

ANEJO N°2

Geología y Geotecnia

Índice

1 Introducción. Objeto y alcance del estudio	1
2 Características geológicas y geotécnicas del terreno	2
2.1 Marco geológico general	2
2.2 Características litológicas y estructurales del macizo rocoso	2
2.3 Distribución y características geológicas de los suelos	3
2.3.1 Suelos de origen aluvial	3
2.3.2 Rellenos antrópicos	4
2.3.3 Deslizamientos	4
2.4 Campaña geotécnica	4
2.5 Características geotécnicas de los materiales	4
2.5.1 Características geotécnicas del sustrato rocoso.	4
2.5.2 Características geotécnicas de los suelos.	5
2.5.3 Suelos eluviales	6
2.5.4 Resumen de los parámetros geotécnicos	6
2.6 Hidrología	6
2.7 Sismicidad	7
3 Movimientos de tierras	8
3.1 Desmontes	8
3.1.1 Consideraciones generales	8
3.1.2 Método seguido en el estudio	8
3.1.3 Análisis de los desmontes	9
3.1.4 Cuadro resumen de desmontes	9
3.2 Rellenos	10
3.2.1 Criterios generales	10
3.2.2 Condiciones de estabilidad	11
3.2.3 Condiciones de Cimentación. Asientos	11
3.2.4 Análisis de la estabilidad de los rellenos	12
3.3 Categoría de Explanada	13
3.4 Coeficientes de paso	14
3.5 Criterios de diseño de las estructuras	14

3.6 Metodología de cálculo	14
3.6.1 Cálculo de la carga de hundimiento	14
3.6.2 Cálculo de asientos	14
3.7 Estudio de estructuras	15
3.7.1 Paso inferior 0+800	15
3.7.2 Pasarela 2+400	15
3.7.3 Pasarela 4+200	15
3.7.4 Pasarela 5+300	15

APÉNDICE Nº2.1: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y PERFIL LONGITUDINAL
APENDICE Nº2.2: TESTIFICACIÓN DE SONDEOS
APENDICE Nº2.3: ENSAYOS DE LABORATORIO
APENDICE Nº2.4: DISCONTINUIDADES

1 Introducción. Objeto y alcance del estudio

En este anejo se presentan los resultados del estudio geológico y geotécnico realizado para el “Proyecto de trazado de bicipista en Durangaldea, en el tramo Amorebieta-Iurreta”

En este anejo se pasa revista a las cuestiones relacionadas con la Geología y geotecnia del proyecto aquí definido.

En primer lugar se especifica la información utilizada y su origen, en segundo lugar se analizan las características geotécnicas de los materiales en base a las diferentes fuentes disponibles.

Por último se analiza la implicación de la geología en cada uno de los elementos proyectados, tanto a nivel de movimiento de tierras como de estructuras.

El trazado proyectado, presenta una longitud total de 7.03 Km y se encuentra situado entre el Municipio de Amorebieta y el Municipio de Iurreta, desarrollándose, por lo general, adosada al trazado actual de la autopista A8.

El presente estudio geológico – geotécnico se ha realizado tomando como base de partida los anejos elaborados en estudios anteriores; en concreto se ha procedido al estudio y análisis de la información disponible en el Anejo de Geología y Geotecnia del Proyecto Constructivo de Desdoblamiento del Tramo: Euba – Iurreta de la línea Bilbao – Donostia, realizado por el presente equipo redactor.

El estudio ha tenido como objetivo los siguientes aspectos:

- Características geológicas generales del emplazamiento.
- Características geológico - geotécnicas particulares a lo largo del trazado seleccionado, incluyendo:
 - Características del macizo rocoso: tipo de rocas, estructuras y alteración.
 - Determinación en detalle de las condiciones estructurales del macizo rocoso: datos geomecánicos de estratificación, juntas, pliegues, fallas, etc.
 - Determinación de las características del recubrimiento de suelos; espesor naturaleza y características geotécnicas.
 - Determinación de las zonas inestables; espesor, naturaleza y condiciones de estabilidad.
 - Aspectos hidrológicos e hidrogeológicos que pudieran afectar al comportamiento de la traza.

Para este estudio, se ha procedido a una ampliación y mejora del levantamiento de detalle geológico – geotécnico, a escala 1:1000, realizado en la fase del proyecto de trazado, en la que se diferencian las litologías, los rellenos antrópicos, los afloramientos de roca, zonas inestables, etc.

Durante la campaña de reconocimiento en el campo, se han obtenido datos litológicos y estructurales del macizo rocoso, tomados en afloramientos. En cada uno de estos puntos se ha pretendido obtener la siguiente información:

- Litología
- Grado de Meteorización
- De cada plano:
 - Orientación
 - Espaciado
 - Continuidad
 - Ondulación y rugosidad
 - Espesor y tipo de relleno

La totalidad de los puntos observados se encuentra recogida en los apéndices al final de este anejo. Datos de fracturación del macizo rocoso.

Para la interpretación de las características del terreno en profundidad, se han utilizado las investigaciones procedentes de los estudios realizados en campañas anteriores, consistentes en un sondeo mecánico con recuperación continua de testigo.

Durante la realización del estudio se ha llevado a cabo la perforación de otros cuatro sondeos cuyo objetivo era la estimación de la geometría del contacto suelo – roca así como la toma de muestras para su análisis en laboratorio para obtener parámetros característicos de los diferentes materiales que afloran a lo largo de la traza.

La situación y descripción de las labores descritas, se encuentra recogida en el apartado 2.4. tanto en las plantas geológico - geotécnicas del trazado, a escala 1:1.000, como en el perfil geológico – geotécnico, a escalas H = 1.000 y V=200.

El análisis de todos estos datos ha permitido alcanzar las siguientes conclusiones, fin último del trabajo:

- Descripción y características de los terrenos atravesados.
- Recomendaciones para el diseño de los desmontes, incluyendo definición de taludes, medios de excavación, utilización de materiales y sistemas de estabilización en caso necesario.
- Recomendaciones para el proyecto de los rellenos, incluyendo medios de puesta en obra y control, características del terreno de apoyo de los rellenos, taludes recomendables, y una previsión de asentamientos en caso necesario.
- Determinación de la categoría de explanada.
- Determinación de las condiciones de cimentación de las principales estructuras.

En este anejo, la información obtenida se presenta ordenada de la siguiente forma:

En el apartado 2. Características geológicas y geotécnicas del terreno, se describen estas condiciones de una forma general; el apartado se completa con las plantas geológicas del trazado.

En el apartado 3. Movimiento de tierras, se describen las condiciones de detalle del terreno en cada unidad y se dan las recomendaciones de diseño de rellenos y desmontes, así como la categoría de explanada.

Proyecto de Trazado de la Bicipista del Ibaizabal. Tramo: Amorebieta – Iurreta

Anejo nº2: Geología y geotecnia

1

2 Características geológicas y geotécnicas del terreno

2.1 Marco geológico general

Desde el punto de vista de la geología regional, la zona objeto del estudio se sitúa geológicamente dentro de cuenca Vasco – Cantábrica, entre la terminación occidental de los Pirineos y el Macizo Asturiano, siendo su borde meridional la cuenca terciaria de Ebro. Es el dominio denominado como Arco Vasco el que abarca la zona de las estructuras, precisamente en el entorno del dominio estructural denominado como Sinclinorio Vizcaíno. Litológicamente la zona pertenece a la unidad de Oiz, sector Durango.

La estructura geológica está condicionada por una clara directriz tectónica NW-SE, cuyo máximo exponente es la falla de Bilbao-Alsasua, que constituye el principal accidente tectónico de la región. Esta falla discurre al Sur del trazado estudiado, y separa dos grandes unidades tectosedimentarias claramente diferenciables; la Unidad de Yurre ubicada al sur de la falla, y la Unidad de Oiz al norte.

La Unidad de Yurre es una franja muy tectonizada de gran complejidad estructural, que representa la prolongación del núcleo del Sinclinorio Vizcaíno. Dicha unidad queda fuera del ámbito de la obra.

Por el contrario, la Unidad de Oiz, se caracteriza por una relativa homogeneidad estructural. Los materiales aflorantes se encuentran estructurados según una serie de pliegues y fallas de dirección aproximada N 110° - 130° E. La falla más representativa es la Falla de Durango, de dirección N 100° E, que separa esta unidad en dos sectores en base a criterios sedimentológicos y estructurales. Uno es el Sector de Guernica ubicado al norte de la falla, y el otro, por donde discurre la totalidad del trazado, el Sector de Durango, al sur de la falla.

El sector de Durango constituye parte del flanco sur del Sinclinorio Vizcaíno, y se encuentra formando una serie monoclinal buzante al norte, afectado por numerosas fracturas y repliegues.

Los dos sectores mencionados están constituidos por materiales detríticos y carbonatados del Cretácico superior, pertenecientes al complejo Supraurgoniano, y formado principalmente por limolitas negras arenosas y areniscas, normalmente carbonatadas, con edades comprendidas entre el Albiense superior y el Maastrichtiense.

Sobre el substrato Cretácico se desarrollan diversos depósitos cuaternarios de origen aluvial y coluvial.

En la zona estudiada los espesores máximos de estos suelos son, generalmente, inferiores a 6 metros, si bien, en ocasiones, pueden alcanzar hasta unos 10 metros de potencia.

Además de estos suelos, se han detectado rellenos compactados, asociados a obra civil, y vertederos, con una potencia que por lo general es inferior a 2 metros, aunque, ocasionalmente, pueden llegar a alcanzar hasta 4 m de potencia.

En cuanto a la geomorfología, a nivel regional, el relieve existente es en general bastante abrupto, constituido por una sucesión de valles y montes con diferencias de cota apreciables. Las cotas topográficas más elevadas se corresponden con afloramientos de edad Cretácica, fundamentalmente calcáreos, donde destaca los montes del Amboto (1.329 m) y el alto de Oiz (1.020 m).

Sin embargo, el trazado proyectado discurre por terrenos de relieve notablemente más moderado y suaves, ya que discurre paralelo al río Ibaizabal, bien por su llanura aluvial, próximo al pie de ladera, o sobre la interfase entre ambos elementos morfológicos.

2.2 Características litológicas y estructurales del macizo rocoso

En este apartado se exponen las características geológicas de los terrenos atravesados por el trazado proyectado.

De todas las unidades descritas a escala regional en el apartado anterior, únicamente la Unidad de Oiz, y más concretamente los materiales cretácicos pertenecientes al sector de Durango, están presentes a lo largo del trazado.

Recubriendo el substrato Cretácico, aparecen diversas acumulaciones de suelos con extensión y potencia variables. Atendiendo a su origen, en las plantas geológicas se han distinguido suelos de origen aluvial asociados al fondo del valle, suelos de origen coluvial situados sobre las laderas y en el pie de las mismas, suelos de origen mixto aluvial – coluvial, y suelos de origen antrópico.

Desde el **punto de vista litológico**, a lo largo del trazado estudiado solamente se atravesará la formación Durango, constituida por una serie de edad Albiense - Cenomaniense (Complejo Supraurgoniano).

La formación Durango está constituida por limolitas calcáreas de color gris oscuro y negro en estado sano, y marrón claro cuando están alteradas. Pueden alternar con capas métricas, o tener intercalaciones milimétricas a centimétricas, de arenisca gris de grano fino. Dichas intercalaciones, cuando están alteradas adquieren tonalidades ocre o amarillentas. Presentan una estratificación en láminas milimétricas, que a primera vista dan un aspecto masivo. También pueden aparecer nódulos, de tamaño centimétrico, de arena de grano fino gris, así como vetas milimétricas de calcita, o cristales milimétricos de piritita asociadas a los planos de estratificación o de las juntas más representativas.

A la vista de las secuencias atravesadas en los sondeos y de las observaciones realizadas en superficie, puede afirmarse que, en conjunto, existe un claro predominio de los términos limolíticos respecto a los tramos de areniscas.

Desde el punto de **vista estructural**, tal y como se indicó en el apartado 2.1. Marco Geológico general, destaca la existencia en las proximidades de la zona de estudio de una importante zona de fractura denominada Falla de Durango, accidente antiguo con actividad durante gran parte del ciclo alpino. Esta falla tiene una orientación N 100° E, que coincide con las directrices tectónicas regionales, y constituye el límite septentrional del sector Durango con el sector Guernica, ambos pertenecientes a la unidad Oiz.

Además de la falla de Durango existen otros accidentes con una orientación muy similar. Este es el caso de la fractura que pone en contacto los materiales del Complejo Supraurgoniano con las calizas margosas y margas del Cretácico superior. Esta falla se ha detectado hacia el oeste de la zona de estudio y es posible que continúe por debajo de los materiales cuaternarios del río Ibaizabal.

La estructura del macizo rocoso Cretácico se encuentra estrechamente ligada a la tectónica general. De este modo, regionalmente la estratificación se dispone subparalela a la falla de Durango, formando un monoclinal buzante al norte.

Este macizo se ve afectado por numerosas fracturas y repliegues, que no son fácilmente observables en el campo debido al recubrimiento existente y a la mala calidad de los afloramientos. Sin embargo, si quedan delatados por los frecuentes cambios de dirección y buzamiento que muestra la estratificación.

Los estratos presentan en general buzamientos oblicuos a paralelos al trazado, con valores del orden o inferiores a 45°, y direcciones de estratificación entre NW – SE y NE - SW.

Respecto a las juntas, las numerosas lecturas realizadas en los sondeos y en las estaciones geomecánicas a las que se hace referencia en los planos, indican que suelen existir tres familias principales de discontinuidad. Con los márgenes de error que supone el simplificar la orientación media de las juntas, en un tramo de tal longitud y que discurre sobre terrenos de tal complejidad geológica, cabe señalar que la orientación media predominante de estas familias es:

- Una familia, conjugada con la estratificación, esto es de rumbo similar al de ésta y buzamiento complementario en sentido contrario al de los estratos.
- Otras dos, de rumbo sensiblemente transversal al de la estratificación y buzamientos variables entre unos 45° y 90°, en uno y otro sentido.

En el Apéndice correspondiente han sido recopiladas las lecturas de los planos de discontinuidad obtenidos en cada estación de medida; de cada plano se indica, además: orientación, espaciado, continuidad y litología del afloramiento.

2.3 Distribución y características geológicas de los suelos

De acuerdo con la cartografía geológico-geotécnica realizada, se puede considerar que existe un recubrimiento prácticamente continuo de suelos que, por lo general, tiene un espesor muy reducido, inferior a un metro.

Este recubrimiento suele ser de naturaleza arcillosa, de baja plasticidad, con algo de grava subangulosa, y presenta consistencias moderadamente firmes a firmes. Son suelos de origen eluvial o eluvial-coluvial de poco transporte.

Además de este recubrimiento general de escaso espesor, se han cartografiado, en aquellas zonas en las que el espesor de suelos es del orden o superior a dos metros, otros dos tipos de suelos diferentes en función a su origen:

- Suelo de origen aluvial
- Rellenos antrópicos compactados y sin compactar

2.3.1 Suelos de origen aluvial

Los depósitos aluviales engloban a los suelos formados en medios fluviales, asociados a río Ibaizabal y arroyos afluentes de este.

En general se encuentran relacionados con los sedimentos más recientes asociados a los cauces y llanuras de inundación.

Los asociados a los cauces y llanuras de inundación están constituidos por una montera de naturaleza cohesiva, consistente en arcilla grises y marrones con porcentajes variables de arena, desde indicios a arenosas, de consistencia blanda a moderadamente firme, que, por lo general, recubren a un nivel inferior de naturaleza granular, constituido por gravas con bastante arena y algo de arcilla, de compacidad medianamente densa a densa.

Ocasionalmente, se han detectado niveles de arenas arcillo/limosas a algo de limo y/o arcilla, de compacidad medianamente densa, y limos con indicios de arena, de consistencia moderadamente firme.

