.7	3.5	15:00	-0.2	20:20		0.6	0.2	2:40	0.1	2:00	10.9	358	6:00	37	31		
11/01/2019	1.9	5.1	11:30	-1.7	8:10		0.5	0.4	20:20	0.1	18:20	6.4	358	14:30	30.3	7		
12/01/2019	4.5	7.5	12:50	2.6	0:00		1	0.3	7:20	0.2	10:10	7	329	13:10	32.8	353		
13/01/2019	5.8	7.6	15:40	4.5	7:20		0	0	0:00	0	0:00	5.5	307	0:20	20.8	356		
14/01/2019	6.7	8.8	14:30	5.5	7:20		0	0	0:00	0	0:00	5.4	349	13:10	26.8	11		
15/01/2019	6	10.9	15:40	-0.2	23:40		0	0	0:00	0	0:00	3.9	26	18:10	15.5	141		
16/01/2019	2.8	10.7	14:30	-2.7	7:20		0	0	0:00	0	0:00	5.4	195	15:30	27.2	242	3.85483871	145.6
17/01/2019	3.9	8.3	13:30	1.3	0:40		1.5	0.6	3:20	0.2	2:50	5.5	313	14:30	37.4	347		
18/01/2019	3	5.6	14:00	0.2	7:50		1.2	0.9	22:30	0.5	22:10	4.5	203	16:20	20.8	226		
19/01/2019	4.5	6.3	10:30	3	2:30		3.4	1.2	21:40	0.3	21:30	8	215	12:10	30	221		
20/01/2019	4.4	6.7	13:10	3.6	2:10		16.9	2.8	14:40	1.2	14:00	8.4	325	12:20	46.9	339		
21/01/2019	3.5	5.9	12:30	1.9	21:30		6.7	2.2	5:10	0.9	2:50	10.7	331	13:10	33.5	340		
22/01/2019	2.3	3.9	9:50	0.6	3:20		10	1.4	15:00	0.5	14:30	7.2	264	14:40	32.5	295		
23/01/2019	5.3	7.6	7:40	2.4	2:10		23.6	2.6	9:40	0.6	9:30	20.6	314	8:30	60.3	312		
24/01/2019	4.1	6.2	23:50	2.9	11:00		27.3	3.1	1:40	0.7	3:40	7.3	349	1:10	38.1	346		
25/01/2019	7.2	8.9	13:20	6.3	0:00		1.5	0.6	1:00	0.2	1:00	14.4	337	3:00	56.1	340		
26/01/2019	7.4	13.5	15:20	1.8	23:40		0.3	0.2	0:20	0.1	0:20	3.6	225	12:10	15.2	189		
27/01/2019	4.1	6.6	13:30	0.4	3:20		6.9	2.4	20:20	0.7	19:50	16.1	305	14:00	64.2	322		
28/01/2019	5.4	7.6	11:40	3.4	0:50		12.6	2	16:50	0.8	16:50	17.4	302	11:40	72.3	322		
29/01/2019	4.9	8.6	15:10	2.8	23:30		3.4	1.4	14:40	0.8	14:10	15.7	283	20:30	57.5	320		
30/01/2019	4.8	7.8	15:50	2.3	4:10		4.1	1.5	23:20	0.4	23:20	12.6	244	18:00	48.3	237		
31/01/2019	8.3	13.1	16:00	3.4	0:30		22.6	5	21:50	1.4	21:10	13.9	229	15:30	62.1	232		
01/02/2019	6	9.1	13:00	0.8	23:20		3.5	1.8	22:50	0.7	22:30	17.5	238	8:00	63.5	230		
02/02/2019	1.5	5.3	13:00	-0.1	19:40		23.8	3.5	6:40	0.7	18:10	19	316	13:00	66.7	344		
03/02/2019	1.2	4.1	16:00	-0.2	5:20		4.8	1.3	6:50	0.4	11:50	10.1	335	8:40	40.2	327	6.617857143	35.1
04/02/2019	2.3	6.4	13:50	-2.6	7:30		0.1	0.1	23:20	0.1	23:20	4.7	130	5:10	16.6	118		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
05/02/2019	6.3	11.9	15:00	1.5	7:20		0	0.1	23:20	0	0:00	3.1	140	16:50	10.2	357		
06/02/2019	6.2	14.7	16:00	1.6	2:50		0	0	0:00	0	0:00	4.5	189	18:30	27.2	241		
07/02/2019	5.3	9	12:10	1.2	23:50		0	0	0:00	0	0:00	5.5	24	13:40	29.3	0		
08/02/2019	6.4	14	16:00	-1.3	7:20		0	0	0:00	0	0:00	9.3	216	22:30	39.2	228		
09/02/2019	9.2	12.7	15:30	5.4	5:30		0	0	0:00	0	0:00	11.5	213	11:00	40.2	227		
10/02/2019	7.9	11.5	9:40	5.3	23:50		1.7	0.9	12:50	0.3	12:00	13.9	251	8:40	75.1	237		
11/02/2019	4.9	7.5	14:40	3	22:10		1.2	0.5	3:40	0.2	3:40	8.2	318	14:50	28.9	357		
12/02/2019	3.9	11.5	16:00	-0.4	7:10		0	0	0:00	0	0:00	3.4	193	18:40	14.1	190		
13/02/2019	4.6	15.6	15:20	-3	7:10		0	0	0:00	0	0:00	3.6	136	15:30	22.9	120		
14/02/2019	7.2	13.8	15:50	1.4	4:00		0	0	0:00	0	0:00	6.2	142	11:40	27.5	99		
15/02/2019	6.4	15.8	15:30	-0.7	7:30		0	0	0:00	0	0:00	5.1	238	14:20	16.6	304		
16/02/2019	6.8	14.9	13:50	-2	6:30		0	0	0:00	0	0:00	9.8	115	15:20	46.6	124		
17/02/2019	9.5	16	14:10	2.1	7:00		0	0	0:00	0	0:00	11.4	137	20:10	43.4	146		
18/02/2019	8.3	14	14:40	2.3	7:30		0	0	0:00	0	0:00	7.7	124	12:50	25.4	99		
19/02/2019	7.4	13.2	16:30	3.1	23:50		0	0	0:00	0	0:00	4.1	341	2:40	22.6	1		
20/02/2019	6.5	14.8	15:40	0.1	6:30		0	0	0:00	0	0:00	4.4	237	15:10	24	213		
21/02/2019	7.1	17.5	15:50	-0.7	7:50		0	0	0:00	0	0:00	3.8	175	17:00	15.5	156		
22/02/2019	7.7	19.6	15:40	-0.9	7:20		0	0	0:00	0	0:00	3.7	209	15:20	21.2	243		
23/02/2019	7.1	17.7	12:30	-2.8	7:10		0	0	0:00	0	0:00	7.5	344	15:10	38.8	344		
24/02/2019	8.1	18.9	14:50	-1.1	6:40		0	0	0:00	0	0:00	3.3	113	14:10	17.6	88		
25/02/2019	8.6	20.8	15:40	-0.5	7:30		0	0	0:00	0	0:00	2.8	291	18:00	13.4	332		
26/02/2019	10.2	20.1	14:20	0.4	7:10		0	0	0:00	0	0:00	4.8	124	14:10	26.8	118		
27/02/2019	11	22.2	14:50	0.8	6:30		0	0	0:00	0	0:00	6.4	311	19:30	36.3	353		
28/02/2019	7.7	14.4	14:20	2.2	23:50		0	0	0:00	0	0:00	6.5	2	15:10	28.9	19		
01/03/2019	5.7	14.9	14:00	-1.9	6:30		0	0	0:00	0	0:00	5.1	4	14:20	27.9	353		
02/03/2019	8.8	16.7	14:40	2.7	0:50		0	0	0:00	0	0:00	4.8	10	13:20	33.2	0		
03/03/2019	11.3	21	15:50	0.4	5:10		0	0	0:00	0	0:00	11.1	220	21:50	46.2	233		
04/03/2019	10.2	13.9	11:40	3.7	23:50		0	0	0:00	0	0:00	13.7	311	1:40	51.5	233		
05/03/2019	9.5	16.6	15:20	0.3	5:50		0	0	0:00	0	0:00	11.9	182	12:00	41.3	206		
06/03/2019	11.1	14.4	14:00	7	23:50		4	1.8	14:50	1.5	14:40	21.5	203	14:40	80.1	240		
07/03/2019	7.3	11.1	14:00	3.1	6:30		0.1	0.1	21:40	0.1	21:40	12.4	230	12:50	43.4	248		
08/03/2019	7.6	11.6	14:20	4	22:40		3.2	2.6	6:10	1.1	5:50	6.5	285	11:00	42.7	341		
09/03/2019	9.8	18	17:00	2.6	4:00		0	0	0:00	0	0:00	3.5	28	18:30	19	356	8.203225806	21.4
10/03/2019	8.5	14.9	12:50	2.8	4:50		0	0	0:00	0	0:00	8.9	350	14:30	38.1	359		
11/03/2019	7.1	12.1	16:40	0.8	23:40		0	0	0:00	0	0:00	6.8	355	13:40	26.1	286		
12/03/2019	7.3	18.7	14:50	-1.7	6:30	80	1.1	0.7	23:20	0.2	23:00	10.7	341	20:10	53.6	85		
13/03/2019	5.3	7.7	12:30	3.1	4:40	86	3.2	1.4	0:30	0.5	0:00	13.6	302	17:00	41.6	308		
14/03/2019	6.7	11.8	13:50	3.7	22:40	78	0.1	0.1	2:00	0.1	2:00	10.4	327	16:40	37.8	359		
15/03/2019	8.3	15.4	15:40	2.5	23:50	79	0	0	0:00	0	0:00	5.9	7	13:10	23.3	37		
16/03/2019	9.8	23.4	16:10	-0.7	4:40	67	0	0	0:00	0	0:00	5.7	260	16:10	34.6	247		
17/03/2019	6	8.9	9:50	2.3	23:40	87	0	0	0:00	0	0:00	11.8	347	11:50	45.5	357		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
18/03/2019	5.3	10	14:00	2	0:50	85	2.5	0.7	23:50	0.2	3:30	10.2	345	14:10	39.2	14		
19/03/2019	5.6	8.4	15:10	4.1	4:00	91	6.7	1.4	8:00	0.3	7:30	9.1	2	10:10	35.6	20		
20/03/2019	6.3	11	14:00	2.2	3:40	74	0.2	0.1	1:30	0.1	4:40	13.2	12	18:00	42.7	29		
21/03/2019	6.1	13.6	15:20	0.4	7:10	77	0	0	0:00	0	0:00	6.1	327	17:20	24.3	356		
22/03/2019	7.8	18.9	15:50	-2.4	6:30	66	0	0	0:00	0	0:00	4.1	7	18:40	26.1	3		
23/03/2019	9.8	21.6	15:30	-0.5	6:30	64	0	0	0:00	0	0:00	4	53	16:30	27.5	29		
24/03/2019	10.3	20	12:40	1.5	6:30	69	0	0	0:00	0	0:00	8.2	9	16:50	36	20		
25/03/2019	8	12.1	14:30	4	21:30	76	0	0	0:00	0	0:00	12.2	3	14:40	41.3	14		
26/03/2019	7.5	13.8	14:30	2.9	23:50	60	0	0	0:00	0	0:00	16.6	1	13:50	45.9	3		
27/03/2019	6.9	14.1	15:00	0.3	5:50	68	0	0	0:00	0	0:00	12.3	352	10:40	40.6	18		
28/03/2019	8.4	15.1	15:30	1.7	23:50	73	0	0	0:00	0	0:00	9.7	352	13:10	36	19		
29/03/2019	9.5	18.4	15:40	-1.8	6:10	61	0.1	0.1	10:00	0.1	10:00	11.4	143	21:20	63.1	149		
30/03/2019	11.8	18.8	15:00	5.6	6:20	49	0	0	0:00	0	0:00	7.5	106	2:00	34.6	85		
31/03/2019	10.7	17.8	15:10	2.5	6:20	57	0.2	0.2	23:50	0.2	23:50	6.9	129	23:50	36.3	153		
01/04/2019	9.6	14.2	17:10	6.1	5:40	84	3	2.9	0:40	0.7	0:30	4	141	0:00	34.6	139		
02/04/2019	8.3	15.6	13:30	2.5	6:10	84	1	0.8	22:00	0.4	22:00	8.6	2	17:00	39.5	0		
03/04/2019	5.1	8.2	12:10	0.3	20:30	79	1.1	0.6	20:30	0.4	20:20	12.7	309	13:20	51.9	328		
04/04/2019	6.8	12.4	15:40	0.7	2:10	57	0	0	0:00	0	0:00	12.7	231	19:40	56.8	225		
05/04/2019	6	11.6	11:10	2.9	23:20	78	2.2	1.4	13:40	0.7	13:30	6.8	170	13:20	36.7	231		
06/04/2019	6.5	10.7	16:20	2.6	4:50	76	4.2	2.6	20:00	1.2	19:20	11.3	224	11:30	47.6	228		
07/04/2019	8	13.7	16:40	3.9	6:00	71	0	0	0:00	0	0:00	8.2	229	20:20	42	246		
08/04/2019	8.1	11.8	15:40	2.8	23:50	87	6.3	2	8:50	0.7	8:30	7.1	16	12:30	27.5	1		
09/04/2019	7.2	14.3	14:30	1.4	1:30	80	2.2	1.4	19:10	0.4	19:00	10.5	254	15:30	42.3	311		
10/04/2019	6.2	11.8	11:20	1.2	6:40	89	1.3	0.9	13:50	0.5	13:30	8.4	359	16:30	32.8	349		
11/04/2019	6.8	9	14:30	5	5:30	90	3.1	1.1	14:10	0.6	14:00	10.4	320	8:20	32.1	307		
12/04/2019	8.1	13.9	15:00	1.2	23:50	78	0	0	0:00	0	0:00	7.9	345	14:20	30	344		
13/04/2019	8.3	21.4	16:00	-4	5:50	65	0	0	0:00	0	0:00	4	62	18:20	27.9	354		
14/04/2019	12.6	19.9	14:50	5.9	4:00	73	0	0	0:00	0	0:00	6.3	19	11:20	31.8	354	9.523333333	69.8
15/04/2019	11.8	21.3	14:00	6	5:20	86	18.4	9.8	16:00	4.6	15:30	6.6	80	15:20	57.5	272		
16/04/2019	12.5	19.3	16:30	4.7	5:50	70	0.1	0.1	0:00	0.1	0:00	5.6	100	21:40	32.8	103		
17/04/2019	14	18.6	16:00	9.9	5:50	65	0	0	0:00	0	0:00	15.9	120	9:30	62.1	151		
18/04/2019	11.9	15.5	14:30	10	22:00	78	1.3	0.6	23:50	0.2	23:20	12.1	97	0:30	48.7	104		
19/04/2019	13.1	19.8	15:40	7.5	23:50	73	5.1	2.1	3:20	0.6	2:50	8.3	97	3:20	50.1	98		
20/04/2019	11.8	19.3	13:30	4.3	5:20	76	0	0	0:00	0	0:00	9.5	2	15:10	39.5	1		
21/04/2019	9.7	15.2	13:00	3.7	5:50	82	0	0	0:00	0	0:00	4.9	12	17:10	27.9	355		
22/04/2019	12.9	18.2	15:00	7.9	5:50	72	0	0	0:00	0	0:00	6	174	15:10	29.3	182		
23/04/2019	10.4	15.3	9:40	7.3	20:50	77	1.6	1.3	13:30	0.5	13:20	9	196	12:40	39.9	240		
24/04/2019	8.7	12.6	14:20	4.5	5:50	74	14.2	5.3	17:50	2.7	17:20	16.1	188	17:00	57.5	134		
25/04/2019	9.5	14	13:40	6	6:00	67	3.5	4	0:20	1.1	0:00	17.7	235	17:10	68.4	234		
26/04/2019	9.4	13.1	11:00	7.9	23:50	75	1.2	0.9	12:00	0.8	11:50	11.4	309	5:00	36.7	244		
27/04/2019	9.5	14.9	12:50	4.2	3:30	83	0	0	0:00	0	0:00	8.9	3	16:20	37.4	358		