De acuerdo con la investigación realizada se desprende que el espesor de dichos suelos es del orden o inferior a 6 metros, aunque el espesor máximo detectado, hacia el final del trazado, se eleva hasta 10 metros. No obstante, en base a la cartografía geológica, se puede deducir que en el lecho de los cauces los suelos aluviales serán poco potentes, inferiores a dos metros de espesor, ya que en algunos casos se han observado afloramientos del substrato rocoso en el lecho o márgenes de los mismos.

A lo largo del trazado seleccionado estos depósitos se atravesarán entre los siguientes puntos:

Su espesor estimado no sobrepasa los 3 metros de potencia.

2.3.2 Rellenos antrópicos

Fundamentalmente se trata de rellenos asociados a obras de infraestructura, AP-8 y carreteras. Todos ellos presentan buenas características habiendo sido puestos en obra de manera correcta con la compactación necesaria.

2.3.3 Deslizamientos

No se tiene constancia de la presencia de deslizamientos en la zona actualmente aunque en los desmontes de la Autopista AP-8 existen cicatrices y reparaciones efectuadas sobre antiguas inestabilidades

2.4 Campaña geotécnica

La campaña ejecutada para la redacción de este proyecto tuvo lugar en enero y febrero de 2020 y tenía por objeto el reconocimiento geométrico de varias unidades geotécnicas en determinados rellenos así como la determinación del tipo de cimentación de las principales estructuras. A partir de los testigos y muestras obtenidas se han podido realizar ensayos de laboratorio para obtener los principales parámetros geomecánicos de las unidades implicadas. En concreto se han realizado los siguientes trabajos:

Sondeos

Se han realizado un total de cuatro sondeos a lo largo del trazado. Su posición y profundidad se recogen en la siguiente tabla:..000 000

SONDEO	X	Y	Z	PROFUNDIDAD
S-1	525.013,0	4.782.344,0	95.5	4.20
S-2	526.504,0	4.781.641,0	94.50	9.40
S-3	527.597,0	4.781.372,0	109.6	7.00
S-4	528.507,0	4.780.973,0	109.8	16.80

Los ensayos SPT realizados sobre los sondeos son los siguientes:

SONDEO	PROFUNDIDAD	N ₆₀
S-2	2.60 – 3.20	6
S-2	6.00 – 6.60	R
S-3	2.60 – 3.20	13
S-4	2.40 – 3.00	14
S-4	5.40 – 6.00	7
s-4	8.40 – 7.00	9

Las muestras recogidas para su ensayo en laboratorio han sido las siguientes:

SONDEO	TIPO	PROFUNDIDAD
S-1	TP-1.1	3.40 – 3.75
S-2	MI-2.1	2.00 – 2.60
	MI-2.2	5.40 – 6.00
	TP2.1	8.10 – 8.45
S3	MI-3.1	2.00 – 2.60
S4	MI-4.1	1.80 – 2.40
	MI-4.2	4.80 – 5.40
	MI-4.3	7.80 – 8.40

Se ha consultado así mismo la información disponible relacionada con el proyecto de ampliación al tercer carril de la AP-8 en esta zona, en particular existe un sondeo en la zona de inicio de la traza y datos acerca de orientación y buzamiento de las discontinuidades de diversas zonas en desmonte de la citada autopista. Al mismo tiempo se han utilizado los datos provenientes de los ensayos de un proyecto de modificación de las vías de ETS en la zona que atraviesan las mismas formaciones geológicas.

2.5 Características geotécnicas de los materiales

Para la caracterización geotécnica de los materiales, se han utilizado tanto los resultados obtenidos tras la realización de reconocimientos y ensayos en este tramo, como los realizados en materiales de las mismas unidades geotécnicas en los alrededores de la traza.

Los valores de los ensayos que proceden del tramo anterior no presentan variaciones significativas respecto a los ensayos realizados en este tramo, por lo que se descarta la existencia de diferentes facies a lo largo del trazado; las variaciones dentro de cada formación están relacionadas a intercalaciones de capas de diferente composición, y estas se producen a lo largo de todo el trazado proyectado, por tanto el empleo de los resultados de los ensayos obtenidos en el tramo posterior se considera apropiado.

La descripción de los materiales se realiza clasificándolos en dos grandes grupos:

2.5.1 Características geotécnicas del substrato rocoso.

El macizo rocoso se encuentra conformado por dos formaciones geológicas. La más antigua situada en la mitad inicial del trazado se encuentra constituida por una alternancia de calizas tableadas, calizas margosas, margas y areniscas calcáreas y lutitas. La segunda es también una alternancia margas, lutitas calcáreas calizas y calizas arenosas.

Desde el punto de vista geotécnico su comportamiento es similar por lo que en este anejo se han considerado como una única formación.

Los ensayos realizados sobre el sustrato rocoso s han sido los siguientes:

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Profundidad Superior	Profundidad inferior	Longitud muestra	RCS rocas
		m	m	m	MPa
S-1	TP-1.1	3.40	4.00	0.60	10.97
S-2	TP-2.1	8.10	8.40	0.30	11.15

Planos de discontinuidad

Del análisis de las estaciones geomecánicas efectuadas sobre planos de discontinuidad, cabe deducir las consideraciones siguientes:

La estratificación es el plano de discontinuidad dominante, tanto por frecuencia o espaciado como por su continuidad, que puede calificarse de total a escala de los taludes.

Este plano suele presentarse oxidado e incluso, frecuentemente, con una pátina arcillosa más o menos continua. En tales condiciones y teniendo en cuenta su continuidad, se ha considerado razonable adoptar los siguientes valores de resistencia al corte:

$c' = 0 \text{ y } \phi' = 20^\circ$

Respecto al espaciado entre estratos suele ser centimétrico a decimétrico, o incluso métrico; no obstante, la laminación interna y la esquistosidad incipiente producen un lajado milimétrico a centimétrico, característico en los niveles más limolíticos.

Las juntas suelen agruparse en diversas familias características para cada uno de los distintos sectores que se han podido distinguir a lo largo del trazado proyectado, y cuya orientación media, con respecto a la estratificación, ya ha sido descrita anteriormente. No obstante, y como puede observarse en el diagrama de fracturación de algunos desmontes, existen zonas densamente falladas o replegadas, donde la dispersión es mayor y se modifica el número y orientación de las familias de juntas características.

El espaciado de las juntas, dentro de las limitaciones que impone toda generalización, suele ser de medio metro y su continuidad de 0,5 a 4 metros. En tales condiciones, se origina un macizo rocoso que podríamos calificar de moderadamente fracturado.

Aunque las juntas se hallan con frecuencia oxidadas o incluso con pátinas arcillosas, suelen presentar una rugosidad apreciable. Por ello y teniendo en cuenta su menor continuidad, se ha considerado razonable adoptar los siguientes valores de resistencia al corte:

$c' = 0 \text{ y } \phi' = 35^\circ$

2.5.2 Características geotécnicas de los suelos.

La caracterización de los materiales pertenecientes a estos depósitos se ha hecho dividiéndolos, a su vez, en los siguientes subgrupos:

- Rellenos antrópicos compactados y vertidos
- Suelos de origen eluvial
- Suelos de origen aluvial

Dentro de estos subgrupos se engloban todos los depósitos cuaternarios recientes que se encuentran irregularmente distribuidos a lo largo del corredor estudiado.

2.5.2.1 RELLENOS ANTRÓPICOS

En casi su totalidad los rellenos atravesados son rellenos compactados están contruidos con materiales homogéneos y que han sido correctamente compactados, por lo que funcionan como material constituyente de terraplenes o explanaciones, con lo que su capacidad portante queda puesta de manifiesto. Se encuentran asociados a las principales infraestructuras de la zona.

En base a la experiencia sobre este tipo de materiales los valores geomecánicos establecidos son los siguientes:

Densidad (kN/m3)	Cohesión (kPa)	Angulo de rozamiento
18.5	5	35°

2.5.2.2 SUELOS DE ORIGEN ALUVIAL

Por lo general, los depósitos aluviales presentan una montera de naturaleza cohesiva, formada por arcillas grises y marrones con porcentajes variables de arena, desde indicios a arenosas, y de consistencia blanda a moderadamente firme; en ocasiones, se encuentran recubriendo a un nivel inferior de naturaleza granular, constituido por gravas con bastante arena y algo de arcilla, de compacidad medianamente densa a densa.

No se han recogido muestras de este tipo de materiales por lo que no se tienen ensayos sobre las mismas.

Por otra parte, no se consideran aptos para la construcción de rellenos debido a su alto contenido en humedad, debiéndose enviar a vertedero los materiales procedentes de las excavaciones, siendo excavables con medios mecánico convencionales.

2.5.3 Suelos eluviales

Son el resultado de la alteración del sustrato rocoso en el que no se ha producido movimiento. Los resultados de los ensayos se muestran en la siguiente tabla:

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Profundidad Superior	Profundidad inferior	Tipo de suelo (USCS)	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO						
		m	m		tamiz 63	tamiz 20	tamiz 10	tamiz 5	tamiz 2	tamiz 0.4	tamiz 0.08
S-2	MI-2.1	2.00	2.60								
S-2	MI-2.2	5.40	6.00	SC	100	87.8	82.3	76.4	60.2	32.8	19
S-3	MI-3.1	2.00	2.60	CL	100	98.6	93.8	81.9	76.2	71.2	68.9
S-4	MI-4.1	1.80	2.40	CL	100	91.8	85.6	78.3	67.9	60	55.7
S-4	MI-4.2	4.80	5.40	CL	100	100	100	100	100	100	88.3
S-4	MI-4.3	7.80	8.40	CL	100	100	100	97.7	94.4	90.2	88.2

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Profundidad Superior	Profundidad inferior	Tipo de suelo (USCS)	LÍMITES DE ATTERBERG			Humedad	DENSIDAD APARENTE
		m	m		LL %	L.P. %	I.P. %		
S-2	MI-2.1	2.00	2.60						
S-2	MI-2.2	5.40	6.00	SC	26.8	18.4	8.4	16.60	22.00
S-3	MI-3.1	2.00	2.60	CL	40.2	24.8	15.4	22.10	19.00
S-4	MI-4.1	1.80	2.40	CL	42.4	24.8	17.6		
S-4	MI-4.2	4.80	5.40	CL	37.8	21.3	16.5	21.20	20.80
S-4	MI-4.3	7.80	8.40	CL	40.9	24.1	16.8	22.80	20.50

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Profundidad Superior	Profundidad inferior	Tipo de suelo (USCS)	TRIAxIAL				EDOMÉTRICO				
		m	m		C kPa	f °	C' kPa	f' °	e0	Cc	Cs	Em MPa	av m2/KN
S-2	MI-2.1	2.00	2.60		37	42.64	34	34.89					
S-2	MI-2.2	5.40	6.00	SC									
S-3	MI-3.1	2.00	2.60	CL									
S-4	MI-4.1	1.80	2.40	CL					0.55	0.092	0.077	2.758	0.00426
S-4	MI-4.2	4.80	5.40	CL									
S-4	MI-4.3	7.80	8.40	CL									

Se trata pues de limos y arcillas de plasticidad media con una densidad aparente comprendida entre 19.0 y 22 kN/m3.

Respecto a sus características geomecánicas el triaxial CU realizado muestra unos valores efectivos de 34 kPa para la cohesión y de 34° para el ángulos de rozamiento.

2.5.4 Resumen de los parámetros geotécnicos

Material	Densidad (kN/m3)	Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento
Rellenos antrópicos	18.0	5	35°
Depósitos eluviales	2.0	34	34°

2.6 Hidrología

Desde el punto de vista hidrogeológico, el área de estudio se enmarca dentro de la cuenca Norte, más concretamente en la denominada como Unidad Hidrogeológica de Oiz. Dicha unidad ocupa una extensión de más de 190 km².

La Unidad de Oiz está surcada por numerosos ríos y arroyos caracterizados por su corto recorrido y su carácter torrencial. En el entorno del área estudiada para el trazado, destaca el río Ibaizabal y el arroyo de Berna. Por otra parte, esta unidad se drena ocasionalmente por numerosos manantiales con grandes variaciones de caudal, lo que conlleva a situaciones de restricción ocasional en los abastecimientos.

La estructura de la unidad de Oiz es un sinclinal disimétrico muy abierto con unas areniscas terciarias en su núcleo. Litológicamente se compone de un primer tramo de carácter margoso, coronado por un segundo tramo de areniscas y limolitas carbonatadas que constituyen el nivel acuífero principal.

Debido a la alta pluviosidad, así como a la impermeabilidad de los materiales cohesivos que conforman la gran mayoría de los suelos que recubren de manera continua el substrato, se favorece la escorrentía superficial a través de los cursos de agua.

En lo que se refiere a las características hidrogeológicas de los materiales atravesados por la traza, podemos distinguir:

- La Formación Durango en estado sano o moderadamente alterada, está constituida principalmente por una alternancia de materiales permeables e impermeables, los cuales favorecen la presencia de acuíferos confinados en las capas más permeables, dando lugar a zonas de rezume de carácter temporal.
- La montera de alteración de la formación Durango, así como los niveles cohesivos de los depósitos coluviales y aluviales, de naturaleza fundamentalmente arcillosa, y por lo tanto impermeables, favorecen la escorrentía superficial.
- Y, por último, los depósitos granulares coluviales y aluviales que pueden favorecer la circulación de agua a través de dichos niveles, constituyendo niveles piezométricos confinados, que en los depósitos coluviales se considera que serán de carácter temporal.

A modo de resumen, pueden considerarse que la mayor parte del agua infiltrada en el macizo rocoso circulará a través de planos preferentes de discontinuidad (fallas, diques, juntas), por lo que los desmontes pueden considerarse en condiciones piezométricas secas.

2.7 Sismicidad

En el área estudiada, y de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), Parte General y Edificación, actualmente en vigor, real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, el trazado se desarrolla por zonas de intensidad sísmica calificada como de sismicidad baja, con valores a_b / g inferiores a 0,04. Siendo a_b la aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años.

Según la norma, no es necesario tener en cuenta las acciones sísmicas en las obras y servicios situados en las zonas de sismicidad baja.

3 Movimientos de tierras

En el presente apartado se procede al análisis de los desmontes proyectados. Para ello se estudian las características del terreno en el que serán excavados con el fin de determinar las condiciones de diseño y ejecución de los desmontes previstos en el trazado propuesto: taludes admisibles, dimensiones de cunetas, calidad de los materiales excavados, excavabilidad de éstos, coeficiente de paso, etc.

3.1 Desmontes

3.1.1 Consideraciones generales

El estudio de desmontes comprende tres aspectos importantes que deben ser considerados durante la fase de proyecto:

- Definición de taludes recomendables, su comportamiento en el tiempo y mantenimiento.
- Sistemas de ejecución previsibles.
- Utilización del material procedente de la excavación.

Desde el punto de vista geotécnico, estos tres aspectos dependen de diversos factores difíciles de valorar, tanto por las limitaciones propias de la técnica como por las inherentes a una obra de desarrollo lineal, donde las condiciones difieren notablemente de unos puntos a otros. En consecuencia, aunque los métodos de estudio empleados proporcionan una buena base de proyecto que permite reducir apreciablemente la parte empírica e intuitiva de las decisiones, éstas dependen en gran medida de la experiencia y del buen juicio ingenieril.

En general, se estima que los desmontes serán estables para los taludes diseñados, no obstante, debe esperarse que en obra existan divergencias respecto a las previsiones del proyecto. En este sentido, se considera imprescindible no dar por terminado el estudio de desmontes importantes en la fase de proyecto y disponer, durante la construcción, de una asesoría geotécnica con experiencia en el tema que supervise las excavaciones y, en caso de necesidad, pueda adaptar las recomendaciones del proyecto a las condiciones reales del terreno. El seguimiento técnico de las excavaciones repercutirá muy favorablemente en la seguridad y economía de la obra y reducirá, sin duda, las labores de conservación.

Respecto a la entidad de los desmontes objeto de este estudio cabe señalar que, con los taludes recomendados existe un total de un solo desmonte con altura superior a los 5 m.

3.1.2 Método seguido en el estudio

Con objeto de dar contestación a los diferentes aspectos que debe abordar el proyecto de los desmontes, se ha efectuado un reconocimiento geológico – geotécnico detallado del terreno, a lo largo de la traza y en sus proximidades. Específicamente se ha pretendido obtener la siguiente información:

- Características de los suelos: espesor, resistencia, condiciones de estabilidad, etc.
- Litología: tipo de rocas y su composición, resistencia de la roca sana, espesor y resistencia de la roca meteorizada, etc.
- Estructura del macizo rocoso: situación y características de las estructuras principales (estratificación, juntas, pliegues, fallas, etc.).
- Condiciones hidrogeológicas: superficiales (arroyos, manantiales, pozos, etc.) y profundas (nivel freático, zonas preferentes de circulación de agua, etc.).

A continuación se describe la sistemática utilizada para la obtención y valoración de los datos, respetando la secuencia, que, en general, se ha seguido durante la ejecución del estudio.

- Análisis de la bibliografía existente
- Cartografía geológica- geotécnica a escala 1:1.000. Diferenciándose aquellas zonas en las que aflora el substrato rocoso, las zonas con recubrimientos de suelos reducidos, en general inferior a unos 2,0 m, y las zonas en las que los depósitos cuaternarios presentan espesores superiores a unos 2,0 m. Durante esta fase se ha efectuado la toma de datos estructurales del macizo rocoso, desde el punto de vista geomecánico.
- Ejecución de sondeos, calicatas y columnas de observación para completar la toma de datos de superficie en las zonas en que, por su importancia o por la escasez de información, se ha considerado necesario.
- Realización de ensayos de laboratorio sobre muestras obtenidas para la caracterización de los materiales en profundidad.
- Análisis de estabilidad de los taludes de los desmontes excavados en suelos por el método Bishop simplificado.
- Análisis de estabilidad de los taludes de los desmontes en roca sana o parcialmente alterada por el método de K. W. John.
- Basándose en los datos anteriores, se toma la decisión de la pendiente del talud de proyecto y las recomendaciones sobre el sistema de ejecución y utilización del material excavado.

3.1.3 Análisis de los desmontes

Dada la escasa entidad de los desmontes, en cuanto a altura, la mayor parte de ellos se excavarán en los materiales eluviales procedentes de la alteración del macizo rocoso.

Se ha establecido un caso general para desmontes de altura inferior a 5 m en el que se ha estudiado su estabilidad considerando que toda su altura se encuentra ocupada por los materiales eluviales.

El análisis de estabilidad en este caso proporciona un factor de seguridad frente al deslizamiento en suelos de 2.7 incluso considerando una reducción de la cohesión del 50% para una pendiente de excavación 3(H):2(V).

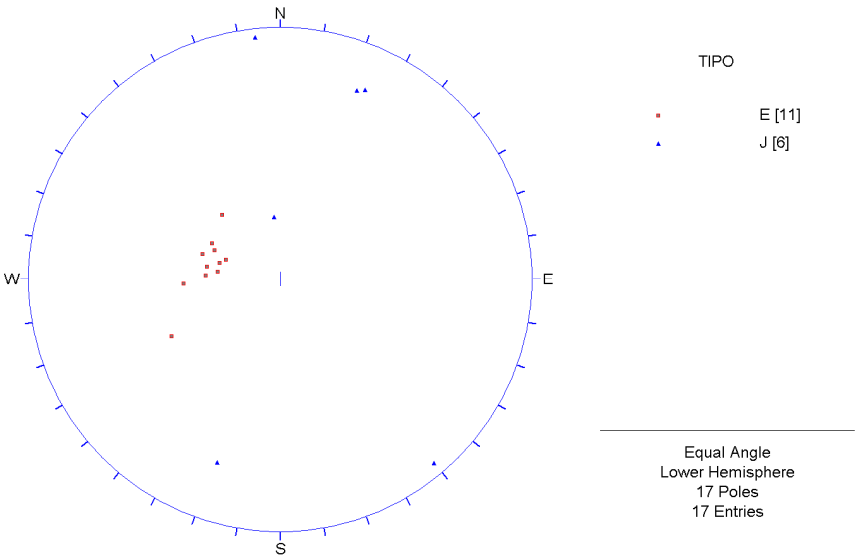
A continuación se estudia en detalle el único desmante que supera los 7 m.

Desmante 4+000 -4+160

En este desmante se considera la existencia de 1.50 m de suelo eluvial en la cabeza del desmante, el cual será excavado con una pendiente 3(H):2(V).

El macizo rocoso se encontrará constituido por una alternancia de calizas tableadas, calizas margosas, margas y areniscas calcáreas y lutitas.

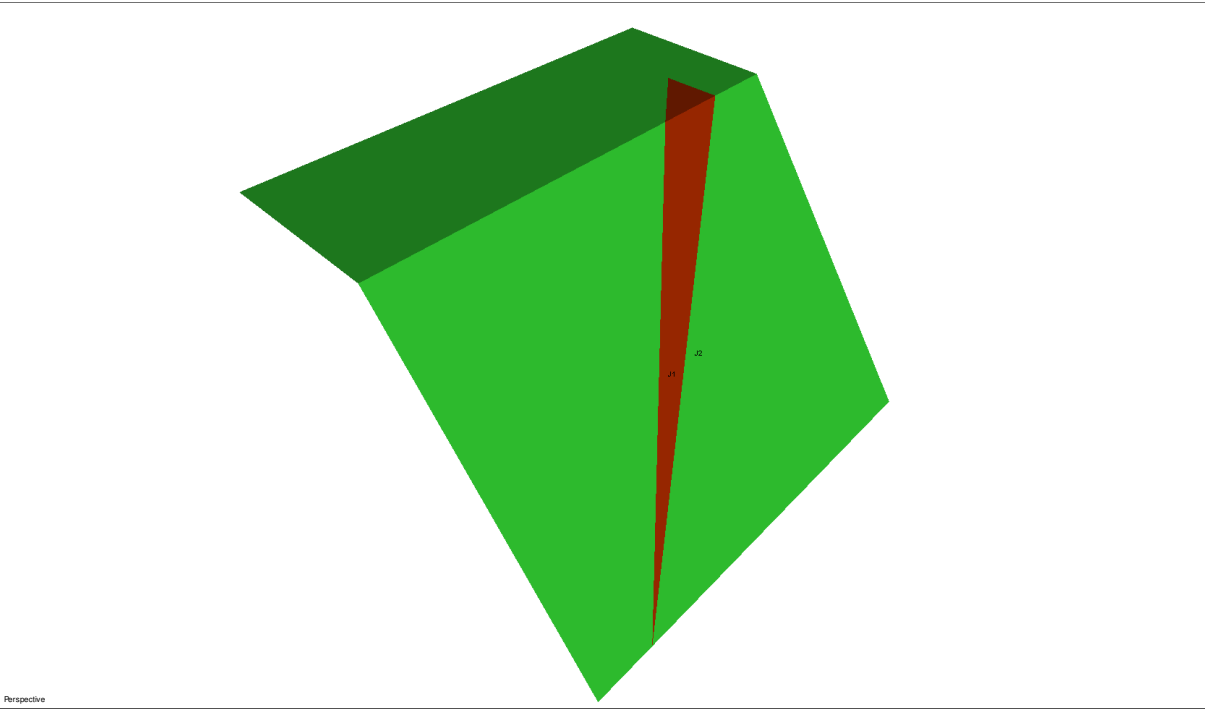
Las medidas de dirección y buzamiento de las discontinuidades que fracturan el macizo rocoso proporcionan la información acerca de las siguientes familias de juntas:



La proyección estereográfica muestra la presencia de la estratificación así como dos sistemas de juntas:

E: 33/101, J1: 81/193, J2 75/019 y J3: 87/320

El análisis de la estabilidad se efectuó mediante el programa SWEDGE, de Rocscience. El resultado aparece en la figura siguiente:



El resultado es el de la aparición de una cuña de pequeño tamaño con factor de seguridad superior a la unidad.

3.1.4 Cuadro resumen de desmontes

De PK	A PK	Altura máxima	Pendiente	Material excavado
0+000	0+220	0.2	3(H):2(V)	Relleno carretera
0+580	0+660	1.27	3(H):2(V)	Suelos eluviales
0+660	0+790	2.12	3(H):2(V)	Suelos eluviales
0+790	0+910	3.34	3(H):2(V)	Suelos eluviales
1+430	1+780	0.2	3(H):2(V)	Relleno carretera
2+480	2+760	3.5	3(H):2(V)	Suelos eluviales
2+760	3+080	2.21	3(H):2(V)	Suelos eluviales y relleno AP-8
3+080	3+210	2.4	3(H):2(V)	Suelos eluviales y relleno AP-8
4+000	4+160	7.95	3(H):2(V) + 3(H):4(V)	Suelos eluviales y roca
4+960	5+140	0.3	3(H):2(V)	Suelos eluviales
5+440	5+620	1.40	3(H):2(V)	Suelos eluviales
6+040	7+036	4.14	3(H):2(V)	Relleno AP-8

3.2 Rellenos

En los apartados que se desarrollan a continuación se presentan los aspectos generales del diseño y cálculo de los rellenos, así como un estudio particularizado de los rellenos del trazado, teniendo en cuenta los datos geológicos y geotécnicos que ha proporcionado la investigación realizada.

A modo de resumen, cabe indicar que el talud adoptado en los rellenos de las vías generales es el 3H/2V, salvo en aquellos casos en los que la ocupación obliga a restringir su total desarrollo adoptándose el diseño de muros de contención.

El cuadro general de los rellenos a realizar en el trazado es el siguiente:

De PK	A PK	h _{max}
0+220	0+580	2.97
0+660	0+790	1.8
0+910	1+430	6.4
1+780	2+480	5.46
2+760	3+080	6.17
3+210	4+000	6.0
4+160	4+960	3.51
5+140	5+440	6.0
5+620	6+040	5.48

3.2.1 Criterios generales

3.2.1.1 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

De acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores, los materiales para la formación de los rellenos podrán proceder de préstamo (mayor parte), o de las excavaciones del macizo rocoso de la traza. Sus parámetros geotécnicos más importantes, de cara a la realización de un Estudio de Rellenos, se indican a continuación:

Densidad aparente t/m³	Cohesión efectiva (kPa)	A. Roz. Efectivo (°)
2.0	5	35

Se supondrá que todos los rellenos se realizan con un mismo material con los siguientes parámetros, claramente del lado de la seguridad.

- Densidad aparente; 2,0t/m³
- Cohesión efectiva; 5KPa
- Ángulo de rozamiento efectivo; 35°

3.2.1.2 MATERIALES SOBRE LOS QUE APOYARÁN LOS RELLENOS

Tras la realización de los saneos correspondientes, en aquellos puntos del trazado en los que se ha considerado preciso, los materiales que servirán de apoyo a los rellenos se corresponderán en todos los casos a suelos limo-arcillosos, con más o menos gravas.

Los principales parámetros geotécnicos de los materiales indicados se resumen en el siguiente cuadro.

Unidad geotécnica	Densidad aparente (t/m³)	Módulo de deformación E(MPa)	Cohesión efectiva (kPa)	A. Roz. Efectivo (°)
Depósitos eluviales	2.02	30 - 40	24.2	22
Rellenos AP-8	2.00	50	5	35

3.2.1.3 TRATAMIENTO Y PREPARACIÓN DEL CIMIENTO

Las consecuencias de la preparación y el tratamiento de la cimentación pueden llegar a ser más importantes que las derivadas de la propia obra de terraplenado, sobre todo en las zonas con espesores de terrenos poco competentes o en zonas mal drenadas, así como en zonas puntuales con fuerte pendiente. En consecuencia, debe prestarse una especial atención a la ejecución del cimiento.

Se deberán contemplar los siguientes criterios con carácter general:

- En todas las zonas de apoyo se procederá al desbroce del terreno, excavación y extracción de la vegetación y de la tierra vegetal que deberá reservarse para su posterior utilización.
- Una vez retirada la tierra vegetal, se procederá al escalonado del terreno mediante la retirada de parte del terreno de apoyo para conseguir superficies horizontales separadas por rampas.

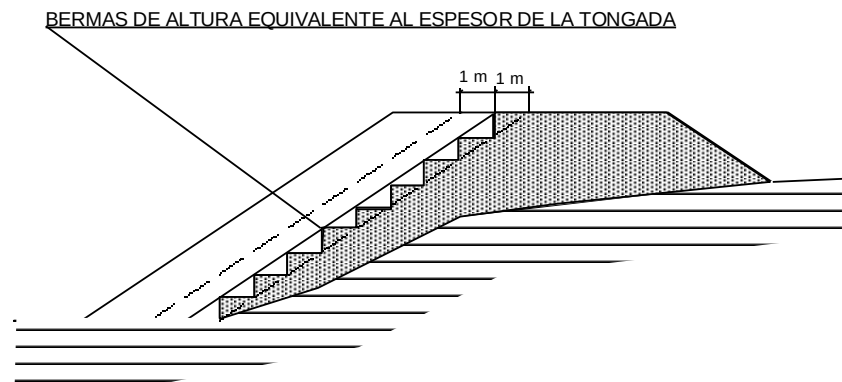
En el presente proyecto, los materiales que serán escalonados, de forma general, en el apoyo de los rellenos, son: Rellenos antrópicos y depósitos eluviales.

No se han detectado zonas con drenaje deficiente.

De este modo, en este tramo no será necesario disponer tratamientos específicos relacionados con el nivel freático o con el drenaje, no siendo preciso, por ejemplo, disponer material con menos del 15% en la parte inferior de los terraplenes (cimiento y base de relleno saturable).

Cumpliendo con las condiciones de saneo y tratamiento del cimiento anteriores y teniendo en cuenta que las alturas de rellenos previstas son siempre inferiores a 10m, se considera que el terreno sobre el que apoyarán los rellenos presentes en la traza proporciona un apoyo conveniente.

En cuanto al recrecido de los rellenos actuales de la autopista AP-8, para la ampliación de la explanada y la unión con los nuevos rellenos, deberá procederse al saneo y escalonado de los taludes existentes en sus dos metros más próximos a la superficie del talud, tal y como se muestra gráficamente en el Croquis III.



3.2.1.4 TALUDES Y ESTABILIDAD

Se han proyectado todos los rellenos con una pendiente 3(H):2(V)

En los materiales tipo suelo es habitual y adecuado utilizar métodos de cálculo basados en la teoría del equilibrio límite. El método utilizado para el cálculo es el simplificado de Bishop a través del programa de cálculo SLIDE de Rocscience que permiten obtener el coeficiente de seguridad a partir de los datos geométricos, geotécnicos y la posición relativa de un posible nivel freático.

El coeficiente de seguridad mínimo exigido en los taludes en relleno, en la hipótesis estática, es 1,5 (valor habitualmente considerado en este tipo de cálculos), y que debe cumplirse para un rango razonable de variación de la cohesión de los materiales y, en su caso, para un rango razonable de variación de la posición de un posible nivel freático.

Se consideran representativos del material remoldeado una cohesión de 5 KPa y un ángulo de rozamiento de 35°.

En vista de la homogeneidad de los resultados, y de acuerdo con lo indicado en apartados anteriores, para la realización de cálculos de estabilidad de rellenos, se supondrá que todos los rellenos se realizan con un mismo material con los siguientes parámetros, claramente del lado de la seguridad.

Tal y como se ha indicado anteriormente, ninguno de los taludes en relleno estará afectado de presiones intersticiales como consecuencia de la presencia de agua freática.