Día	Temperatura					Hum.	Precipitación l/m²					Viento					Tª media mensual (ºC)	Precipitación acumulada Mensual (mm)
	Med.	Máxima		Mínima		Med.	Total	Máxima horaria		Máxima 10 min.		Medio		Racha máxima				
	ºC	ºC	hora TMG	ºC	hora TMG	%	24h		hora TMG		hora TMG	Km/h	Dir.	Hora	Km/h	Dir.		
28/04/2019	10.5	17.8	15:10	5	23:50	76	0	0	0:00	0	0:00	6.4	7	16:30	29.6	29		
29/04/2019	11.1	20.7	15:20	1.5	5:00	76	0	0	0:00	0	0:00	5.8	7	17:50	28.6	25		
30/04/2019	11.3	19.7	14:30	4.7	3:00	73	0	0	0:00	0	0:00	6.1	16	14:50	29.3	21		




70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
01/10/2017
30/11/2017
29/01/2018
30/03/2018
29/05/2018
28/07/2018
26/09/2018
25/11/2018
24/01/2019
25/03/2019
Temperatura Med. ºC
Temperatura Máxima ºC
Temperatura Mínima ºC
Precipitación l/m²
35
30
25
20
15
10
5
0
01/10/2017
30/11/2017
29/01/2018
30/03/2018
29/05/2018
28/07/2018
26/09/2018
25/11/2018
24/01/2019
25/03/2019
Precipitación l/m²

FECHA	PRECIPITACIÓN ACUM. MENSUAL (mm)	Tª MEDIA MENSUAL (ºC)
oct.-17	25.70	13.74
nov.-17	65.50	7.04
dic.-17	110.40	4.72
ene.-18	111.80	5.62
feb.-18	70.80	3.41
mar.-18	86.90	7.05
abr.-18	95.30	11.30
may.-18	55.50	12.01
jun.-18	47.00	16.51
jul.-18	65.70	19.30
ago.-18	3.90	18.93
sep.-18	22.80	17.95
oct.-18	47.90	11.86
nov.-18	60.80	9.05
dic.-18	21.20	6.72
ene.-19	145.60	3.85
feb.-19	35.10	6.62
mar.-19	21.40	8.20
abr.-19	69.80	9.52

APÉNDICE 13. DOCUMENTACIÓN RELATIVA A LA CONTRUCCIÓN DE SIFONES

13.1. Apéndice 3. Construcción de Sifones al “Proyecto Constructivo de la Estación Intermodal de Gijón. (Infraestructura y Arquitectura)”.

Julio 2010

APÉNDICE 3

CONSTRUCCIÓN DE SIFONES

1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE SIFONES

1.1. Introducción

Como ya se ha comentado anteriormente en este Anejo, con gran probabilidad las pantallas del soterramiento interrumpirán la circulación de agua de los acuíferos. Para mitigar este efecto, se ha previsto la instalación de sifones, conformados por un pozo de admisión que recoge el flujo subterráneo aguas arriba de las pantallas y otro pozo de inyección de idénticas características que introduce el agua en el citado acuífero aguas abajo.

A continuación se describen las distintas fases de ejecución de los sifones, incluyéndose una breve descripción de las mismas:

- Ejecución de pantallas y excavación
- Perforación de pozos drenantes mediante máquina pilotadora hasta cota de fondo de excavación.
- Equipamiento de pozos drenantes.
- Ejecución desde el intradós de las pantallas de perforaciones horizontales tipo Symmetrix, con una sección de ø 250 mm y tubería de acero galvanizado, hasta llegar al centro de los pozos ya ejecutados.

1.2. Ejecución de pantallas

Las pantallas se construirán con una máquina apantalladora normal, probablemente con hidrofresa en las litologías más competentes, evitando el uso de lodos bentoníticos siempre que sea posible. En aquellos paneles de pantalla en los que se prevea construir sifones, la armadura dejará un hueco sin armar de aproximadamente 1 m2, cuyo centro estará a una cota tal que quede como máximo 1 m por encima del fondo de excavación previsto . En ese hueco sin armadura se hará la perforación horizontal.

A continuación, se procede al vaciado del hueco entre pantallas, hasta la cota de excavación prevista en el proyecto.

1.3. Perforación de pozos drenantes mediante pilotadora

Un pozo típico tiene la de profundidad prevista en el Anejo, con diámetro interior de 1.000 mm y exterior de 1.400 mm. Se deberá llevar un estricto control geológico de la perforación, para conocer con exactitud donde se sitúa el límite permeable-impermeable en cada pozo. El fondo de pozo al menos en 2 m, debe quedar en sustrato impermeable.

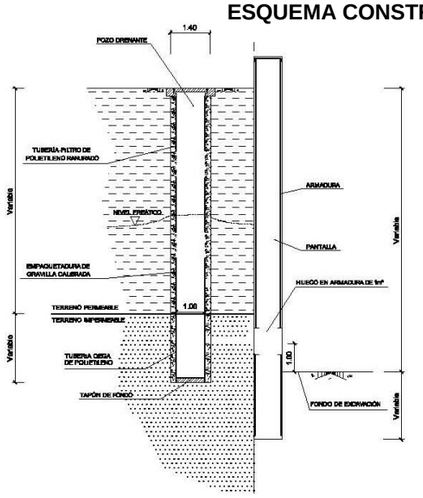
Debido al gran diámetro de los pozos, se ha proyectado la ejecución de los mismos mediante máquina pilotadora, aunque también pueden perforarse con una máquina de perforación a percusión como las que se utilizan para pozos de abastecimiento.

De entre los métodos de ejecución posibles, atendiendo a las características del subsuelo y dado que entre los materiales constituyentes del acuífero se pueden encontrar bolos de dimensiones importantes, se ha previsto que el método empleado sea la perforación con camisa recuperable, indicada para terrenos inestables, aunque dado que las gravas están ligeramente cementadas, es posible que pueda prescindirse parcial o totalmente del encamisado.