3.2.2 Condiciones de estabilidad

Respecto a la estabilidad de los rellenos depende normalmente de dos factores: la estabilidad propia del relleno y la estabilidad del conjunto relleno-cimiento. Generalmente, ésta última condición es la que implica mayor peligro para los rellenos de una vía de comunicación.

3.2.2.1 ESTABILIDAD PROPIA DEL RELLENO

A efectos de la estabilidad del relleno en sí, la pendiente de los taludes está condicionada por su altura y por las características resistentes del material disponible para su construcción.

En rellenos de hasta unos 10 metros de altura se considera admisible la ejecución de taludes 3(H):2(V), si se construyen con material de tipo todo – uno, como serían los construidos con los materiales rocosos sanos, o moderadamente alterados, procedentes de las excavaciones previstas en el trazado estudiado.

3.2.2.2 ESTABILIDAD DEL CONJUNTO RELLENO-CIMIENTO

En general se considera que las condiciones de apoyo de los rellenos proyectados son favorables, ya que la superficie de apoyo es sensiblemente horizontal, y las alturas de los rellenos reducidas. .

3.2.3 Condiciones de Cimentación. Asientos

Los asientos que experimentarán los rellenos, se deberán tanto a la consolidación propia del relleno, como a la del terreno de apoyo.

En el tramo que nos ocupa, el apoyo está constituido, en su mayor parte, por un substrato Cretácico (Formación Durango) o suelos granulares de compacidad medianamente densa a densa. En estos casos la consolidación del terreno de apoyo no tiene importancia práctica, ya que los asientos se habrán producido, en su mayor parte, al finalizar la construcción de los rellenos.

En estas condiciones la magnitud de los asientos que se producirán en el cuerpo de los rellenos, dependerá, básicamente, de la altura del relleno, del tipo de material empleado y del grado de compactación que se alcance en obra. Su magnitud total es difícil de estimar y en la práctica, a efectos ingenieriles, únicamente tendrá significado la magnitud y el plazo en que se producirán los asientos residuales, después de terminada la ejecución de cada relleno.

En los rellenos de tipo todo – uno y pedraplén, que serán los que se realicen en este tramo, se estima que los asientos residuales serán del orden del 0,5 por ciento de la altura de los rellenos; siempre que se alcance un grado de compactación adecuado. Parte de estos asientos, del orden del 50 por ciento, se producirán durante los seis meses posteriores al término de la construcción y hasta el 75 por ciento en el año siguiente.

A partir de este último dato, cabe pensar que los asentamientos máximos diferidos en los rellenos objeto de este estudio, serán inferiores a unos 2 centímetros y en su mayor parte se habrán producido a la hora de extender el aglomerado.

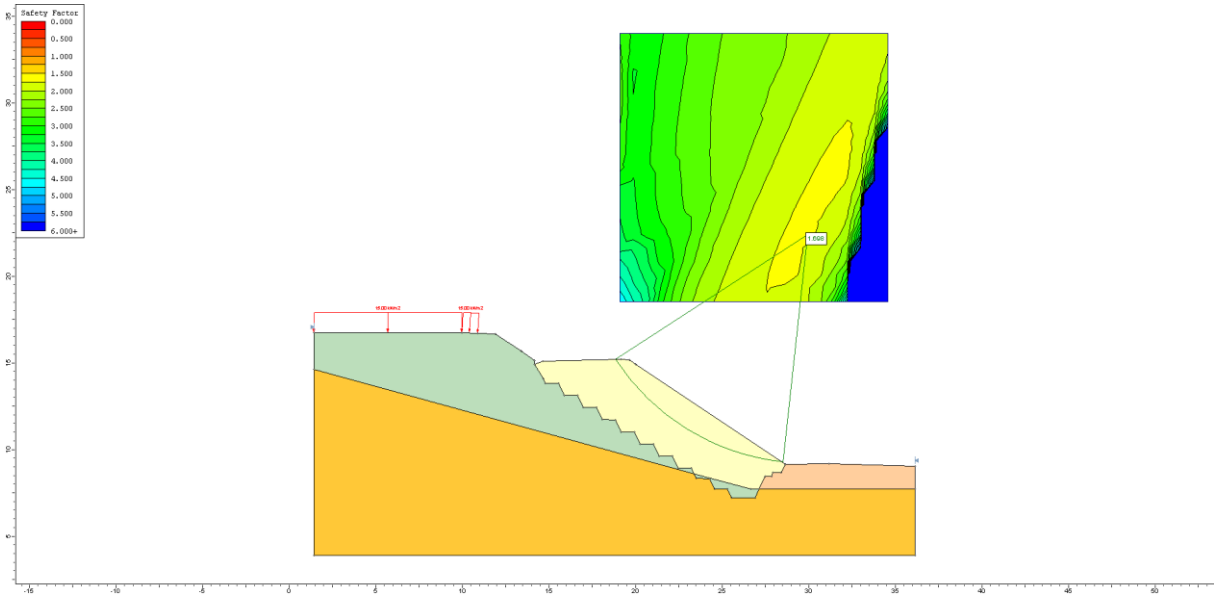
3.2.4 Análisis de la estabilidad de los rellenos

A continuación se pasa a estudiar las características de los rellenos cuya altura supera los 6 m en términos de estabilidad al deslizamiento tanto interna como global de la ladera.

3.2.4.1 RELLENO 0+910-1+430

Este relleno se apoya sobre un terraplén de la autopista AP-8 con su base sobre los materiales alterados del macizo rocoso. Su altura máxima es de 6.40 m.

El cálculo del factor de seguridad permite observar un factor de seguridad superior a 1.6.



3.2.4.2 RELLENO 2+760-3+080

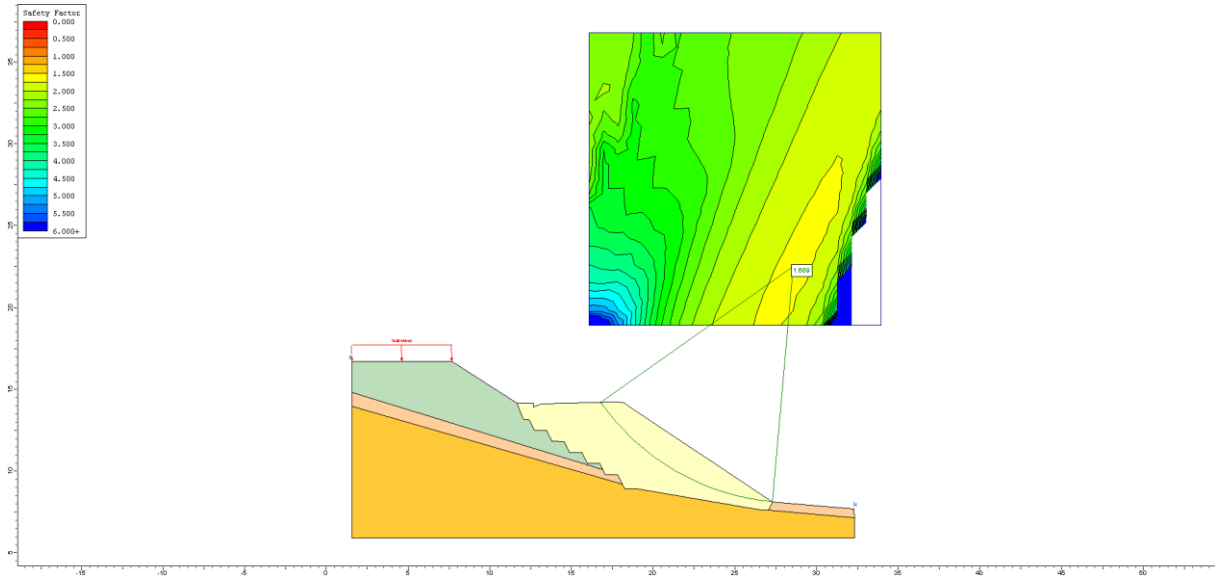
Este relleno se apoya sobre una ladera de pendiente media bajo la Autopista AP-8. En gran parte de su desarrollo (2+820 – 3+000) se ha diseñado una escollera con objeto de limitar su extensión (Muro 6).

La determinación de su factor de seguridad se realiza en el apartado de estructuras.

3.2.4.3 RELLENO 3+210 – 4+000

El relleno se apoya lateralmente sobre la Autopista AP-8 así como sobre una ligera cobertera de materiales eluviales. La altura máxima de este tramo es de 6 m.

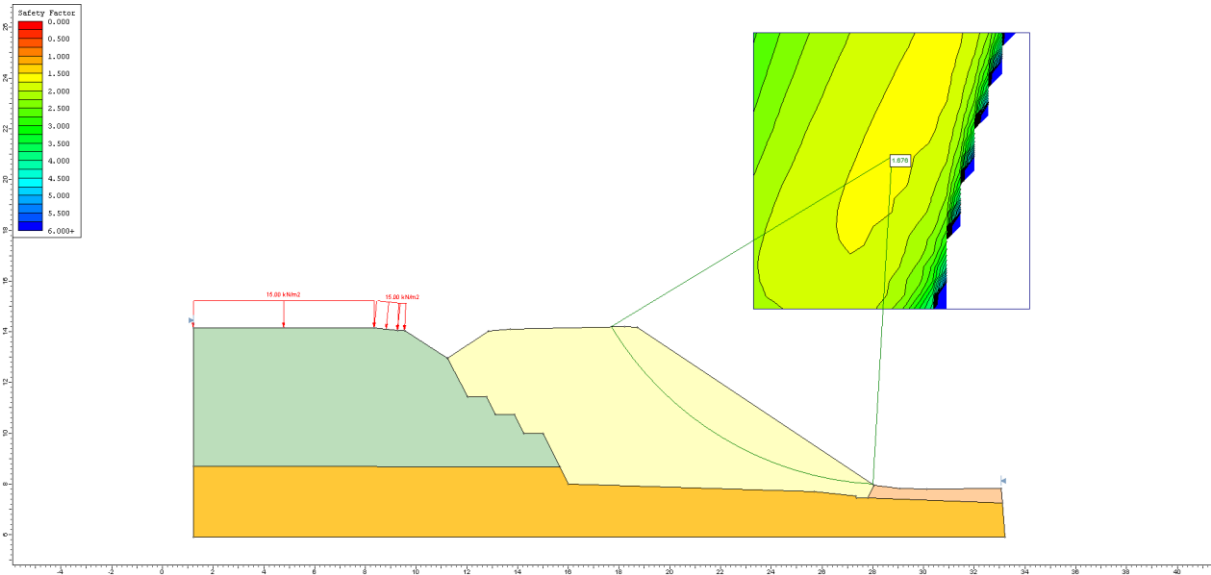
El factor de seguridad se estima en 1.68.



3.2.4.4 RELLENO 5+140 – 5+540

Constituye los estribos de la pasarela 5+300, habiéndose efectuado el sondeo S-3 en la zona del estribo Donosti. Su altura máxima es de 6.00 m y se apoya lateralmente sobre un relleno de la Autopista AP-8. El apoyo basal se hace tanto sobre rellenos antrópicos como sobre materiales eluviales y el macizo rocoso.

El factor de seguridad obtenido en el cálculo para su perfil de mayor altura es de 1.67.



3.3 Categoría de Explanada

La categoría de explanada en el fondo de los desmontes, a lo largo del trazado proyectado, será la siguiente, en función de los materiales existentes:

- Los suelos cuaternarios de origen eluvial, presenta unas características, por lo general, asimilables a suelos de tipo tolerable
- Los materiales procedentes a la Fm. Durango se clasifican como roca

Por lo que respecta a la coronación de los rellenos, la categoría de explanada dependerá del tipo de material que se utilice. En principio, es de prever que los rellenos se construyan con material de tipo todo - uno, pudiéndose clasificar como adecuados.

de PK	a PK	movimiento de tierras	altura max	grupo litológico cimiento/excavación	categoría de la explanada en desmontes y material extraído
0+000	0+220	desmonte	0.2	rellenos antrópicos	tolerable
0+220	0+580	relleno	2.97	suelo eluvial	
0+580	0+660	desmonte	1.22	suelo eluvial	tolerable
0+660	0+790	media ladera	1.8/2.12	suelo eluvial	
0+790	0+910	desmonte	3.34	suelo eluvial (1.50m) / roca	tolerable 1.5 m (por debajo de superficie) y roca resto
0+910	1+430	relleno	6.4	Rellenos antrópicos / suelo eluvial	
1+430	1+780	desmonte	0.2	Relleno antrópico	tolerable
1+780	2+480	relleno	5.46	Rellenos antrópicos / suelo eluvial	
2+480	2+760	desmonte	3.5	Suelo eluvial	tolerable 2.0 m(por debajo de superficie) y resto roca
2+760	3+080	media ladera	6.17/2.21	Rellenos antrópicos / suelo eluvial	
3+080	3+120	desmonte	2.4	suelo eluvial (2.0m) /roca	tolerable
3+120	4+000	relleno	6	Rellenos antrópicos / suelo eluvial	
4+000	4+160	desmonte	7.95	suelo eluvial (1.50m) / roca	tolerable 1.50 m(por debajo de superficie) resto roca
4+160	4+960	relleno	3.61	Suelo eluvial	
4+960	5+140	desmonte	0.3	Suelo eluvial	tolerable
5+140	5+440	relleno	6	Rellenos antrópicos / suelo eluvial	
5+440	5+620	desmonte	1.4	suelos eluviales	tolerable
5+620	6+040	relleno	8.43	Rellenos antrópicos	
6+040	7+036	desmonte	4.14	Rellenos antrópicos	tolerable

3.4 Coeficientes de paso

En base a la experiencia en obras similares de la zona se estima que el coeficiente de paso para los materiales de saneo y excavación en suelos eluviales será de 1.20 para destino vertedero.

En el caso del material rocoso procedente de la excavación con destino a rellenos se estima un coeficiente de paso de 1.20.

3.5 Criterios de diseño de las estructuras

En total, el trazado incluye tres viaductos. Adicionalmente el proyecto incluye cuatro muros de escollera.

Se ha tomado como base las características de las cimentaciones de estructuras los datos procedentes de la investigación realizada así como de proyectos sobre la misma formación en zonas cercanas.

Como norma general, el terreno se corresponde con lutitas y niveles de arenisca de bastante rigidez y capacidad portante.

Los estribos de los viaductos son de tipo "cerrado" en todos los casos, independientemente del tipo de cimentación (superficial o profunda) finalmente considerado para el estribo. En caso de acudir a cimentación profunda, se prestará especial atención al del rozamiento negativo sobre los pilotes y los esfuerzos horizontales sobre los mismos.

3.6 Metodología de cálculo

Tal y como se ha indicado anteriormente, los apoyos de las estructuras que forman parte del proyecto, podrán ser cimentados de forma directa.

En todos los casos, el terreno de apoyo se corresponde con toca sana con grado de meteorización M(II).

De este modo, los diversos métodos de cálculo descritos a continuación, son aquellos habitualmente utilizados para rocas, en los que los asientos se producen a corto plazo, y la resistencia al corte viene determinada por los parámetros efectivos.

3.6.1 Cálculo de la carga de hundimiento

La metodología para el cálculo de la carga admisible y de hundimiento de las cimentaciones viene dada por la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras del Ministerio de Fomento.

A partir de las recomendaciones de la guía se sigue el siguiente método para el cálculo de la tensión admisible para rocas.

$$p_{v adm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3$$

- P_0 : presión de referencia que debe tomarse igual 1 Mpa
- q_u : resistencia a compresión simple de la matriz rocosa
- $\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3$: parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento entre las litoclasas.

En el caso de cimentaciones, en laderas, o próximas a taludes es necesario tener en cuenta la estructura del macizo rocoso, considerando la posibilidad de formación de cuñas o deslizamientos planares.