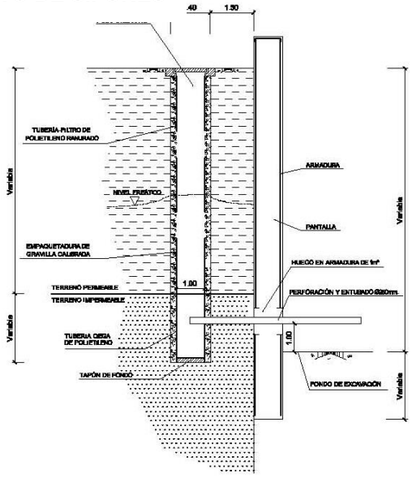
El elemento de perforación puede ser a rotación (hélice o cazo) ó con cuchara y trépano pudiendo así atravesar niveles competentes.

Si por alguna causa fuese necesario utilizar lodos bentoníticos (no recomendados por disminuir la permeabilidad del terreno), se deberá limpiar cada pozo mediante sobrebombeos, una vez equipado.

ESQUEMA CONSTRUCTIVO DE SIFONES



1. CONSTRUCCIÓN DE PANTALLAS, PERFORACIÓN Y EQUIPAMIENTO DE POZOS DRENANTES CON TUBERÍA DE POLIETLENO RANURADO .



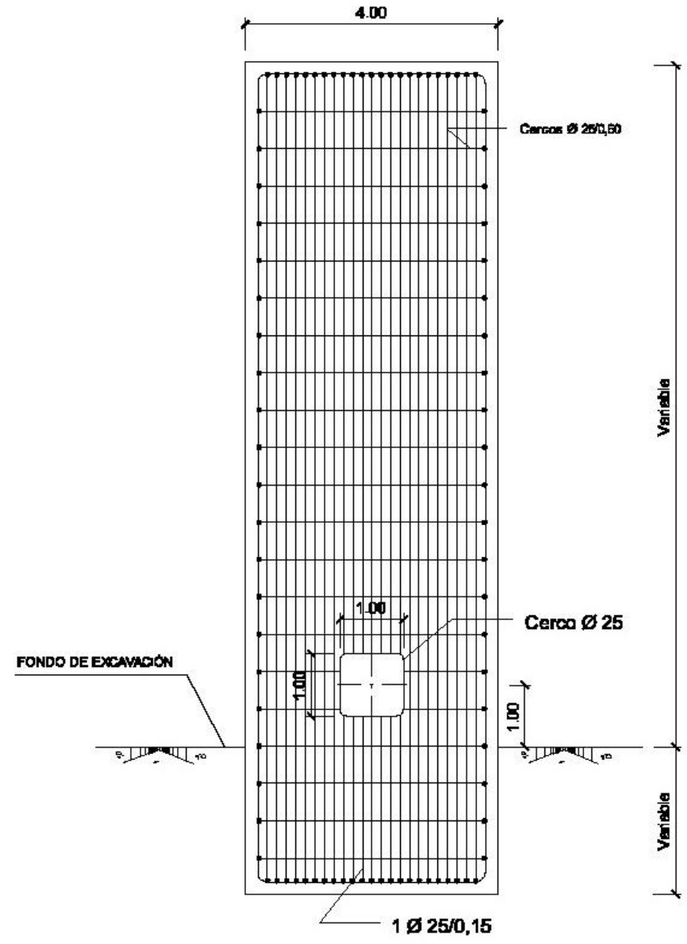
2. PERFORACIÓN HORIZONTAL Y ENTUBADO SIMULTANEO CON Ø250MM

1.4. Equipamiento de los pozos drenantes

Una vez ejecutada la excavación, se prevé introducir tubería-filtro de puentecillo de acero galvanizado a lo largo del sustrato permeable, mientras que en el sustrato impermeable se instalaría tubería ciega de acero galvanizado. Posteriormente se ejecutaría el relleno, mediante empaquetadura de gravilla calibrada, del espacio existente entre excavación y tubería-filtro.

La introducción de la tubería de acero galvanizado hasta cota de fondo de excavación se encuentra condicionada por la perforación horizontal efectuada mediante sistema Symmetrix. Esto es debido a que el mencionado sistema presenta dificultades a la hora de perforar tuberías de acero. Por este motivo se han estudiado dos soluciones alternativas a la solución original que hacen viable la perforación de los pozos de drenaje por parte del Symmetrix.

ALZADO DE PANTALLA CON HUECO EN ARMADURA PARA PERFORACIÓN HORIZONTAL.



En la primera opción se proyecta la introducción de tubería-filtro de puentecillo de acero galvanizado a través del sustrato permeable. Pero, dado que la perforación horizontal se realiza a la altura del sustrato impermeable, en los últimos metros de

excavación localizados en dicho sustrato se ha previsto rellenar la zona excavada con hormigón de limpieza HM-15. Una vez fraguado el hormigón se procederá a la reperforación del relleno en un diámetro inferior a 1000 mm (800 mm).

Conforme a lo indicado en esta primera opción, el sistema Symmetrix no tendrá dificultades en perforar hormigón una vez llegue al pozo de drenaje, ya que llega a la zona hormigonada.

La segunda opción consiste en sustituir en toda su longitud la tubería de acero galvanizado por tubería de polietileno ranurada..

1.5. Perforación horizontal

Una vez construidos los pozos drenantes a ambos lados del cajón ferroviario se procederá a la ejecución desde el intradós de las pantallas de los sondeos horizontales de unos 3 m de longitud, desde el fondo de la excavación entre pantallas.

Para perforar hormigón con este sistema, se debe disponer broca o corona de diamante de ø 250 mm.

La máquina de perforación horizontal se instalará en el fondo de la excavación efectuada entre pantallas, en una etapa previa a la construcción de la losa de fondo, y una vez construidos los pozos de drenaje. Si se utilizan tuberías de 3 m (como se propone más adelante), la corredera de la máquina (habitualmente de 6 m) puede ser mas corta (4 m), dejando mayor espacio libre en el fondo de excavación.

Dadas las dimensiones máximas de la máquina de perforación (1,86 x 2,00 metros), la perforación puede iniciarse tan sólo 1 m por encima del fondo de excavación.

La conexión entre sifones puede hacerse a cualquier altura, siempre que se esté por debajo del nivel piezométrico, por lo que perfectamente puede utilizarse el fondo de excavación como plataforma de trabajo para la perforación, pudiéndose incluso perforar a mayor altura, si bien se recomienda un proceso fijo de construcción.

Tras el montaje del sistema se ejecuta la perforación mediante Symmetrix HZ.

A continuación se realiza de forma genérica una breve descripción del principio de trabajo asociado a este sistema:

- La broca piloto es conectada a la corona mediante un acoplamiento tipo bayoneta. Ambos rotan sincronizadamente y abren el taladro lo suficientemente grande para permitir a la zapata introducir la tubería de revestimiento sin problemas.
- La corona gira libre de la zapata la cual está soldada al tubo de revestimiento. Durante la perforación el revestimiento es arrastrado sin movimiento alguno de rotación.
- El flujo del aire o aire/agua es eyectado a través de los taladros centrales de la boca piloto y retorna inmediatamente por las hendiduras laterales de ésta, saliendo al exterior del taladro por el espacio interanular entre los tubos/barras de perforación y la armadura. Esto asegura una alta velocidad del flujo con una baja degradación del taladro.
- La fuerza de penetración es transmitida solamente a través de la sarta de perforación a corona. Cuando el taladro llega a su fin, la broca piloto es liberada de la corona mediante un ligero movimiento giratorio inverso y retirada al exterior a través de la armadura. En este caso de perforación horizontal todos los componentes del sistema se recuperan, excepto la corona anular ensanchadora, que es perdida.

En nuestro caso particular, bastaría con introducir una tubería galvanizada de 3 m de longitud, la cual puede prepararse de fábrica con la zapata soldada, y una rosca en cabeza, en la cual se enroscaría una válvula inmediatamente después de terminada la perforación, ya extraída la sarta de varillaje interior. La finalidad de dicha válvula es cerrar el paso del agua y permitir el resto de la instalación de la tubería de conexión entre los dos pozos que componen el sifón.

Por último, se procede a sellar la tubería a la pantalla con resina aquarreactiva u otro sistema adecuado, de manera que la junta quede impermeabilizada totalmente.

2. PERFORACIÓN HORIZONTAL

2.1. Sistema Symmetrix de perforación horizontal

El sistema de perforación con revestimiento simultáneo existente hasta hace poco era el Odex. Recientemente, como evolución de éste, aparece el método Symmetrix.

La gama de sistemas Symmetrix de perforación representa lo último en tecnología en el avance simultáneo del tubo de revestimiento. Es un sistema ingeniosamente simple compuesto por un método de perforación concéntrico con arrastre simultáneo del tubo de revestimiento, en cualquier tipo de suelo, cualquier ángulo y con longitudes superiores a los 100 metros.

Los tres componentes principales del sistema son los siguientes:

- Una broca piloto: que perfora el centro del orificio y guía la sarta de perforación. La broca piloto se acopla a cualquier culata de un martillo en fondo DTH normal o rosca de la barra de un martillo en cabeza.
- Una zapata: soldada al tubo de revestimiento que se despliega por el impacto del martillo y la broca piloto.
- Una broca anular simétrica: que se encuentra bloqueada con la broca piloto y ensancha el barreno para que el tubo de revestimiento avance. Existen tres tipos diferentes de conjuntos de broca anular y zapata:
    - Broca anular independiente sin conexión a la zapata
    - Un anillo de cierre que mantiene unidas una broca anular y una zapata.
    - Un conjunto montado en fábrica con una broca anular y una zapata integradas.



Según el uso del tubo de revestimiento se deja en el orificio de forma permanente o se tira de él para extraerlo. La gama Symmetrix incluye sistemas de perforación con tubos de revestimiento tanto permanentes como recuperables, de acero, PVC u otros materiales. En el caso de los tubos de revestimiento permanentes, la broca anular es perdida y se deja en el fondo del orificio; mientras que en la perforación con tubos de revestimiento recuperables, se recuperan todos los componentes del sistema para su reutilización.

Con el sistema Symmetrix denominado HZ, la perforación con revestimiento se realiza usando un martillo de fondo convencional, independientemente de las condiciones geológicas que puedan encontrarse. Si el tubo de revestimiento no es muy largo, puede usarse también con martillo en cabeza. Las características típicas del Symmetrix HZ son el diseño robusto de la corona y de la broca piloto. El sistema se puede usar en cualquier ángulo, aunque la mayoría de las veces se perfora horizontalmente.



Symmetrix HZ

En esta perforación horizontal se da una alta fricción del revestimiento. Para hacer que el sistema sea más resistente a la fricción en perforaciones largas, Symmetrix HZ tiene dos robustos resaltes de impacto. La precisión de perforación suele ser objeto de discusión en la perforación horizontal y puede mejorar durante la instalación del equipo de perforación si se conocen bien las condiciones del terreno.