3.6.2 Cálculo de asientos

Se considera que los asientos derivados de las cargas transmitidas sobre el sustrato rocoso serán de pequeña entidad y además se producirán de manera instantánea en todos los apoyos considerados en este proyecto.

3.7 Estudio de estructuras

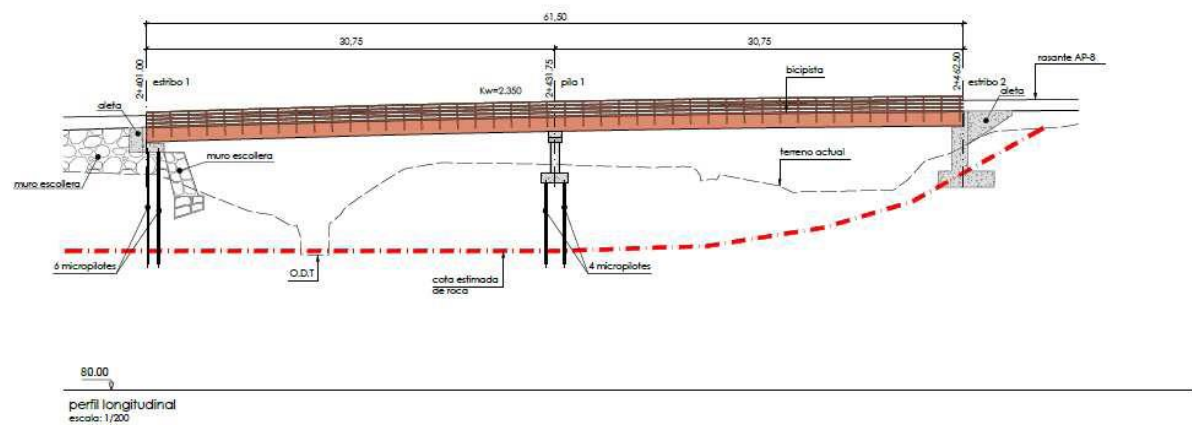
3.7.1 Paso inferior 0+800

Se opta por un cajón de hormigón armado, de 15 m de longitud, ejecutado cerca de su posición definitiva para ser finalmente empujado, de 4,50 x 3,0 m de dimensiones interiores. Se ha dimensionado una solera de 0,60 m de espesor y hastiales y dintel de 0,50 m, tal como se recoge en la figura.

La cimentación será superficial puesto que al tratarse de un cajón no requiere necesidades específicas de carga admisible.

3.7.2 Pasarela 2+400

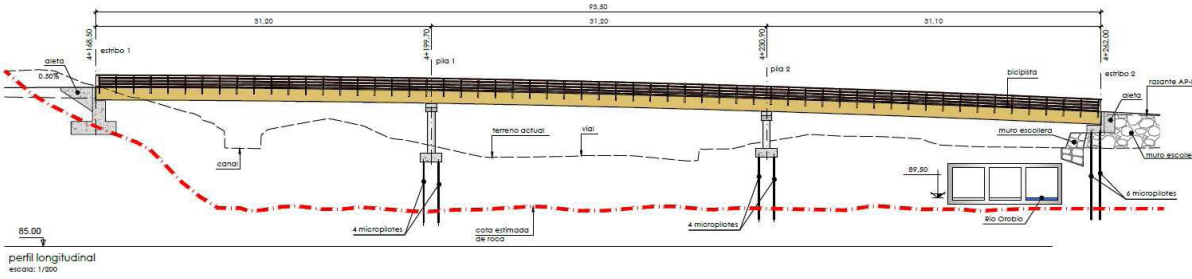
El primero de estos pasos se encuentra en la zona de Saratzu (Euba), junto a la planta de la compañía Befesa. Se le denomina Pasarela 2+400 y consiste en un puente curvo de 2 vanos y 61,5 m de longitud total, que salva una ODT y el camino de acceso a un paso inferior de la AP-8, denominado E-IIa-4.



Dada la profundidad de la roca en el estribo Bilbao como en la pila se opta por la cimentación profunda mediante micropilotes. En la zona del estribo Donosti se realizó el sondeo S-1 obteniendose una profundidad razonable para la roca eligiendo la cimentación superficial mediante zapata.

3.7.3 Pasarela 4+200

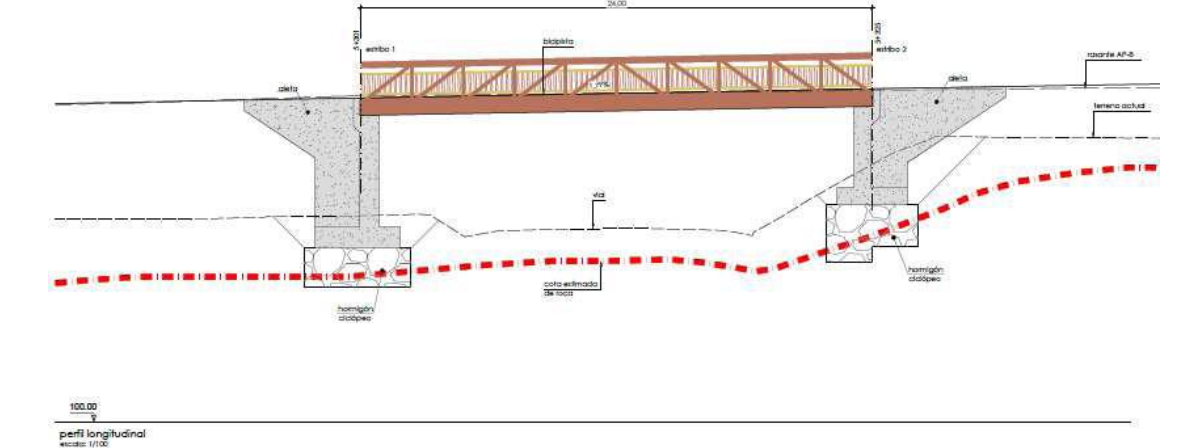
La segundo Pasarela 4+200 de la bicipista se encuentra en la zona de Berna, y permite el paso conjunto sobre un canal existente junto a la Ermita, una de las patas de la rotonda de la N-634 y una ODT compuesta por un cajón tritelular de hormigón por uno de cuyos huecos se canaliza el río Oromiño en su paso bajo la autopista. Se trata de un puente de 3 vanos que salva una luz total de unos 93 metros.



En base a la profundidad del contacto entre roca sana M(II) y roca meteorizada y suelos aluviales se propone la realización de una cimentación superficial en el primero de los estribos y profunda mediante pilotes en el resto de los apoyos.

3.7.4 Pasarela 5+300

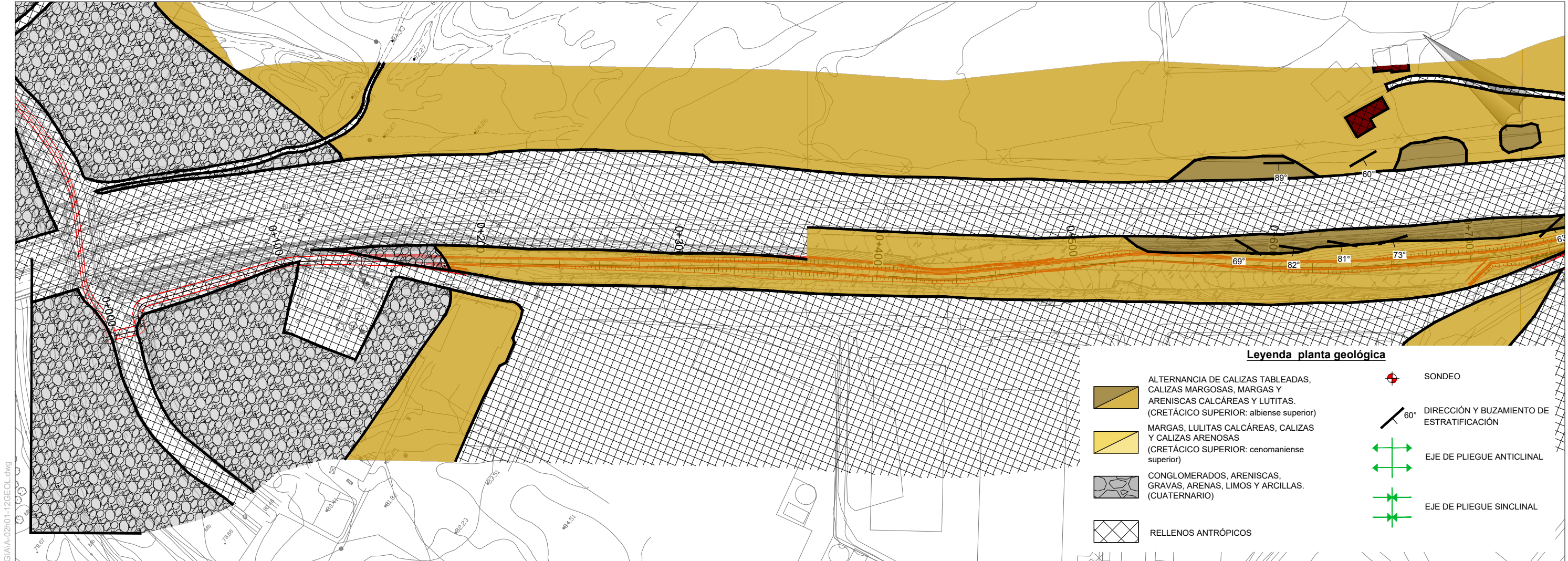
El último puente es la Pasarela 5+300, que se localiza en la zona de Santa Maña- Arriandi, en Iurreta, y permite el paso de la bicipista sobre la carretera BI-3332 que se dirige a Gernika. Se trata de una estructura de madera en cercha con ligera contraflecha, y con un ligero esviaje, dado que la carretera cruza esviada bajo la senda. El tablero en este caso tendrá 24 m de longitud libre, y 20,4 m de luz libre entre caras vistas de estribo.



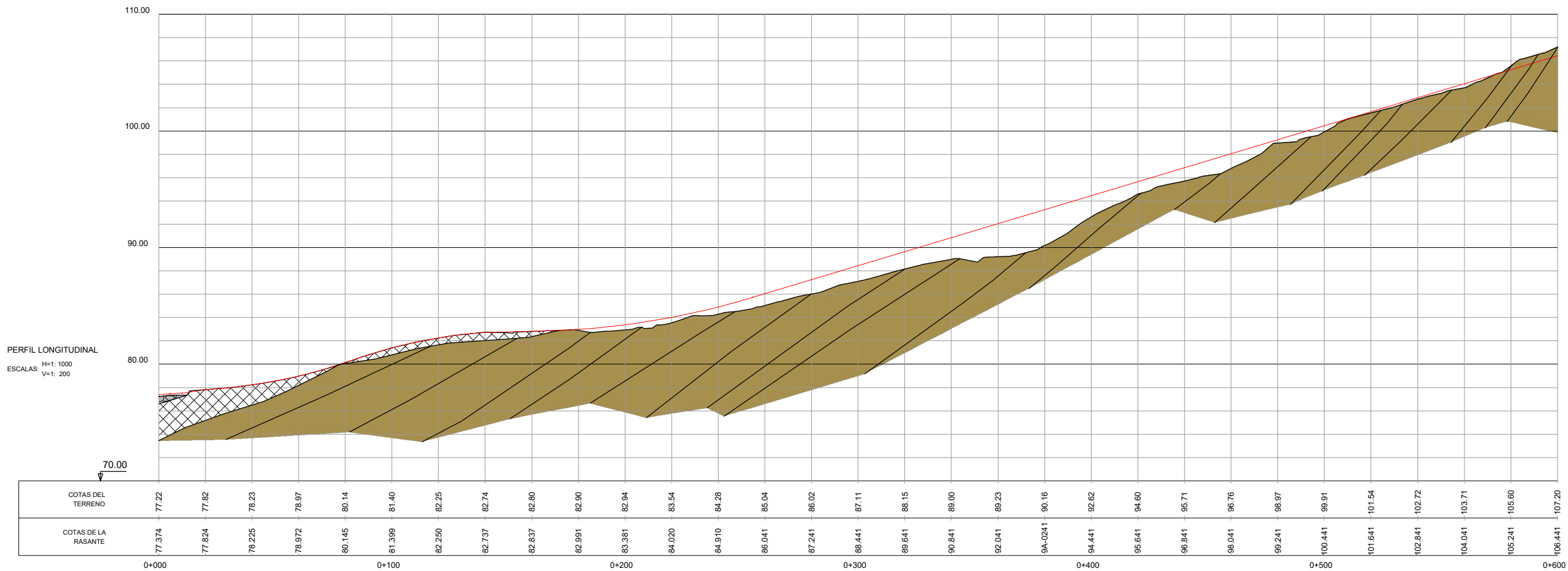
La profundidad del contacto suelo – roca hace que se opte por la cimentación superficial en ambos estribos.