Las máquinas de perforación horizontal son sencillas. Constan de deslizaderas horizontales bastante simples con patas ajustables, un cabezal rotativo y una fuerza de empuje alta. Se requiere un par elevado ya que las barras de perforación son de tipo helicoidal, para extraer el material del orificio perforado. Son necesarias unas altas fuerzas de empuje para vencer la fricción entre la tubería y el terreno.

El principio de trabajo y el diseño de Symmetrix asegura unos costes de funcionamiento, uso de consumibles y tiempos de inactividad bajos.

Los cabezales y varillaje son de aleación de acero de alta calidad y montados con maquinaria de precisión, que les confiere una estructura con encajes perfectos. Los elementos de corte son insertos de carburo de tungsteno (widia) duraderos.

2.2. Perforadora horizontal SG-PH-220

Este equipo de perforación se ha diseñado para perforaciones de 95 mm hasta 1200 mm de diámetro, con bastidor principal y bastidor auxiliar para usar tubos de hasta 6 metros de longitud, con una máximo par de rotación de 7000 kg./m., y un empuje de 250 Tm.

El grupo motriz diesel-hidráulico de 280 CV, se monta en caseta separada.

Se describen a continuación los elementos principales:

- Grupo hidráulico de alimentación

Se trata de un grupo hidráulico con un motor VOLVO PENTA de 280 C.V. de potencia y cuatro bombas de alta presión. El grupo va montado en una caseta carenada y preparada para transporte, que puede montarse fuera de la excavación.

Sus dimensiones aproximadas son 2,2 x 2,45 m y 2,2 m de altura. Peso 3.500 kgs.

- Cabeza de rotación

Compuesta por dos motores y dos reductores en paralelo, y con tres marchas de perforación, lenta, media y rápida, obteniendo así tres gamas de velocidades y pares de rotación para llegar hasta 1.500 mm de diámetro de hélice.

- Bastidor principal

Con una longitud de 6 metros, un ancho de 1.86 metros y una altura de 2 metros.

Tiene niveladores de husillo manuales, sobre el mismo se monta la cabeza de rotación, el carro de deslizamiento sobre amplios rodillos para contrarrestar los grandes pares de reacción que se transmiten a la bancada.

Por delante del carro se monta el escudo, para empujar los tubos y para la conducción final de las tierras y rocas excavadas.

Carro y escudo avanzan mediante el empuje de dos cilindros hidráulicos principales que proporcionan 225 toneladas de empuje a 300 bar.

Se dispone de (2) pequeños cilindros de 65 x 35 x 250 para desplazamiento de la cabeza de rotación, dispositivos muy convenientemente en caso de tener que avanzar en terreno con bolos de gran tamaño y dureza.



Vista general de una perforación horizontal

Sobre el carro se monta un cabestrante de 3.600 Kgs. de tiro en línea con embrague incorporado. El carro también lleva un cilindro de doble pistón para el anclaje lateral sobre bastidor en diferentes posiciones y conseguir el efecto de prolongadores de los vástagos de los cilindros de empuje.

Detrás del escudo y a uno de los lados de la bancada está el módulo del operador, con los distribuidores, reguladores e indicadores del conjunto operativo al alcance de un operador sobre asiento regulable de tipo cabina de máquina de obras.

- Peso de bancada corta: 1.800 Kg
- Peso de módulo de máquina : 6.000 Kg

(cabeza, aro de empuje, marco de apoyo, cilindros principales, cilindros auxiliares, cabestrante, cerrojo y marco trasero de apoyo).



Grupo hidráulico

13.2. Nota técnica sobre la perforación horizontal para la ejecución de sifones en el “Proyecto de Construcción de la Integración del Ferrocarril en la ciudad de Logroño”.

Mayo 2009

NOTA TÉCNICA SOBRE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL PARA LA EJECUCIÓN DE SIFONES EN EL "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE LOGROÑO"

MAYO 2009

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. INFORMACION RECABADA 4

2.1. Sistema Symmetrix de perforación horizontal 4
2.2. Perforadora horizontal SG-PH-220 7

3. PROCESO CONSTRUCTIVO DE SIFONES 12

3.1. Introducción 12
3.2. Ejecución de pantallas 12
3.3. Perforación de pozos drenantes mediante pilotadora 13
3.4. Equipamiento de los pozos drenantes 14
3.5. Perforación horizontal mediante sistema Symmetrix 15

APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1. SISTEMA SYMMETRIX. EXTRACTO DEL MANUAL DE LAS HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN CON REVESTIMIENTO SIMULTÁNEO

APÉNDICE Nº 2. TUBERÍAS DE POLIETILENO RANURADAS

APÉNDICE Nº 3. BOMBEOS PARA LIMPIEZA DE LODOS BENTONÍTICOS EN POZOS DE DRENAJE

APÉNDICE Nº 4. FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se redacta a petición del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) con el objeto de describir los trabajos de perforación horizontal para la ejecución de sifones incluidos en el proyecto de "Construcción de la Integración del Ferrocarril en la Ciudad de Logroño".

A modo de introducción consideramos conveniente hacer una breve descripción de aquellos aspectos del proyecto general que puedan resultar interesantes para clarificar el contenido del informe que nos ocupa.

El inicio del trazado global se sitúa en el pk 0+000, en la zona de El Camino del Cortijo localizado al Noroeste de la ciudad de Logroño y su final en el pk 5+966, al Este de la ciudad de Logroño entre las zonas de la Universidad y la Estrella, en la salida de la actual línea ferroviaria en dirección Castejón de Ebro, antes de llegar al puente sobre el río Iregua. La longitud total es de 5.965 m, y su trazado, en su mayor parte, es urbano recorriendo el casco de la ciudad de Logroño desde la calle Fuenmayor (pk 1+280) hasta la carretera de Circunvalación (pk 5+210), pasando por la actual Estación de Logroño. El trazado sigue la línea ferroviaria actual en todo su recorrido.

Las actuaciones contempladas en este informe se incluyen dentro de la denominada Fase 1. Dicha fase comienza en el pk 3+150 del trazado global y termina en el pk 5+965,80 del mismo, punto final del trazado. Se ha empleado una nueva kilometración para este tramo, de modo que el pk de inicio de la Fase 1 se corresponde con el pk 3+150 del trazado global, correspondiendo el pk 2+815 de la Fase 1 con el final del trazado global como ya se ha indicado.

En referencia a la tramificación estructural, a lo largo del trazado se han diseñado diversos tipos estructurales, de los cuales se extraen en la siguiente tabla los correspondientes a la Fase 1:

TRAMIFICACIÓN ESTRUCTURAL		
PK	**LONGITUD (m)**	**DESCRIPCIÓN**
0+114– 0+247	133	Rebaje de la rasante para ejecutar la rampa de acceso al soterramiento. Losa de fondo y muretes laterales.
0+247 – 0+273	26	Paso Superior Avda. Gral. Vara del Rey. Rebaje de la rasante. Losa inferior y pantallas.
0+273 – 0+636	363	Losa superior y de fondo. Pantalla con sifones.
0+636 – 1+320	684	Misma solución estructural que la anterior pero con las singularidades de la losa de fondo reforzada y ejecución de pilares intermedios debido al sobreancho de la estación.
1+320 – 1+420	100	Losa superior y de fondo y pantalla con sifones.
1+420 – 1+660	240	Losa superior y de fondo y pantalla con portillos.
1+660 – 1+820	160	Losa de fondo y pantallas laterales con portillos
1+820 – 1+875	55	Losa de fondo con muros laterales.
1+875 – 1+887	12	Paso Superior C/ Tirso de Molina. Rebaje de la rasante y losa de fondo

Tipologías estructurales a lo largo de todo el trazado de la Fase 1.

Como se puede comprobar en el cuadro adjunto, el tramo del trazado en el que se ha previsto la ejecución de túnel entre pantallas con sifones y losa de fondo, se localiza entre los ppkk 0+273 y 1+420.

Entre los pp.kk. 0+630 y 1+400 además se prevé realizar el soterramiento de la estación. La longitud de la estación será de 770 m. Esta zona tendrá una sección especial soterrada entre pantallas.

Las secciones en las que se proyectado la ejecución de sifones tienen en común entre sí que su estructura está constituida por dos pantallas laterales empotradas un mínimo de 3,00 m en el sustrato impermeable, y una losa de fondo que varía de espesor en función de que dichas pantallas laterales se encuentren encima o debajo del nivel freático. El cubrimiento en todos los casos es una losa horizontal.

Entre los pp.kk. 0+200 y 0+940, aproximadamente, el nivel freático se encuentra situado por encima de la rasante, por lo que afecta directamente a las obras. A partir de este punto hasta el final de la estación, dicho nivel se aloja justo debajo de la rasante, por lo que su afección a los trabajos de soterramiento queda sujeta a las variaciones del mismo.

Por su parte, la columna estratigráfica general correspondiente a este tramo es la siguiente:

- Nivel superior de rellenos antrópicos y capas de asiento y balasto de la vía ferroviaria actual (Qb), con un espesor constante de aproximadamente 1 m.
- Nivel de gravas (Qgr), del orden de 3 m de potencia en la zona de inicio de la estación, hasta 7 m de espesor en la zona final. Desde el pk 0+540 hasta el final de la estación, aparece intercalado entre el nivel superior y las gravas, una capa de rellenos mal compactados (Qr), con un espesor creciente hacia el final, de entre 0,15 y 1,20 m de potencia en los primeros 280 m, y de entre 1,20 y 3 m en los 615 m restantes. Nivel permeable.
- Nivel de arcillas o limos arenosos de alteración del sustrato terciario (Qe), con un espesor variable de máximo 6 m. Nivel impermeable.
- Sustrato terciario, constituido en esta zona fundamentalmente por una alternancia de capas inclinadas de espesores muy variables, de lutitas margosas (Tac), arenisca de granos silíceos con matriz calcárea (Tar), alternancia de finas capas de lutitas margosas y areniscas (Tar-ac) y alternancia de capas delgadas de lutitas margosas y margas (Tac-ma). Nivel impermeable.

En resumen los materiales afectados por la traza corresponden esencialmente a depósitos detríticos de edad Terciario y Cuaternario. Los depósitos del Cuaternario forman un acuífero libre que descansa sobre un sustrato terciario que constituye, a efectos hidrogeológicos, la base impermeable del acuífero cuaternario.

Como se detalla en el anejo de drenaje del proyecto constructivo, se ha previsto la instalación de sifones en el acuífero, conformados por un pozo de admisión que recoge el flujo subterráneo aguas arriba de las pantallas y otro pozo de inyección de idénticas características que introduce el agua en el citado acuífero aguas abajo (ver figuras Apéndice Nº 4).

Con base en lo anterior el alcance del presente informe es definir:

- Estudio de los procesos constructivos adecuados en las obras de ejecución de sifones
- Descripción de los sistemas de perforación a utilizar, así como de la maquinaria empleada.

2. INFORMACION RECABADA

Se ha solicitado a empresas especializadas la información relativa al método de perforación horizontal que más se adecue a los trabajos a realizar, así como otros aspectos de la ejecución de sifones necesarios para desarrollar los trabajos descritos en el presente informe. Las empresas contactadas han sido las siguientes:

- Atlas-Copco S.A., España
- Talleres Segovia, S.L.
- Grupo Rodio-Kronsa, S.L.
- Polieco España, S.A.

A continuación se muestran los aspectos más relevantes del sistema de perforación horizontal recomendado. Asimismo se indican las características principales de la máquina de perforación horizontal.

2.1. Sistema Symmetrix de perforación horizontal

El sistema de perforación con revestimiento simultáneo existente hasta hace poco era el Odex. Recientemente, como evolución de éste, aparece el método Symmetrix.

La gama de sistemas Symmetrix de perforación representa lo último en tecnología en el avance simultáneo del tubo de revestimiento. Es un sistema ingeniosamente simple compuesto por un método de perforación concéntrico con arrastre simultáneo del tubo de revestimiento, en cualquier tipo de suelo, cualquier ángulo y con longitudes superiores a los 100 metros.

Los tres componentes principales del sistema son los siguientes:

- **Una broca piloto:** que perfora el centro del orificio y guía la sarta de perforación. La broca piloto se acopla a cualquier culata de un martillo en fondo DTH normal o rosca de la barra de un martillo en cabeza.
- **Una zapata:** soldada al tubo de revestimiento que se despliega por el impacto del martillo y la broca piloto.
- **Una broca anular simétrica:** que se encuentra bloqueada con la broca piloto y ensancha el barreno para que el tubo de revestimiento avance. Existen tres tipos diferentes de conjuntos de broca anular y zapata:



- Una broca anular independiente sin conexión a la zapata
- Un anillo de cierre que mantiene unidas una broca anular y una zapata.
- Un conjunto montado en fábrica con una broca anular y una zapata integradas.

Según el uso del tubo de revestimiento se deja en el orificio de forma permanente o se tira de él para extraerlo. La gama Symmetrix incluye sistemas de perforación con tubos de revestimiento tanto permanentes como recuperables, de acero, PVC u otros materiales. En el caso de los tubos de revestimiento permanentes, la broca anular es perdida y se deja en el fondo del orificio; mientras que en la perforación con tubos de revestimiento recuperables, se recuperan todos los componentes del sistema para su reutilización.

La familia de productos Symmetrix incluye el sistema de perforación horizontal, que dispone de superficies de impacto y tracción muy potentes. En perforación horizontal, la fricción entre el terreno y el tubo de revestimiento puede ser considerable y las brocas de perforación Symmetrix de perforación horizontal han sido diseñadas para demostrar una alta durabilidad en dichas condiciones. Con el sistema Symmetrix denominado HZ, la perforación con revestimiento se realiza usando un martillo de fondo convencional, independientemente de las condiciones geológicas que puedan encontrarse. Si el tubo de revestimiento no es muy largo, puede usarse también con martillo en cabeza. Las características típicas del Symmetrix HZ son el diseño robusto de la corona y de la broca piloto. El sistema se puede usar en cualquier ángulo, aunque la mayoría de las veces se perfora horizontalmente.



Symmetrix HZ

En esta perforación horizontal se da una alta fricción del revestimiento. Para hacer que el sistema sea más resistente a la fricción en perforaciones largas, Symmetrix HZ tiene dos robustos resaltes de impacto. La precisión de perforación suele ser objeto de discusión en la perforación horizontal y puede mejorar durante la instalación del equipo de perforación si se conocen bien las condiciones del terreno.

Las máquinas de perforación horizontal son sencillas. Constan de deslizaderas horizontales bastante simples con patas ajustables, un cabezal rotativo y una fuerza de empuje alta. Se requiere un par elevado ya que las barras de perforación son de tipo helicoidal, para extraer el material del orificio perforado. Son necesarias unas altas fuerzas de empuje para vencer la fricción entre la tubería y el terreno.

El principio de trabajo y el diseño de Symmetrix asegura unos costes de funcionamiento, uso de consumibles y tiempos de inactividad bajos.

Los cabezales y varillaje son de aleación de acero de alta calidad y montados con maquinaria de precisión, que les confiere una estructura con encajes perfectos. Los elementos de corte son insertos de carburo de tungsteno (widia) duraderos.

2.2. Perforadora horizontal SG-PH-220

Este equipo de perforación se ha diseñado para perforaciones de 95 mm hasta 1200 mm de diámetro, con bastidor principal y bastidor auxiliar para usar tubos de hasta 6 metros de longitud, con una máximo par de rotación de 7000 kg./m., y un empuje de 250 Tm.

El grupo motriz diesel-hidráulico de 280 CV, se monta en caseta separada.

Se describen a continuación los elementos principales:

- **Grupo hidráulico de alimentación**

Se trata de un grupo hidráulico con un motor VOLVO PENTA de 280 C.V. de potencia y cuatro bombas de alta presión. El grupo va montado en una caseta carenada y preparada para transporte, que puede montarse fuera de la excavación.

Sus dimensiones aproximadas son 2,2 x 2,45 m y 2,2 m de altura. Peso 3.500 kgs.

- **Cabeza de rotación**

Compuesta por dos motores y dos reductores en paralelo, y con tres marchas de perforación, lenta, media y rápida, obteniendo así tres gamas de velocidades y pares de rotación para llegar hasta 1.500 mm de diámetro de hélice.

- **Bastidor principal**

Con una longitud de 6 metros, un ancho de 1.86 metros y una altura de 2 metros.

Tiene niveladores de husillo manuales, sobre el mismo se monta la cabeza de rotación, el carro de deslizamiento sobre amplios rodillos para contrarrestar los grandes pares de reacción que se transmiten a la bancada.

Por delante del carro se monta el escudo, para empujar los tubos y para la conducción final de las tierras y rocas excavadas.

Carro y escudo avanzan mediante el empuje de dos cilindros hidráulicos principales que proporcionan 225 toneladas de empuje a 300 bar.

Se dispone de (2) pequeños cilindros de 65 x 35 x 250 para desplazamiento de la cabeza de rotación, dispositivos muy convenientemente en caso de tener que avanzar en terreno con bolos de gran tamaño y dureza.

Sobre el carro se monta un cabestrante de 3.600 Kgs. de tiro en línea con embrague incorporado. El carro también lleva un cilindro de doble pistón para el anclaje lateral sobre bastidor en diferentes posiciones y conseguir el efecto de prolongadores de los vástagos de los cilindros de empuje.

Detrás del escudo y a uno de los lados de la bancada está el módulo del operador, con los distribuidores, reguladores e indicadores del conjunto operativo al alcance de un operador sobre asiento regulable de tipo cabina de máquina de obras.

- Peso de bancada corta: 1.800 Kg
- Peso de módulo de máquina : 6.000 Kg

(cabeza, aro de empuje, marco de apoyo, cilindros principales, cilindros auxiliares, cabestrante, cerrojo y marco trasero de apoyo).



Vista general de una perforación horizontal



Grupo hidráulico, que se emplaza fuera de la perforación



Perforadora para tubo de revestimiento de gran diámetro



Perforadora para tubo de revestimiento de pequeño diámetro, como es el caso del presente proyecto



Detalle de las correderas y cabeza de perforación, perforando en suelo (arcilla)



Detalle de las correderas y cabeza de perforación, perforando en roca (caliza karstificada)

3. PROCESO CONSTRUCTIVO DE SIFONES

3.1. Introducción

Como ya se ha comentado anteriormente en este documento, los depósitos detríticos de edad Cuaternario afectados por el trazado forman un acuífero libre, el cual descansa sobre un sustrato terciario que constituye la base impermeable del acuífero cuaternario.

Las pantallas del soterramiento interrumpen la circulación de agua de estos acuíferos. Para dar continuidad al acuífero se ha previsto la instalación de sifones en el mismo, conformados por un pozo de admisión que recoge el flujo subterráneo aguas arriba de las pantallas y otro pozo de inyección de idénticas características que introduce el agua en el citado acuífero aguas abajo.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos precedentes, a continuación se describen las distintas fases de ejecución de los citados sifones, incluyéndose una breve descripción de las mismas:

- Ejecución de pantallas y excavación
- Perforación de pozos drenantes mediante máquina pilotadora hasta cota de fondo de excavación.
- Equipamiento de pozos drenantes.
- Ejecución desde el intradós de las pantallas de perforaciones horizontales tipo Symmetrix, con una sección de ø 250 mm y tubería de acero galvanizado, hasta llegar al centro de los pozos ya ejecutados.

3.2. Ejecución de pantallas

Las pantallas se construirán con una máquina apantalladora normal, evitando el uso de lodos bentoníticos siempre que sea posible. En aquellos paneles de pantalla en los que se prevea construir sifones, la armadura dejará un hueco sin armar de aproximadamente 1 m^2, cuyo centro estará a una cota tal que quede como máximo 1 m por encima del fondo de excavación previsto (Ver figuras del Apéndice Nº 4). En ese hueco sin armadura se hará la perforación horizontal.

A continuación, se procede al vaciado del hueco entre pantallas, hasta la cota de excavación prevista en el proyecto.

Para evitar que las pantallas eleven el nivel freático, se recomienda que cada 50 m de pantalla (en ambos márgenes), se ejecute un sifón, procediendo así en un determinado

sentido de avance, es decir, no deben ejecutarse más de 50 m lineales de pantalla tras el último sifón en servicio, viniendo condicionado también por la ejecución de la losa de fondo que arriostra las pantallas en su zona inferior.

3.3. Perforación de pozos drenantes mediante pilotadora

Un pozo típico tiene unos 9 m de profundidad de media, con diámetro interior de 1.000 mm y exterior de 1.400 mm. Hasta aproximadamente 7 m de profundidad la excavación se efectúa atravesando depósitos de gravas heterométricas con matriz areno-arcillosa o areno-limosa (que pueden estar ligeramente cementadas por carbonato). Estas gravas son las que forman el acuífero libre.

Los 2 m inferiores se efectúan atravesando sustrato terciario impermeable constituido a su vez por arcillas compactas y areniscas.

Se deberá llevar un estricto control geológico de la perforación, para conocer con exactitud donde se sitúa el límite permeable-impermeable en cada pozo.

Debido al gran diámetro de los pozos, se ha proyectado la ejecución de los mismos mediante máquina pilotadora, aunque también pueden perforarse con una máquina de perforación a percusión como las que se utilizan para pozos de abastecimiento.

De entre los métodos de ejecución posibles, atendiendo a las características del subsuelo y dado que entre los materiales constituyentes del acuífero se pueden encontrar bolos de dimensiones importantes, se ha previsto que el método empleado sea la perforación con camisa recuperable, indicada para terrenos inestables, aunque dado que las gravas están ligeramente cementadas, es posible que pueda prescindirse parcial o totalmente del encamisado.

El elemento de perforación puede ser a rotación (hélice o cazo) ó con cuchara y trépano pudiendo así atravesar niveles competentes.