APÉNDICE N°2.1

Cartografía geológica y perfil longitudinal

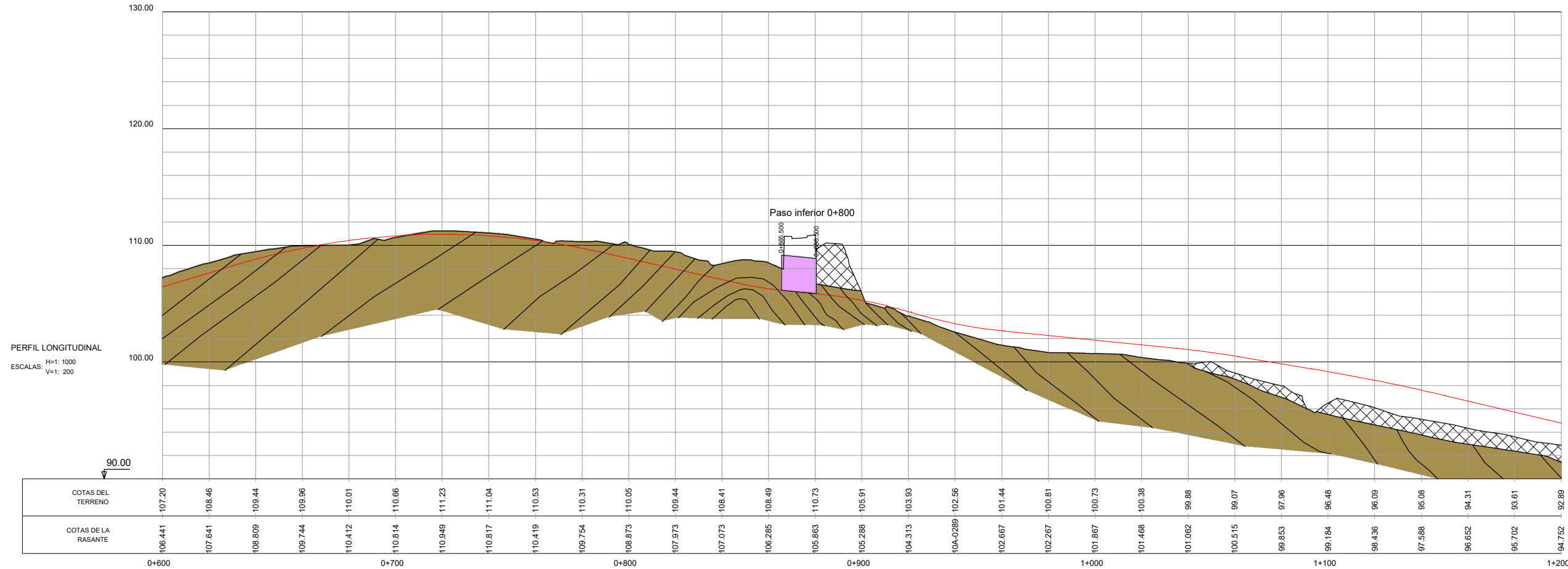


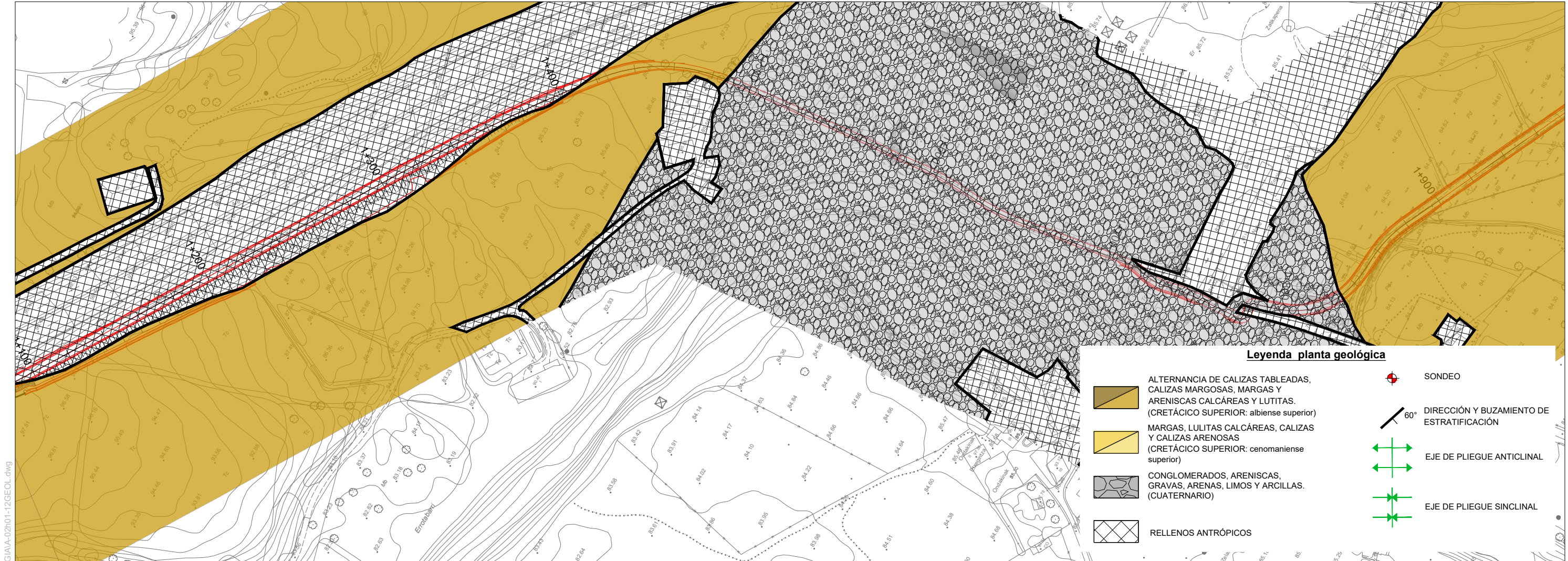
Planta general
escala 1:1000



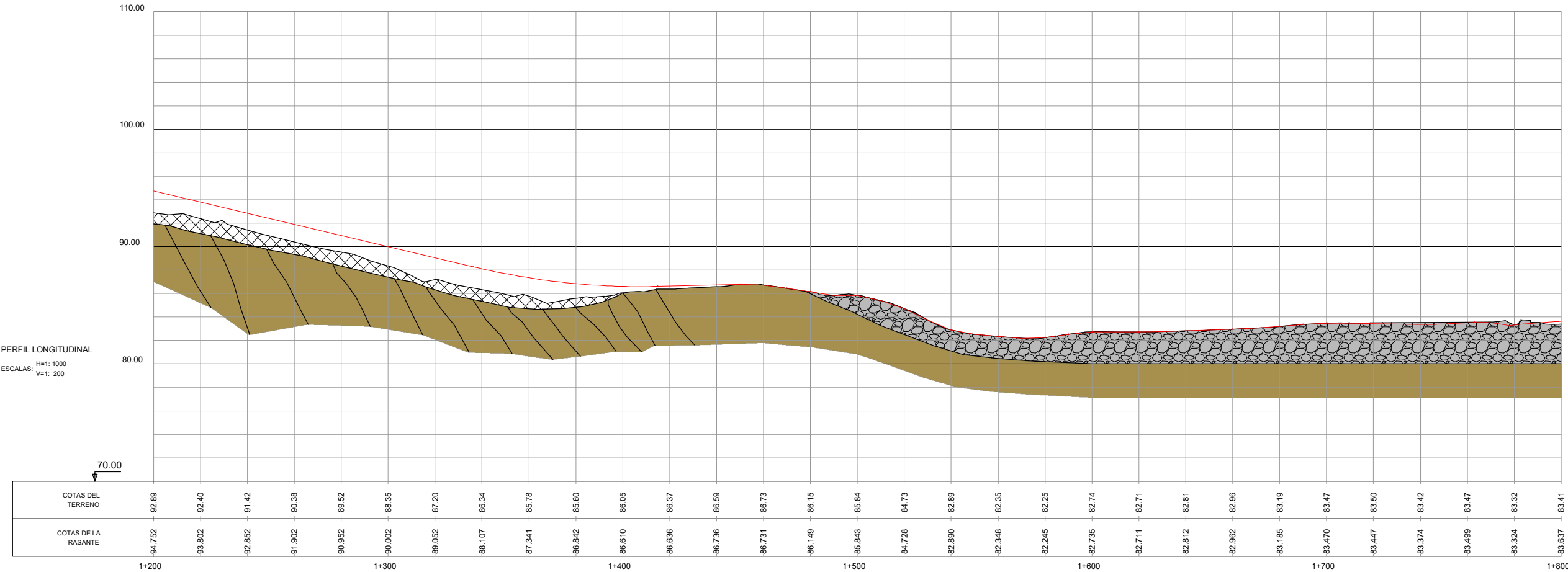


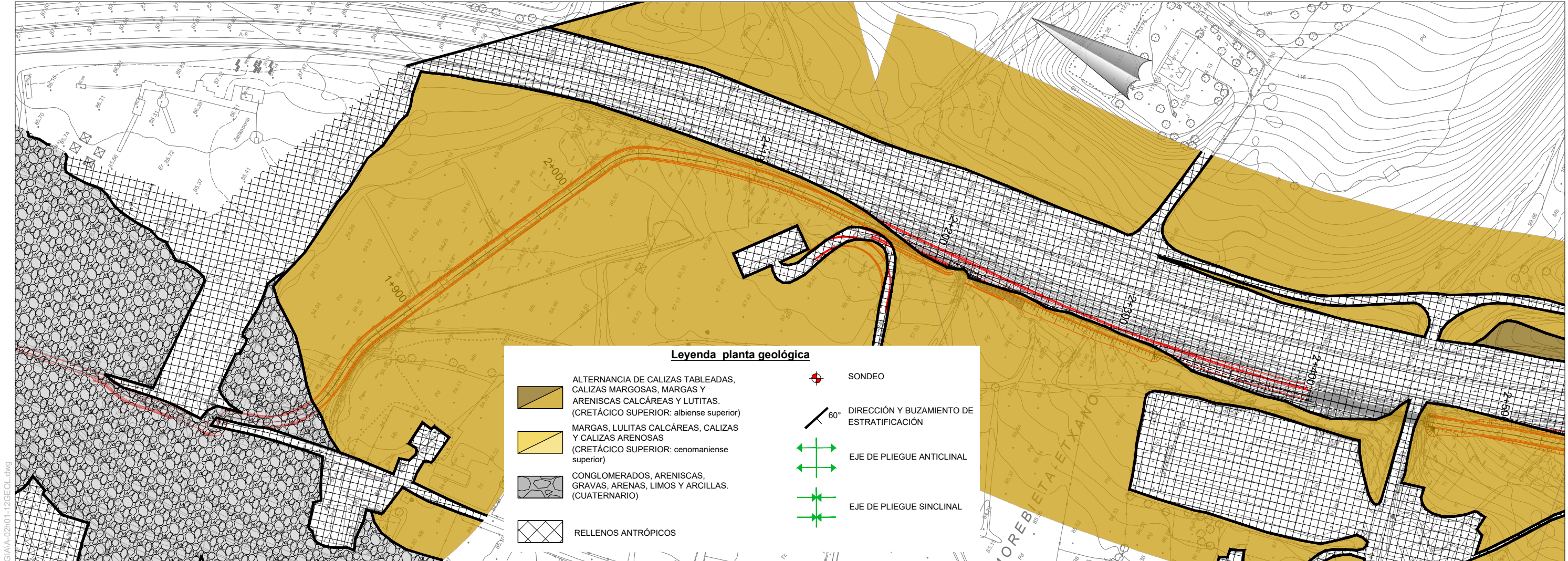
Planta general
escala 1:1000



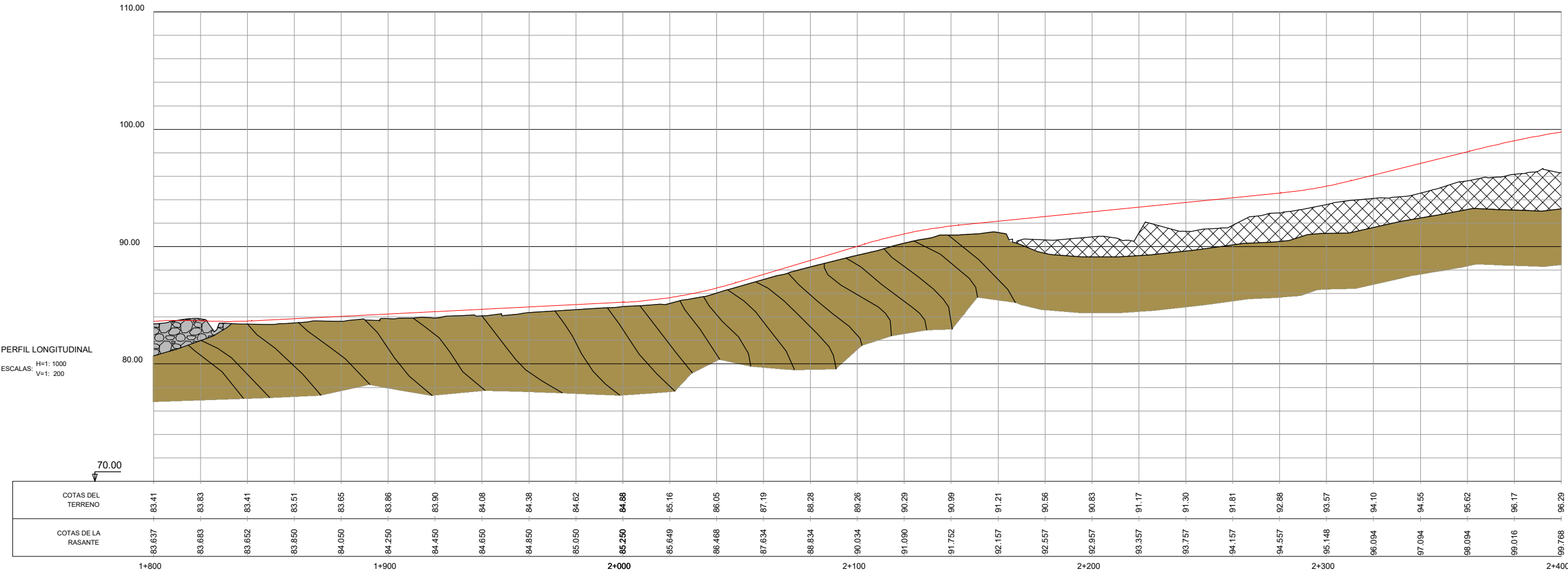


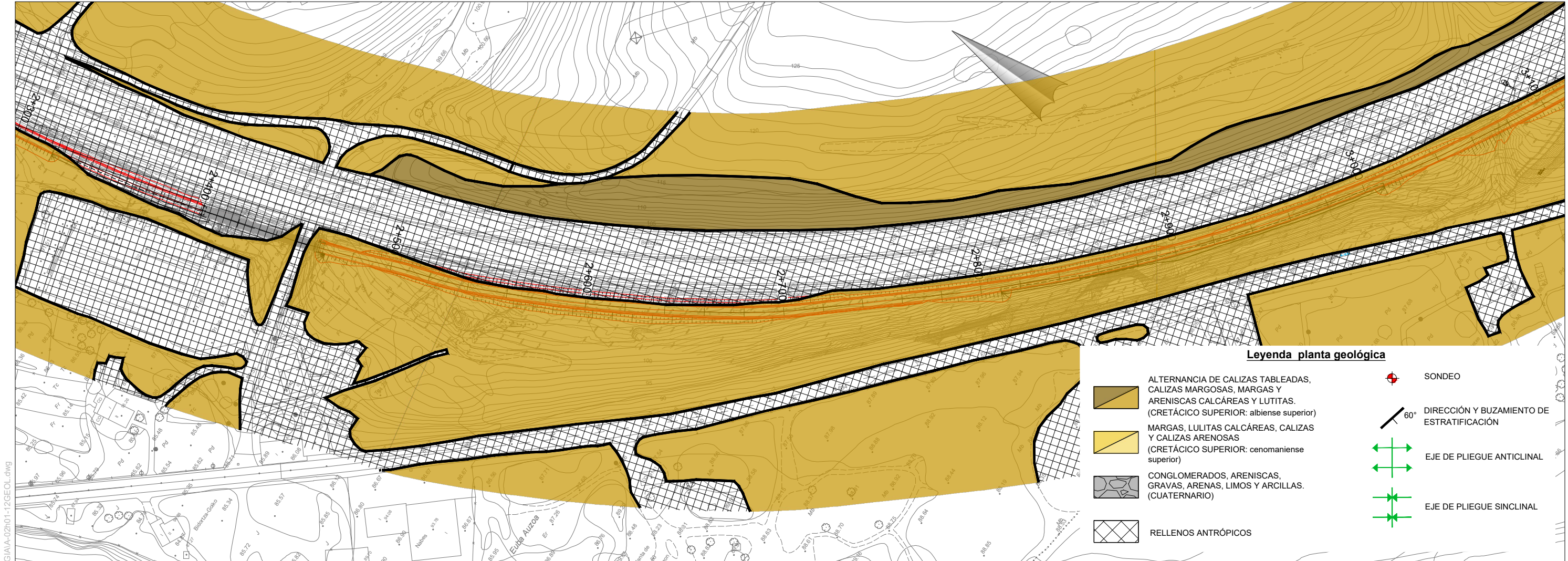
Planta general
escala 1:1000





Planta general
escala 1:1000

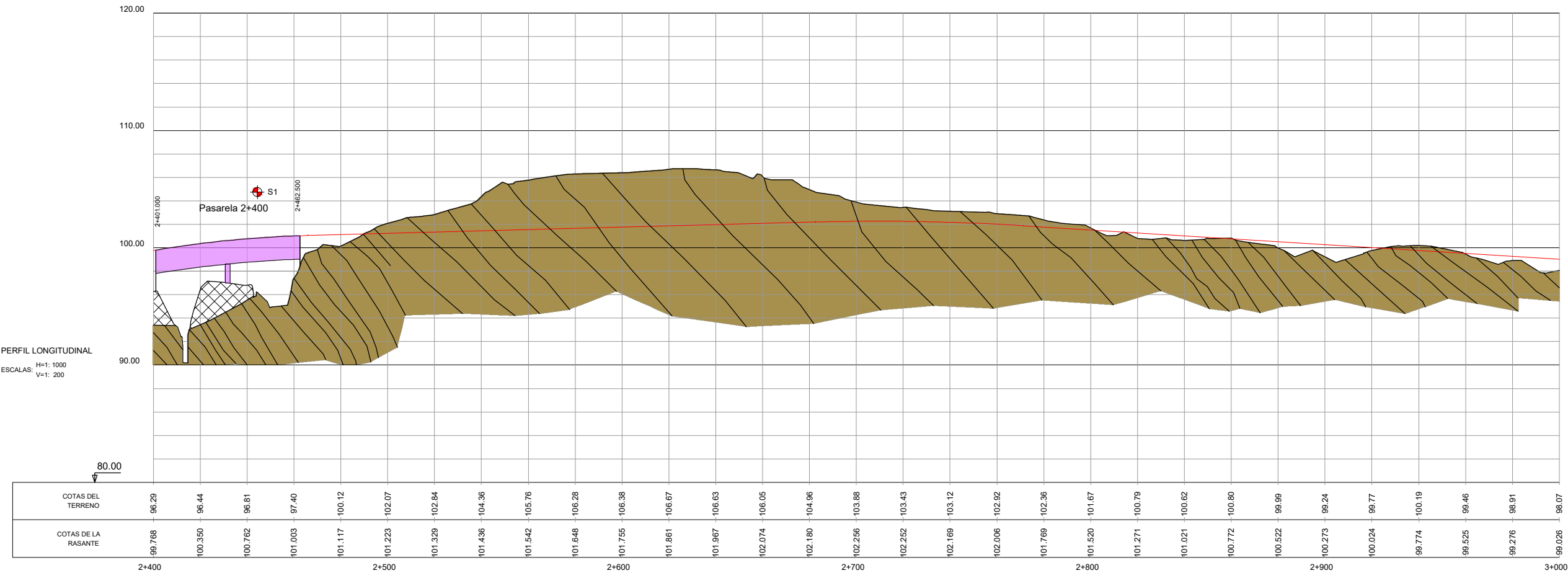




Leyenda planta geológica

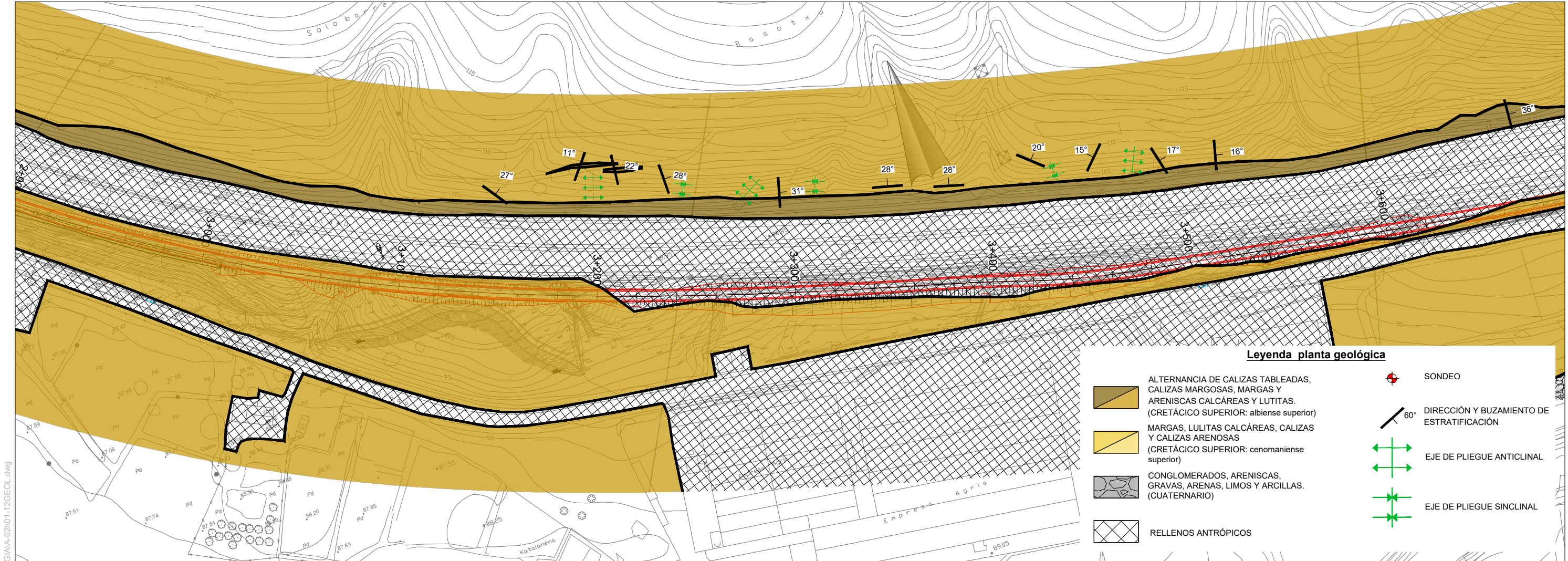
- ALTERNANCIA DE CALIZAS TABLEADAS, CALIZAS MARGOSAS, MARGAS Y ARENISCAS CALCÁREAS Y LUTITAS. (CRETÁCICO SUPERIOR: albiense superior)
- MARGAS, LULITAS CALCÁREAS, CALIZAS Y CALIZAS ARENOSAS (CRETÁCICO SUPERIOR: cenomaniense superior)
- CONGLOMERADOS, ARENISCAS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS. (CUATERNARIO)
- RELLENOS ANTRÓPICOS
- SONDEO
- DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO DE ESTRATIFICACIÓN
- EJE DE PLIEGUE ANTICLINAL
- EJE DE PLIEGUE SINCLINAL

Planta general
escala 1:1000

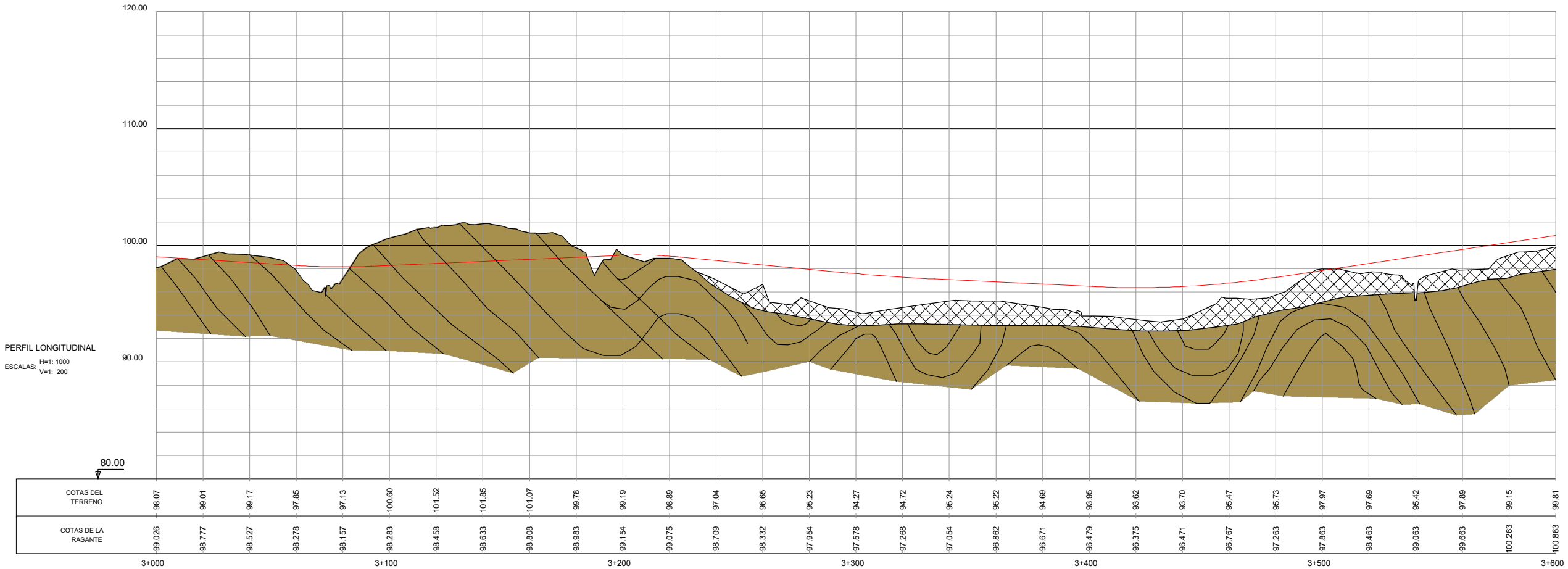


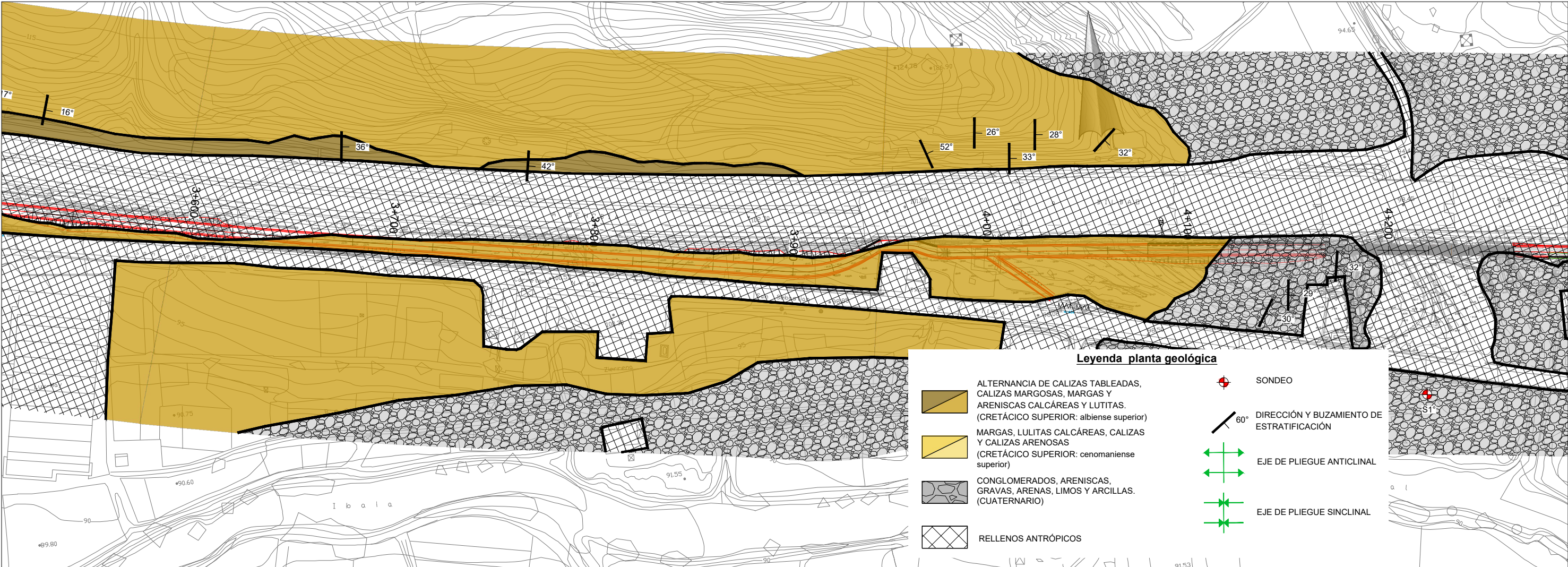
PERFIL LONGITUDINAL
H=1:1000
V=1:200

COTAS DEL TERRENO	96.29	96.44	96.81	97.40	100.12	102.07	102.84	104.36	105.76	106.28	106.38	106.67	106.63	106.05	104.96	103.88	103.43	103.12	102.92	102.36	101.67	100.79	100.62	100.80	99.99	99.24	99.77	100.19	99.46	98.91	98.07
COTAS DE LA RASANTE	96.788	100.350	100.762	101.003	101.117	101.223	101.329	101.436	101.542	101.648	101.755	101.861	101.967	102.074	102.180	102.256	102.252	102.169	102.006	101.769	101.520	101.271	101.021	100.772	100.522	100.273	100.024	99.774	99.525	99.276	98.026
	2+400					2+500					2+600				2+700					2+800					2+900						3+000

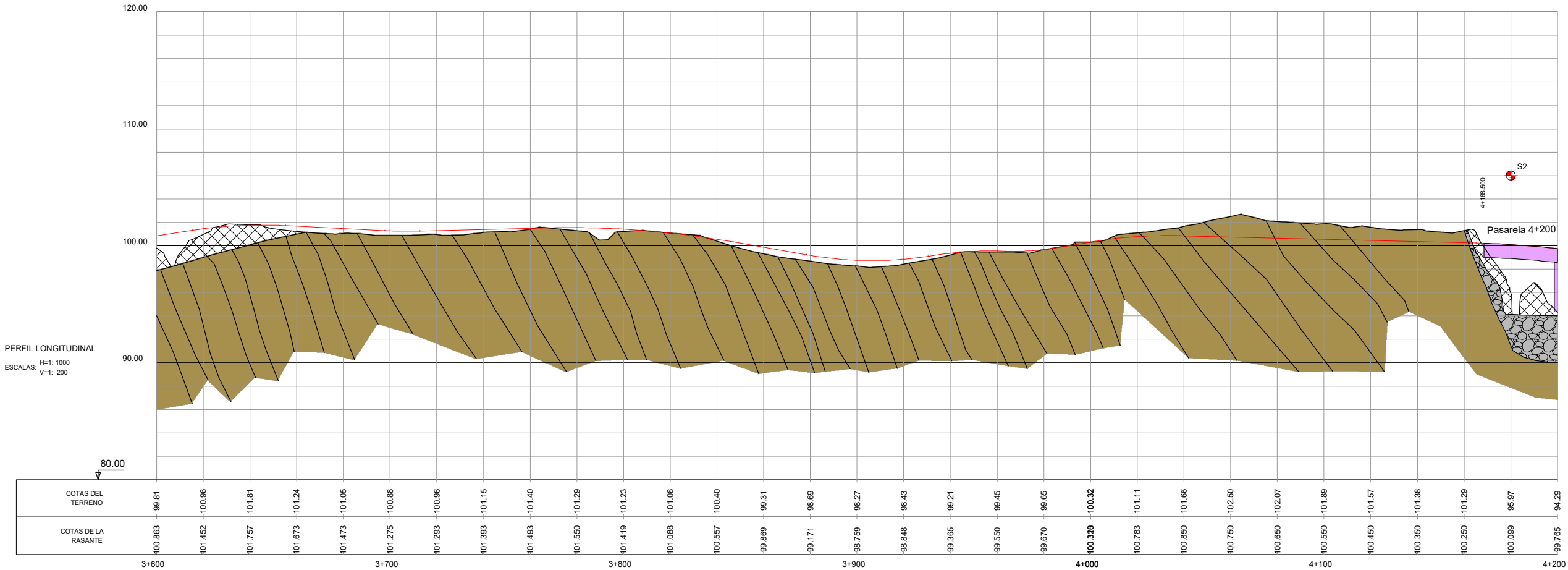


Planta general
escala 1:1000

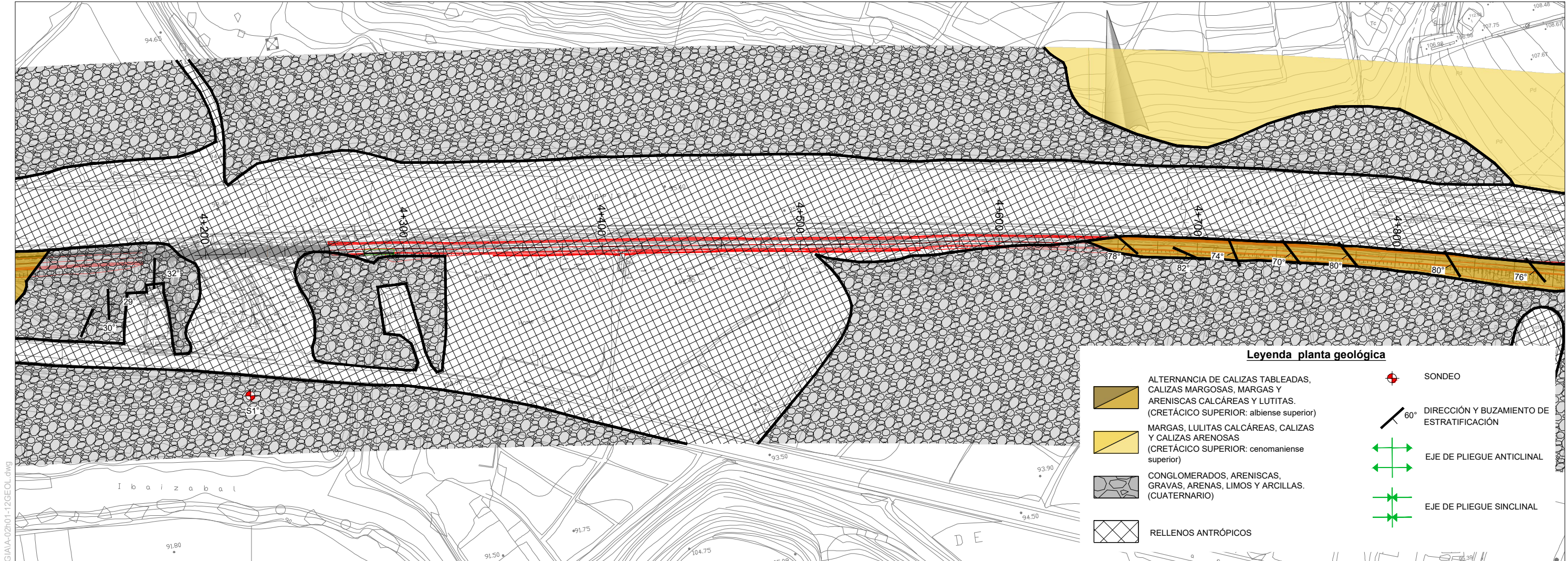




Planta general
escala 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL
H=1: 1000
ESCALAS: V=1: 200