Si por alguna causa fuese necesario utilizar lodos bentoníticos (no recomendados por disminuir la permeabilidad del terreno), se deberá limpiar cada pozo mediante sobrebombeos, una vez equipado (ver Apéndice Nº 3)



Máquina pilotadora

3.4. Equipamiento de los pozos drenantes

Una vez ejecutada la excavación, en un primer momento se había previsto introducir tubería-filtro de puentecillo de acero galvanizado a lo largo del sustrato permeable, mientras que en el sustrato impermeable se instalaría tubería ciega de acero galvanizado. Posteriormente se ejecutaría el relleno, mediante empaquetadura de gravilla calibrada, del espacio existente entre excavación y tubería-filtro.

En el caso que estamos estudiando, la introducción de la tubería de acero galvanizado hasta cota de fondo de excavación se encuentra condicionada por la perforación horizontal efectuada mediante sistema Symmetrix. Esto es debido a que el mencionado sistema presenta dificultades a la hora de perforar tuberías de acero. Por este motivo se han estudiado dos soluciones alternativas a la solución original que hacen viable la perforación de los pozos de drenaje por parte del Symmetrix.

En la primera opción se proyecta la introducción de tubería-filtro de puentecillo de acero galvanizado a través del sustrato permeable. Pero, dado que la perforación horizontal se realiza a la altura del sustrato impermeable, en los últimos metros de excavación localizados en dicho sustrato se ha previsto rellenar la zona excavada con hormigón de limpieza HM-15 (ver figuras del Apéndice Nº 4). Una vez fraguado el hormigón se procederá a la reperforación del relleno en un diámetro inferior a 1000 mm (800 mm).

Conforme a lo indicado en esta primera opción, el sistema Symmetrix no tendrá dificultades en perforar hormigón una vez llegue al pozo de drenaje, ya que llega a la zona hormigonada.

La segunda opción consiste en sustituir en toda su longitud la tubería de acero galvanizado por tubería de polietileno ranurada. En el Apéndice Nº 2 del presente documento se incluyen las principales características de la tubería a utilizar en este caso. Esta es la opción que se plantea en el proyecto.

3.5. Perforación horizontal mediante sistema Symmetrix

Una vez construidos los pozos drenantes a ambos lados del cajón ferroviario se procederá a la ejecución desde el intradós de las pantallas de los sondeos horizontales de unos 3 m de longitud, desde el fondo de la excavación entre pantallas.

Para perforar hormigón con este sistema, se debe disponer broca o corona de diamante de ø 250 mm.

La máquina de perforación horizontal se instalará en el fondo de la excavación efectuada entre pantallas, en una etapa previa a la construcción de la losa de fondo, y una vez construidos los pozos de drenaje. Si se utilizan tuberías de 3 m (como se propone más adelante), la corredera de la máquina (habitualmente de 6 m) puede ser mas corta (4 m), dejando mayor espacio libre en el fondo de excavación.

Dadas las dimensiones máximas de la máquina de perforación (1,86 x 2,00 metros), la perforación puede iniciarse tan sólo 1 m por encima del fondo de excavación.

La conexión entre sifones puede hacerse a cualquier altura, siempre que se esté por debajo del nivel piezométrico, por lo que perfectamente puede utilizarse el fondo de excavación como plataforma de trabajo para la perforación, pudiéndose incluso perforar a mayor altura, si bien se recomienda un proceso fijo de construcción.

Tras el montaje del sistema se ejecuta la perforación mediante Symmetrix HZ.

A continuación se realiza de forma genérica una breve descripción del principio de trabajo asociado a este sistema:

- La broca piloto es conectada a la corona mediante un acoplamiento tipo bayoneta. Ambos rotan sincronizadamente y abren el taladro lo suficientemente grande para permitir a la zapata introducir la tubería de revestimiento sin problemas.

- La corona gira libre de la zapata la cual está soldada al tubo de revestimiento. Durante la perforación el revestimiento es arrastrado sin movimiento alguno de rotación.

- El flujo del aire o aire/agua es eyectado a través de los taladros centrales de la boca piloto y retorna inmediatamente por las hendiduras laterales de ésta, saliendo al exterior del taladro por el espacio interanular entre los tubos/barras de perforación y la armadura. Esto asegura una alta velocidad del flujo con una baja degradación del taladro.

- La fuerza de penetración es transmitida solamente a través de la sarta de perforación a corona. Cuando el taladro llega a su fin, la broca piloto es liberada de la corona mediante un ligero movimiento giratorio inverso y retirada al exterior a través de la armadura. En este caso de perforación horizontal todos los componentes del sistema se recuperan, excepto la corona anular ensanchadora, que es perdida.

En nuestro caso particular, bastaría con introducir una tubería galvanizada de 3 m de longitud, la cual puede prepararse de fábrica con la zapata soldada, y una rosca en cabeza, en la cual se enroscaría una válvula inmediatamente después de terminada la perforación, ya extraída la sarta de varillaje interior. La finalidad de dicha válvula es cerrar el paso del agua y permitir el resto de la instalación de la tubería de conexión entre los dos pozos que componen el sifón.

Por último, se procede a sellar la tubería a la pantalla con resina aquareactiva u otro sistema adecuado, de manera que la junta quede impermeabilizada totalmente.

APÉNDICE Nº 1. SISTEMA SYMMETRIX. EXTRACTO DEL MANUAL DE LAS HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN CON REVESTIMIENTO SIMULTÁNEO

MANUAL DE LAS HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN CON REVESTIMIENTO SIMULTÁNEO



1 Folletos
2 Métodos de perforación y aplicaciones Symmetrix
3 Casos reales
4 Selección de la herramienta correcta
5 Especificaciones de productos / Precios
6. Accesorios

Métodos de perforación y aplicaciones Symmetrix

Perforación horizontal.

- La perforación horizontal es pasante, es decir, la corona sale por el otro extremo.
- Los sistemas de corona son robustos, ya que en la perforación horizontal la fricción de la tubería aumenta con rapidez a medida que se incrementa la longitud perforada.
- La fotografía superior muestra una segunda tubería pasante de 711 mm en el centro de la ciudad de Tampere, Finlandia.
- Se ha cuestionado muchas veces si la perforación con martillo en fondo densifica el terreno, pero la realidad es que no lo densifica más que el tráfico de carretera o ferrocarril que circula por encima. Por el contrario, otros métodos de entubación horizontal tradicionales reemplazan el terreno y producen hinchamiento, mientras que la perforación con martillo en fondo elimina la parte que sustituye con la tubería.

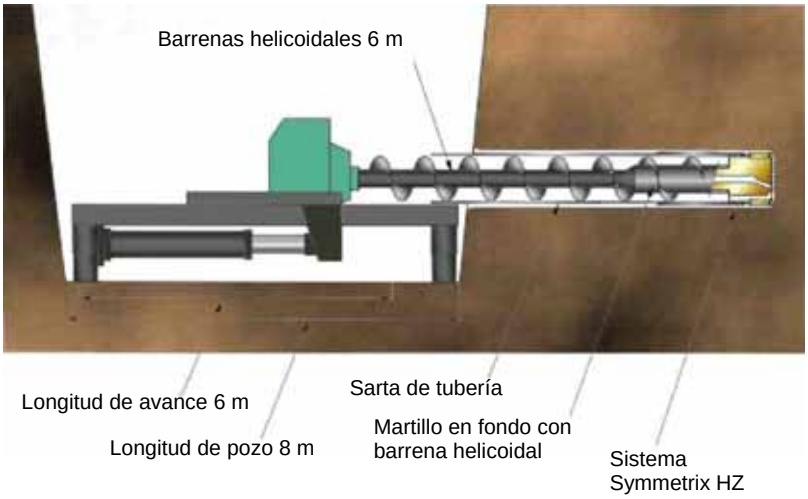




Métodos de perforación y aplicaciones Symmetrix

Perforación horizontal.

- Los equipos de perforación horizontal son simples deslizaderas con un empuje bastante alto y un cabezal rotativo.
- La deslizadera va montada sobre patas hidráulicas ajustables, para una instalación rápida y fácil, y con una pequeña abertura de giro para emboquillar.



- Las barras de perforación tienen tramos helicoidales para una limpieza correcta de la tubería. Es de suma importancia que el interior la tubería se mantenga limpio haciendo girar la barrena un tiempo extra cuando se añade la barra de perforación/tubería.
- En la fotografía de la derecha se puede observar fácilmente la acumulación de material en la tubería (después de los 6 primeros metros, en este caso) si no hay ningún tramo helicoidal en la barra de perforación.



- Equipo de perforación horizontal preparado para llevar al lugar de trabajo en Kuwait.



Métodos de perforación y aplicaciones Symmetrix

Perforación horizontal.

- La perforación horizontal se realiza desde un pozo de entrada (fotografía de arriba) hasta un pozo de salida (fotografía de abajo). La barrena helicoidal limpia el barreno e impide la contrapresión y el aire pushed al terreno. En determinadas condiciones, es bueno disponer de espuma para mejorar la limpieza del barreno. Si el martillo experimenta problemas, se deben limpiar los detritus de la tubería. De lo contrario, el martillo no se podrá extraer. El equipo tiene patas ajustables para facilitar su instalación. El pozo de entrada debe ser lo menos profundo posible para evitar costes extras. La perforación se puede realizar bastante cerca de la superficie (por ejemplo de 1,5 a 2 metros de la carretera o vía férrea).



- El pozo de salida se perfora lo menos profundo posible, aunque de acuerdo con los requisitos de instalación. La corona se desmonta en el extremo del pozo de salida, mientras que el martillo y las barras se sacan normalmente para instalarlos en el mismo vehículo donde estaban originalmente.



APÉNDICE Nº 2. TUBERÍAS DE POLIETILENO RANURADAS

page key: Drenopal, Drainages

ITA - ENG

GROUP POLIECO CORRUGATED PIPES

Polyethylene corrugated pipes



Drainages > Product range

Drenopal

Corrugated pipes "Drenopal"

The constant search for innovative solutions resulted in the production of Drenopal, a pipe specially designed for meteoric water drainage and percolate collection.

Drenopal is produced from a slotted Ecopal pipe. A special equipment guarantees a large range of slots.

Drenopal is available in many different diameters, 160 to 1200 mm, in 6 m pipes and according to the stiffness classes SN 4 kN/m² and SN 8 kN/m² and SN 16 kN/m2



Slots table

Outer Diameter (mm)	Inner Diameter (mm)	Surface within Ribs (cm^2/m)	Collection Surface (cm^2/m)	N. of pitch per meter (-)
160	135	4461	134	63
200	176	5686	171	61
250	216	7006	210	27
315	271	8734	262	24
350	300	9664	290	23
400	343	11058	332	20
465	400	12843	385	19
500	427	13779	413	17
580	500	16054	482	15
630	535	17247	517	14
700	600	19289	550	14
800	690	22117	550	11
930	800	25692	550	10

1000	853	27392	550	9
1200	1025	32629	550	8

Plain bottom (220°)

Outer Diameter (mm)	No. of slots (-)	Total no. of slots (-)	Slot length per thickness (mm)			
			1,5 mm	4 mm	7 mm	10 mm
OD 160	3	188	48	-	-	-
OD 200	3	182	63	-	-	-
OD 250	2	54	-	97	-	-
OD 315	2	48	-	138	-	-
ID 300	2	46	-	158	-	-
OD 400	4	82	-	102	-	-
ID 400	4	76	-	127	-	-
OD 500	4	69	-	-	86	-
ID 500	4	60	-	-	115	-
OD 630	4	54	-	-	137	-
ID 600	4	56	-	-	140	-
OD 800	4	46	-	-	-	120
ID 800	4	40	-	-	-	138
OD 1000	4	37	-	-	-	147
OD 1200	4	31	-	-	-	179

Whole circumference (360°)

Outer Diameter (mm)	No. of slots (-)	Total no. of slots (-)	Slot length per thickness (mm)			
			1,5 mm	4 mm	7 mm	10 mm
OD 160	4	250	36	-	-	-
OD 200	4	242	47	-	-	-
OD 250	3	81	-	65	-	-
OD 315	3	71	-	92	-	-
ID 300	3	69	-	105	-	-
OD 400	6	122	-	68	-	-
ID 400	6	114	-	84	-	-
OD 500	6	103	-	-	57	-
ID 500	6	90	-	-	76	-
OD 630	6	81	-	-	91	-
ID 600	6	84	-	-	94	-
OD 800	6	69	-	-	-	80
ID 800	6	60	-	-	-	92
OD 1000	6	56	-	-	-	98
OD 1200	6	46	-	-	-	120

Technical characteristics

Industrie Polieco MPB srl	**DN/OD *Drenopal* pipe Technical sheet**	Rev. 3 Del 03/09

1 Construction

Corrugated outside and smooth inside pipe, slotted in the space between the two next ribs, called *Drenopal* DN/OD 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 e 1200 mm.

2. Composition

Neutral high density polyethylene blend, colouring masterbatch add up with anti-ox for a better thermal stability.

3. Colour

Outside wall black, inside wall white.

4. Use

All drain jobs.

5. Use limits

(- 10 / + 40) °C.
Flame propagator.

6. Ring stiffness (EN ISO 9969)

≥ 4 kN/m² (diameters ≥ 200 mm) and 8 kN/m² (diameters ≥ 160 mm) with an inside diameter deformation equal to 3% (test performed on the pipe not slotted).

7. Impact test at 0°C (EN 744)

No slots, delaminations or rupture after hurt with a striker, released from 2 mt height with variable mass in function of the pipe diameter (test performed on the pipe not slotted).

8. Slots

Slot width: DN 160 ÷ 200 = 1,5 mm
DN 250 ÷ 400 = 4 mm
DN 500 ÷ 630 = 7 mm
DN 800 ÷ 1200 = 10 mm

Slot length: from catalogue.
Slot types: 220° o 360°.

9. Packaging

6 mt bars.
Length tolerance ± 1%.

10. Fittings

Connection high density polyethylene couplers, special pieces (bends, branches, manholes, etc.) and possible elastomeric rubbers.

11. Installation

Buried, according to the EN 1295.

Industrie Polieco MPB srl	**DN/ID *Drenopal* Technical sheet**	Rev. 3 Del 03/09

1 Construction

Corrugated outside and smooth inside pipe, slotted in the space between the two next ribs, called *Drenopal* DN/ID 300, 400, 500, 600, 800 mm.

2. Composition

Neutral high density polyethylene blend, colouring masterbatch add up with anti-ox for a better thermal stability.

3. Colour

Outside wall black, inside wall white.

4. Use

All drain jobs.

5. Use limits

(- 10 / + 40) °C.
Flame propagator.

6. Ring stiffness (EN ISO 9969)

≥ 4 and 8 kN/m^2 with an inside diameter deformation equal to 3% (test performed on the pipe not slotted).

7. Impact test at 0°C (EN 744)

No slots, delaminations or rupture after hurt with a striker, released from 2 mt height with variable mass in function of the pipe diameter (test performed on the pipe not slotted).

8. Slots

Slot width: DN/ID 300 ÷ 400 = 4 mm
DN/ID 500 ÷ 600 = 7 mm
DN/ID 800 = 10 mm
Slot length: from catalogue.
Slot types: 220° o 360°.

9. Packaging

6 mt bars.
Length tolerance ± 1%.

10. Fittings

Connection high density polyethylene couplers, special pieces (bends, branches, manholes, etc.) and possible elastomeric rubbers.

11. Installation

Buried, according to the EN 1295.


DETAILS
1
2
3
4
5
6
7

APÉNDICE Nº 3. BOMBEOS PARA LIMPIEZA DE LODOS BENTONÍTICOS EN POZOS DE DRENAJE

Para la ejecución de la obra proyectada en la ciudad de Logroño, que tiene como fin el soterramiento de la línea de ferrocarril, es necesario construir pantallas a lo largo de la traza del mismo.

La situación se complica en cierto modo debido a que estas pantallas son transversales a las líneas de flujo del acuífero localizado en la zona y esto puede provocar un ascenso del nivel freático aguas arriba, lo cual no es muy deseable, dado que la obra se emplaza en una zona urbana.

Para evitar esto, se ha diseñado un sistema de drenaje mediante sifones, constituidos por 2 pozos de gran diámetro que estarán comunicados por una tubería que drenará el agua de un lado a otro de la infraestructura, evitando así afección alguna sobre el agua subterránea. Este drenaje consistirá en una tubería de 250 mm, por la que circulará el agua de un lado a otro de las pantallas.

Los pozos han sido diseñados con un diámetro de perforación de 1400 mm, lo cual imposibilita la perforación mediante métodos convencionales. Por todo ello se ha considerado conveniente perforarlos mediante una pilotadora.

Debido al desconocimiento del comportamiento del acuífero Qgr ante la perforación de pozos de gran diámetro y debido a la permeabilidad de las gravas, que está estimada entre 10^{-4} y 10^{-5} m/s, cabe la posibilidad de que el terreno se desmorone, con lo cual sería necesario perforar con lodos con camisa recuperable. Si esto sucediera, hay que tener en cuenta que el rendimiento del pozo se verá afectado, con lo cual es muy importante efectuar un desarrollo posterior a la ejecución del mismo, y así asegurar que tanto el terreno como el empaque de gravas que se colocará alrededor de la tubería ranurada esté lo más limpia posible para que el funcionamiento del sistema sea óptimo.

El desarrollo de cada pozo consistirá en varios sobrebombeos con los que se vaciará el pozo. Éste, para que sea efectivo, habrá de ser lo más rápido posible. A esto hay que sumarle el agua que entrará desde el acuífero.

Para estar del lado de la seguridad se supondrá que el agua que va a entrar, en el caso más desfavorable, será cuando la diferencia entre el nivel del agua en el pozo y fuera del mismo sea máxima.

Es por ello que se ha querido dimensionar el tipo de bomba que sería necesario utilizar si se diera ese caso.

Para efectuar correctamente el cálculo, se considerará que el agua que será necesaria bombear será igual al agua que contiene el sondeo más el agua que entrará en el pozo en el caso de que el gradiente sea máximo, es decir:

$$Q_{achique} = \frac{V_{pozo}}{t} + Q_{entrada}$$

donde:

$$V_{pozo} = \pi r^2 h$$

$$Q_{entrada} = \frac{V_{entrada}}{t} = \frac{k\pi r^2 \Delta h}{ht}$$

siendo:

r= radio

h= altura del agua

k= permeabilidad

t= tiempo

El caso que se plantea como más desfavorable, es aquel en el que el pozo está vacío de agua, donde $\Delta h = h$ y según los ensayos realizados para elaborar el informe de ejecución de sifones, la permeabilidad máxima, y más desfavorable, es de 10^{-4} m/s

Por tanto:

$$Q_{achique} = \frac{\pi r^2 h + k\pi r^2}{t}$$

$$Q_{achique} = \frac{\pi x(0.5)^2 x10 + 10^{-4} x\pi x(0.5)^2}{1800} = 4.3x10^{-3}\, m^3/s$$

Por tanto se puede concluir, tras efectuar los cálculos correspondientes y suponiendo que se quiera hacer el achique en media hora, que el caudal que debe extraerse para optimizar los sobrebombeos es de unos 4 – 5 l/s.

APÉNDICE Nº 4. FIGURAS

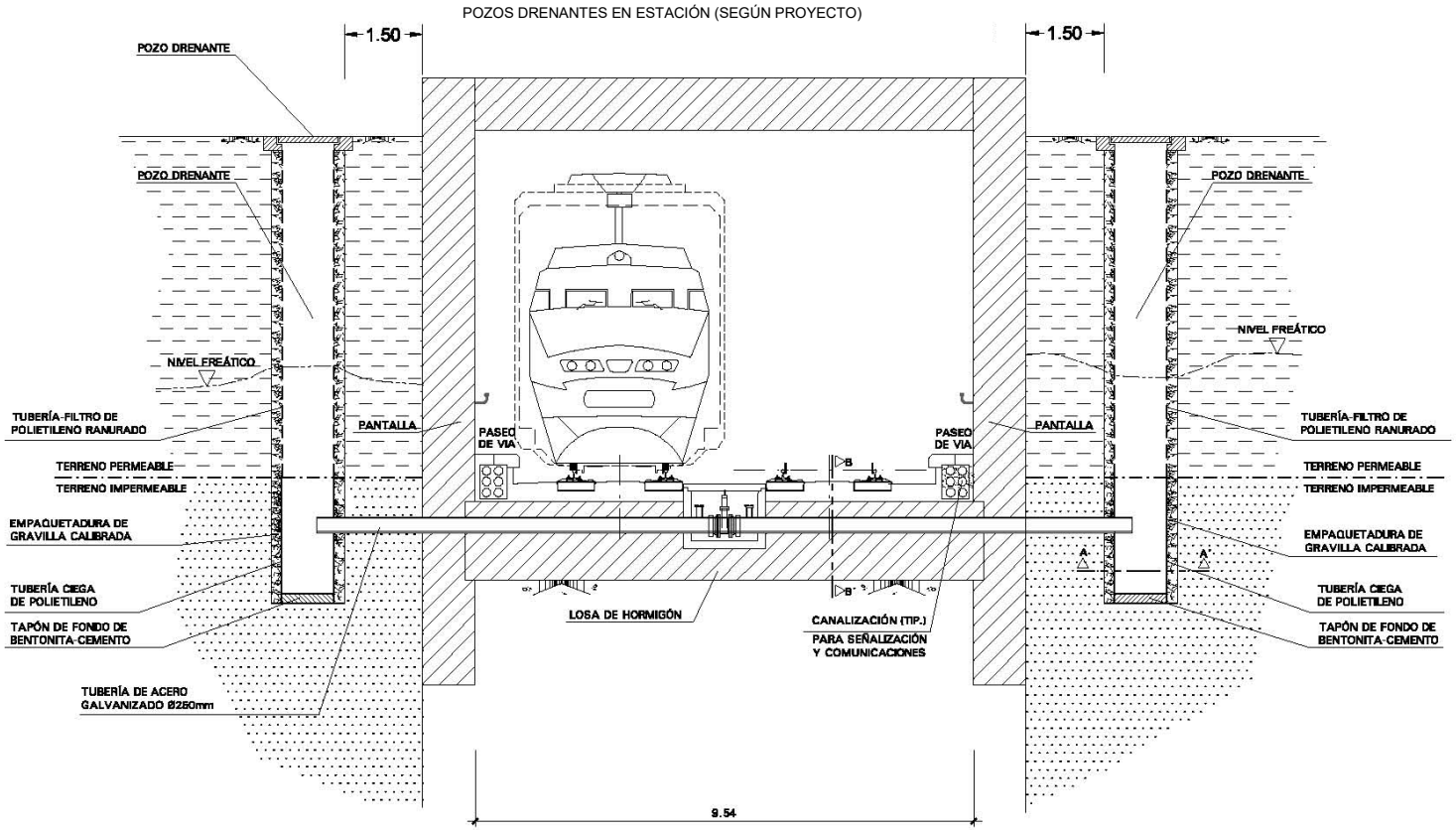

POZOS DRENANTES EN ESTACIÓN (SEGÚN PROYECTO)
1.50
1.50
POZO DRENANTE
POZO DRENANTE
POZO DRENANTE
NIVEL FREÁTICO
NIVEL FREÁTICO
TUBERÍA-FILTRO DE POLIETILENO RANURADO
PANTALLA
PASEO DE VIA
PASEO DE VIA
PANTALLA
TUBERÍA-FILTRO DE POLIETILENO RANURADO
TERRENO PERMEABLE
TERRENO IMPERMEABLE
TERRENO PERMEABLE
TERRENO IMPERMEABLE
EMPAQUETADURA DE GRAVILLA CALIBRADA
EMPAQUETADURA DE GRAVILLA CALIBRADA
TUBERÍA CIEGA DE POLIETILENO
TUBERÍA CIEGA DE POLIETILENO
TAPÓN DE FONDO DE BENTONITA-CEMENTO
TAPÓN DE FONDO DE BENTONITA-CEMENTO
LOSA DE HORMIGÓN
CANALIZACIÓN (TIP.) PARA SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES
TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO Ø250mm
9.54

Figura 1

POZOS DRENANTES EN ESTACIÓN (SEGÚN PROYECTO)

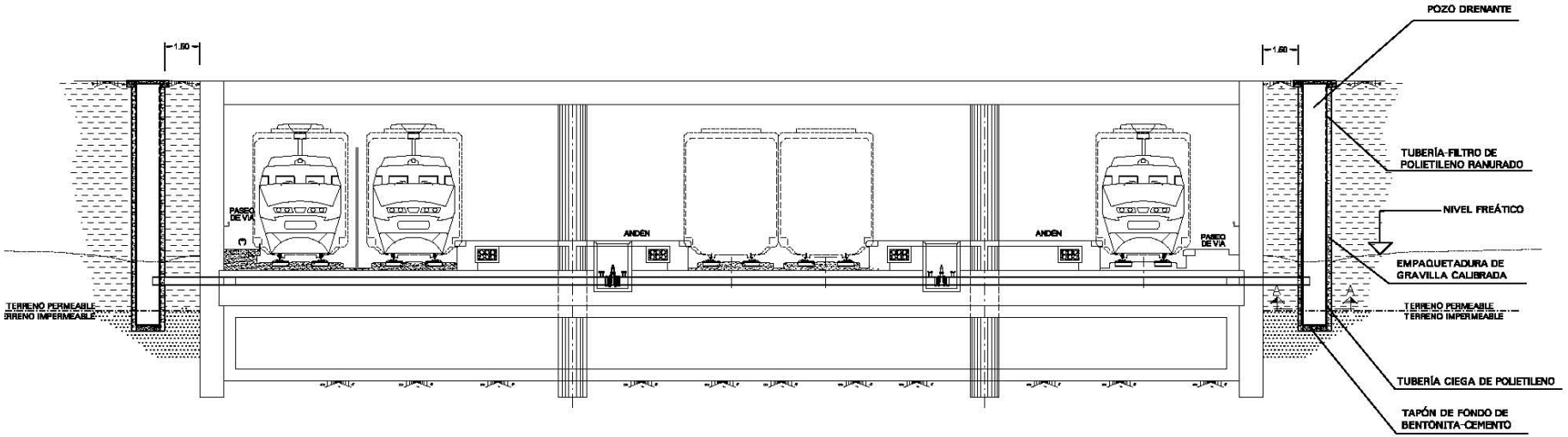


Figura 2

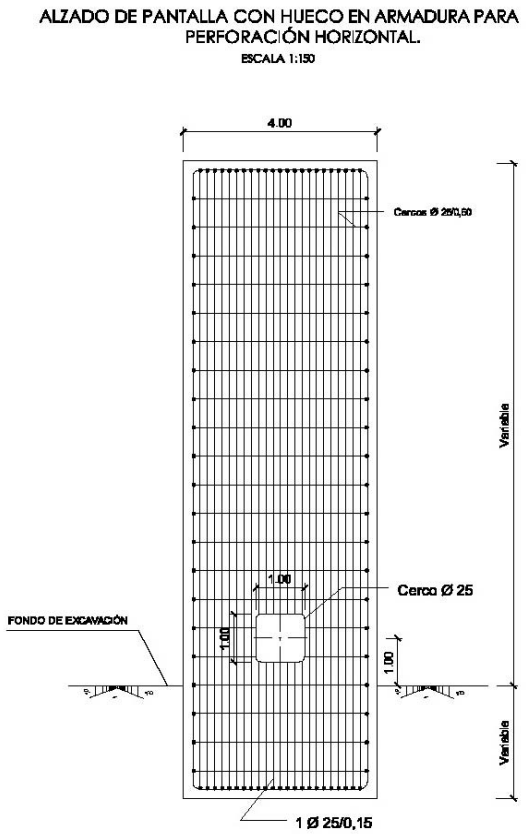

ALZADO DE PANTALLA CON HUECO EN ARMADURA PARA PERFORACIÓN HORIZONTAL.
ESCALA 1:150
4.00
Cercos Ø 25/0,50
Variable
1.00
Cerco Ø 25
FONDO DE EXCAVACIÓN
1.00
1.00
Variable
1 Ø 25/0,15

Figura 3

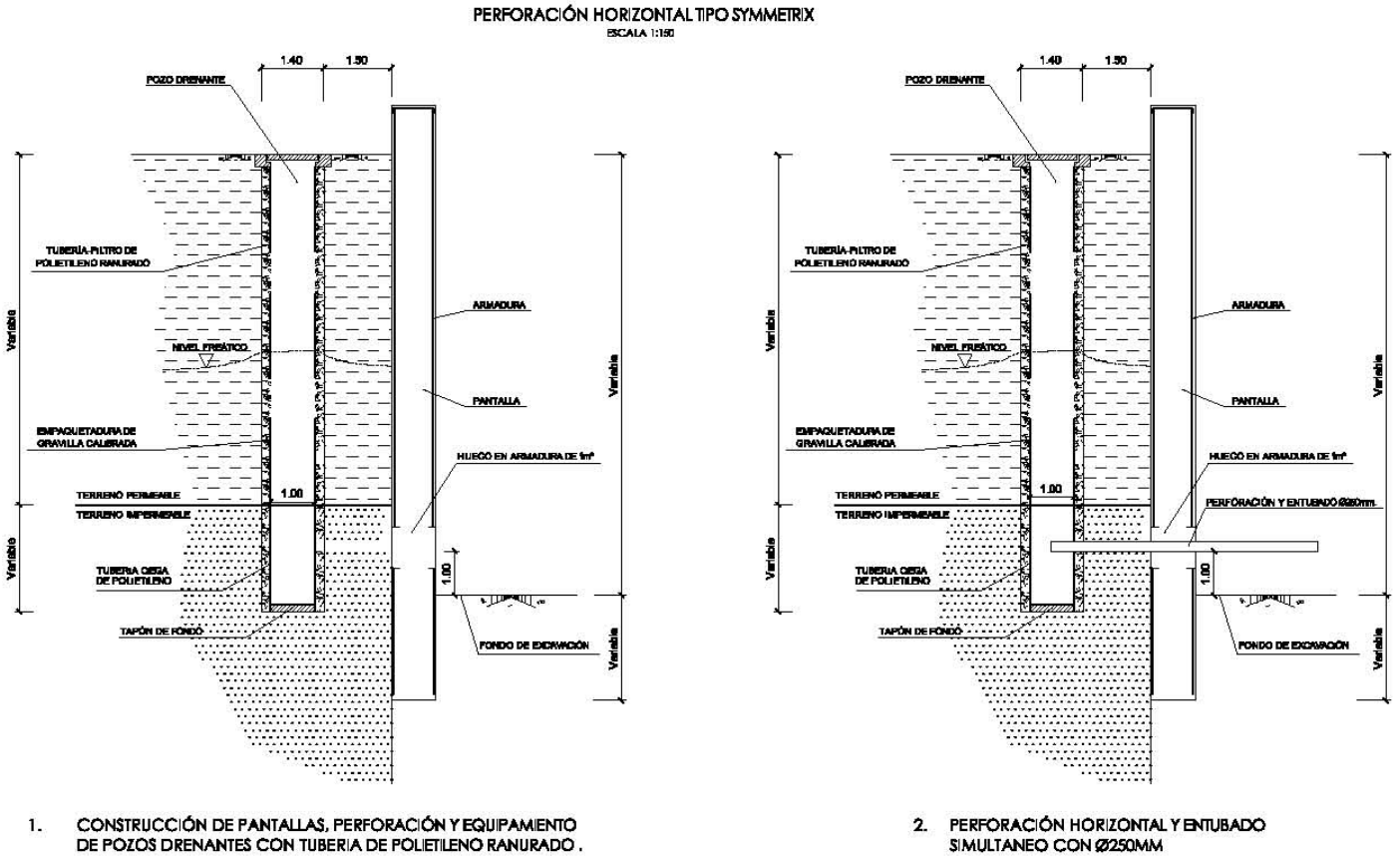

PERFORACIÓN HORIZONTAL TIPO SYMMETRIX
ESCALA 1:150
1.40
1.50
POZO DRENANTE
TUBERÍA-FILTRO DE POLIETILENO RANURADO
ARMADURA
NIVEL FREÁTICO
PANTALLA
EMPAQUETADURA DE GRAVILLA CALIBRADA
HUECO EN ARMADURA DE 1m²
TERRENO PERMEABLE
TERRENO IMPERMEABLE
1.00
TUBERÍA CIEGA DE POLIETILENO
TAPÓN DE FONDO
FONDO DE EXCAVACIÓN
Variable
1. CONSTRUCCIÓN DE PANTALLAS, PERFORACIÓN Y EQUIPAMIENTO DE POZOS DRENANTES CON TUBERÍA DE POLIETILENO RANURADO .
PERFORACIÓN Y ENTUBADO Ø250mm.
2. PERFORACIÓN HORIZONTAL Y ENTUBADO SIMULTANEO CON Ø250MM

Figura 4