Leyenda planta geológica

ALTERNANCIA DE CALIZAS TABLEADAS, CALIZAS MARGOSAS, MARGAS Y ARENISCAS CALCÁREAS Y LUTITAS. (CRETÁCICO SUPERIOR: albiense superior)

MARGAS, LUTITAS CALCÁREAS, CALIZAS Y CALIZAS ARENOSAS (CRETÁCICO SUPERIOR: cenomaniense superior)

CONGLOMERADOS, ARENISCAS, GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS. (CUATERNARIO)

RELLENOS ANTRÓPICOS

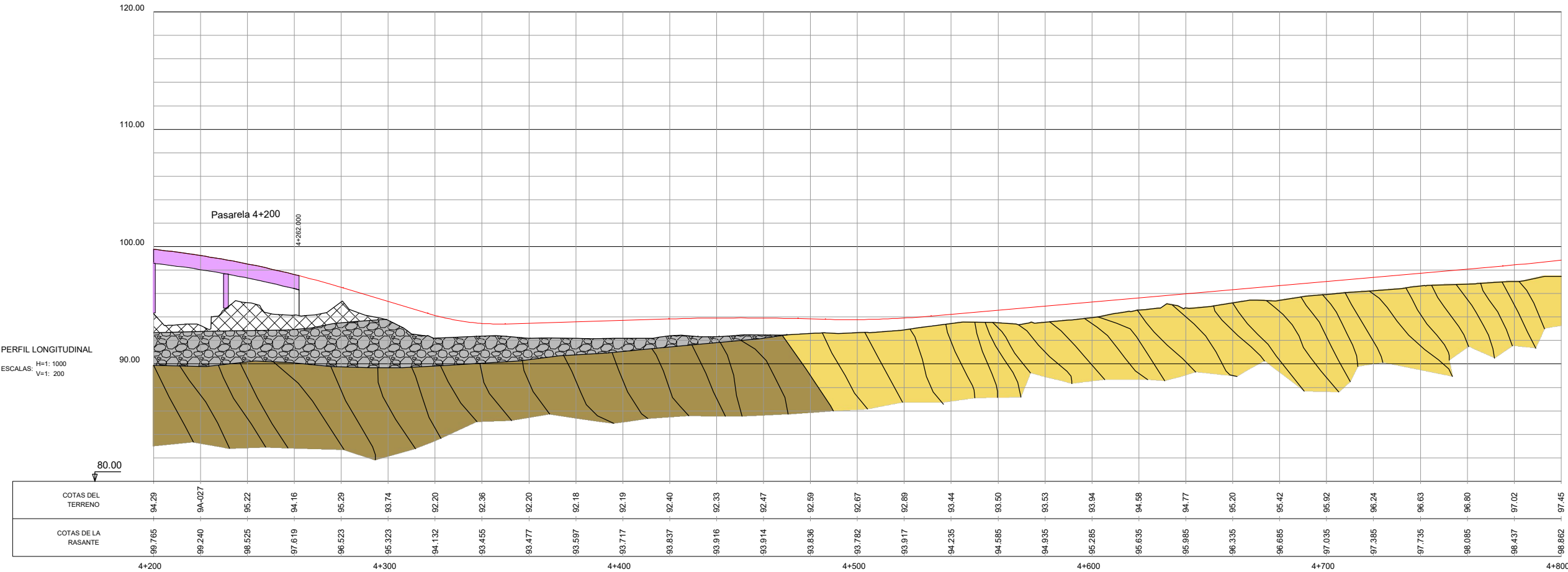
SONDEO

DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO DE ESTRATIFICACIÓN

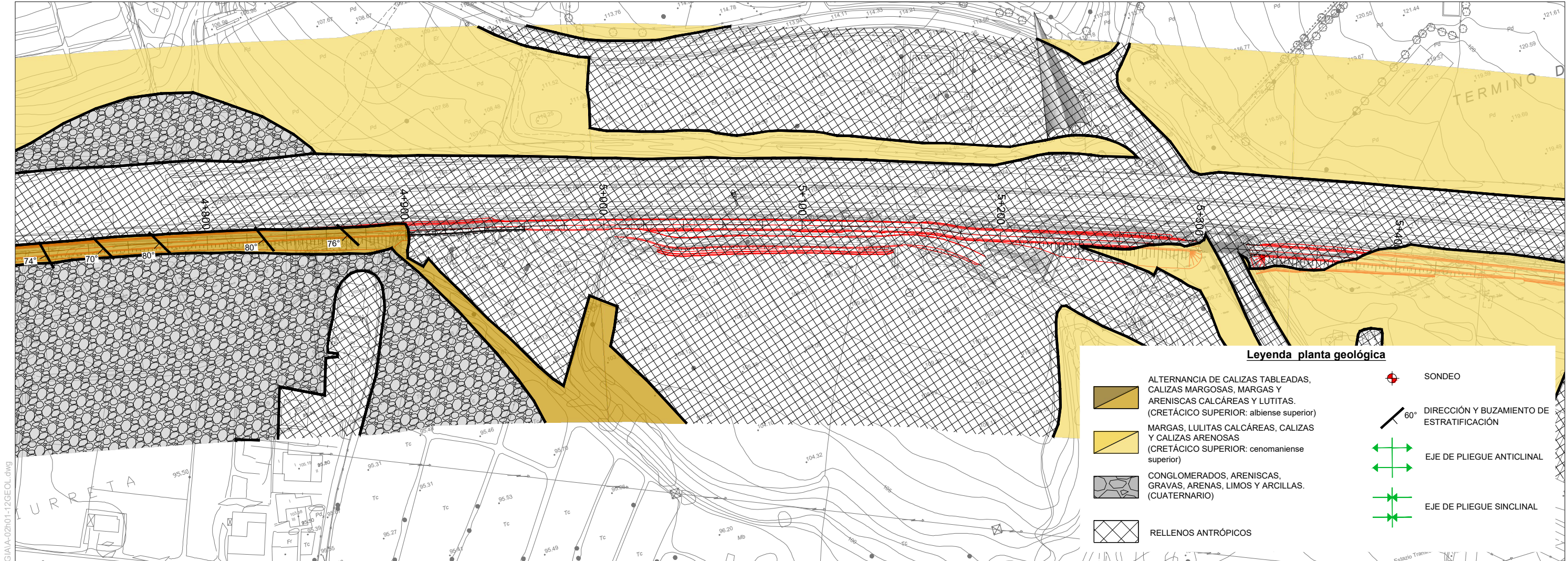
EJE DE PLIEGUE ANTICLINAL

EJE DE PLIEGUE SINCLINAL

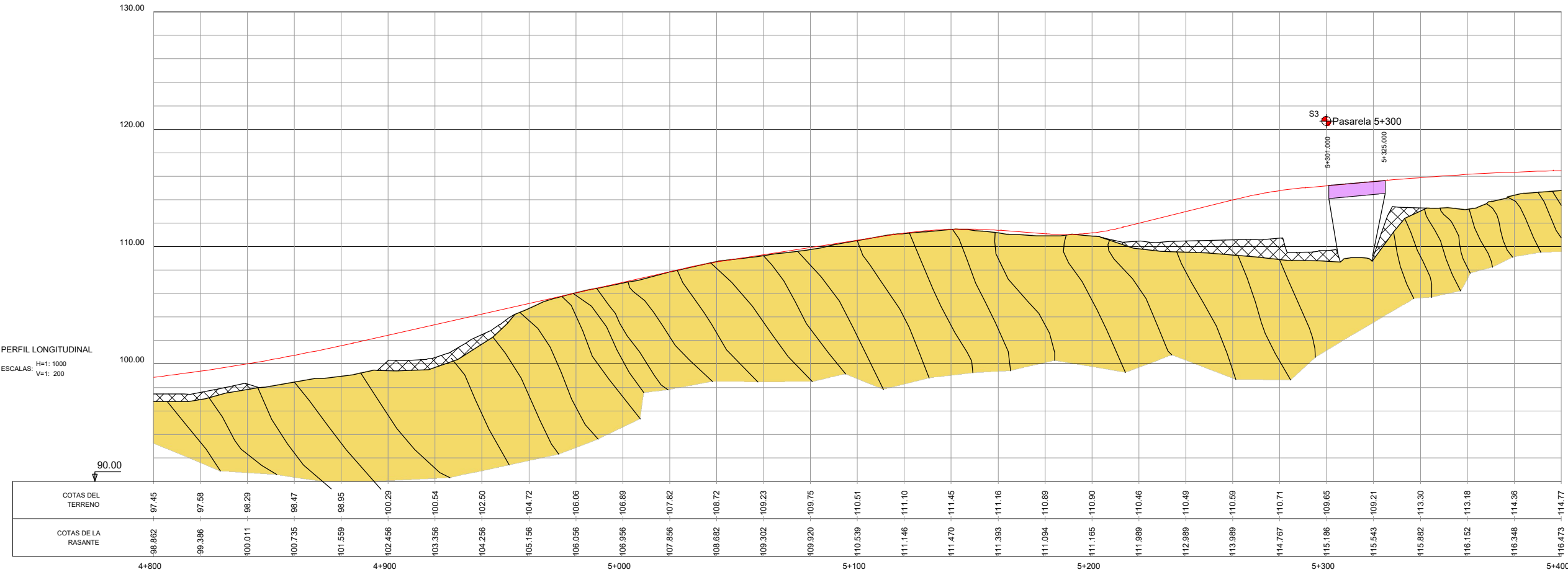
Planta general
escala 1:1000



COTAS DEL TERRENO	94.29	94.027	95.22	94.16	95.29	93.74	92.20	92.36	92.20	92.18	92.19	92.40	92.33	92.47	92.59	92.67	92.89	93.44	93.50	93.53	93.94	94.58	94.77	95.20	95.42	95.92	96.24	96.63	96.80	97.02	97.45
COTAS DE LA RASANTE	96.765	96.240	96.525	97.619	96.523	96.323	94.132	93.455	93.477	93.597	93.717	93.837	93.916	93.914	93.836	93.782	93.917	94.235	94.585	94.935	95.285	95.635	95.985	96.335	96.685	97.035	97.385	97.735	98.085	98.437	98.862
	4+200					4+300					4+400				4+500					4+600				4+700						4+800	



Planta general
escala 1:1000

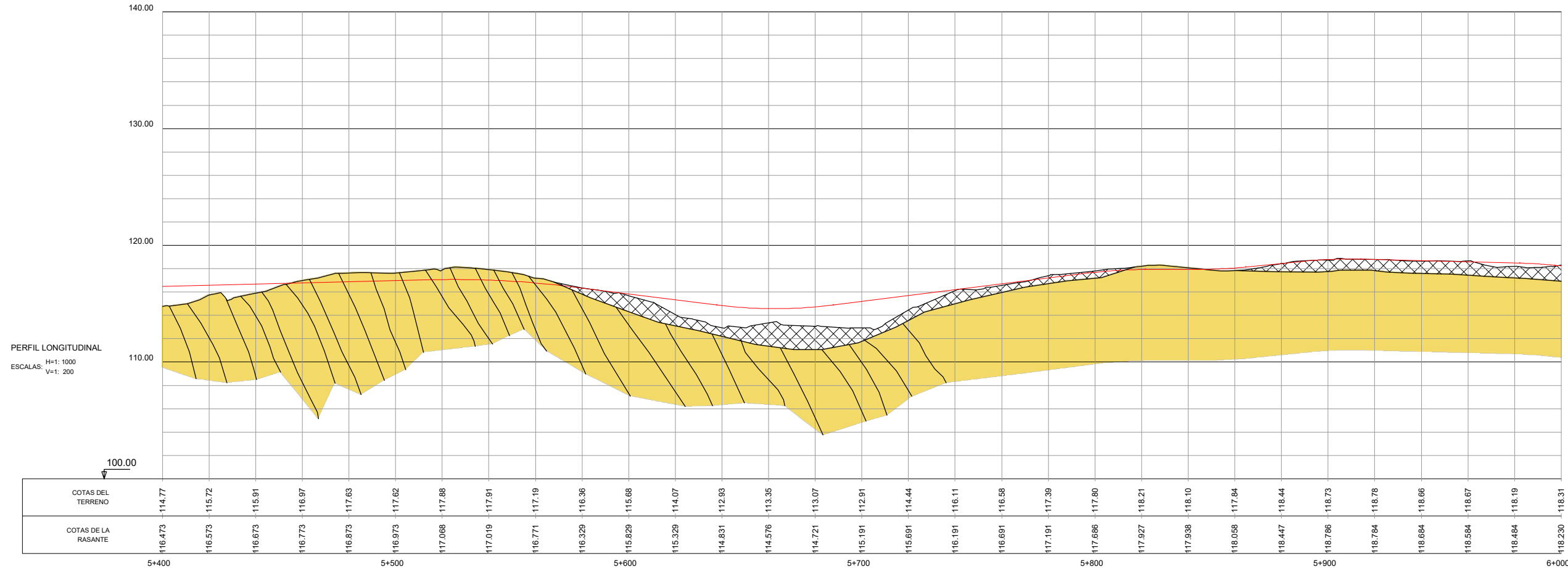


PERFIL LONGITUDINAL
H=1: 1000
V=1: 200

COTAS DEL TERRENO	97.45	97.58	98.29	98.47	98.95	100.29	100.54	102.50	104.72	106.06	106.89	107.82	108.72	109.23	109.75	110.51	111.10	111.45	111.16	111.094	110.89	110.90	110.46	110.49	110.59	110.71	109.65	109.21	113.30	113.18	114.36	114.77	
COTAS DE LA RASANTE	98.862	99.386	100.011	100.735	101.559	102.456	103.356	104.256	105.156	106.056	106.956	107.856	108.682	109.302	109.920	110.539	111.146	111.470	111.393	111.165	111.094	110.89	110.90	110.46	110.59	110.71	110.59	110.46	110.49	110.59	110.71	110.59	110.46
	4+800					4+900					5+000					5+100						5+200					5+300				5+400		

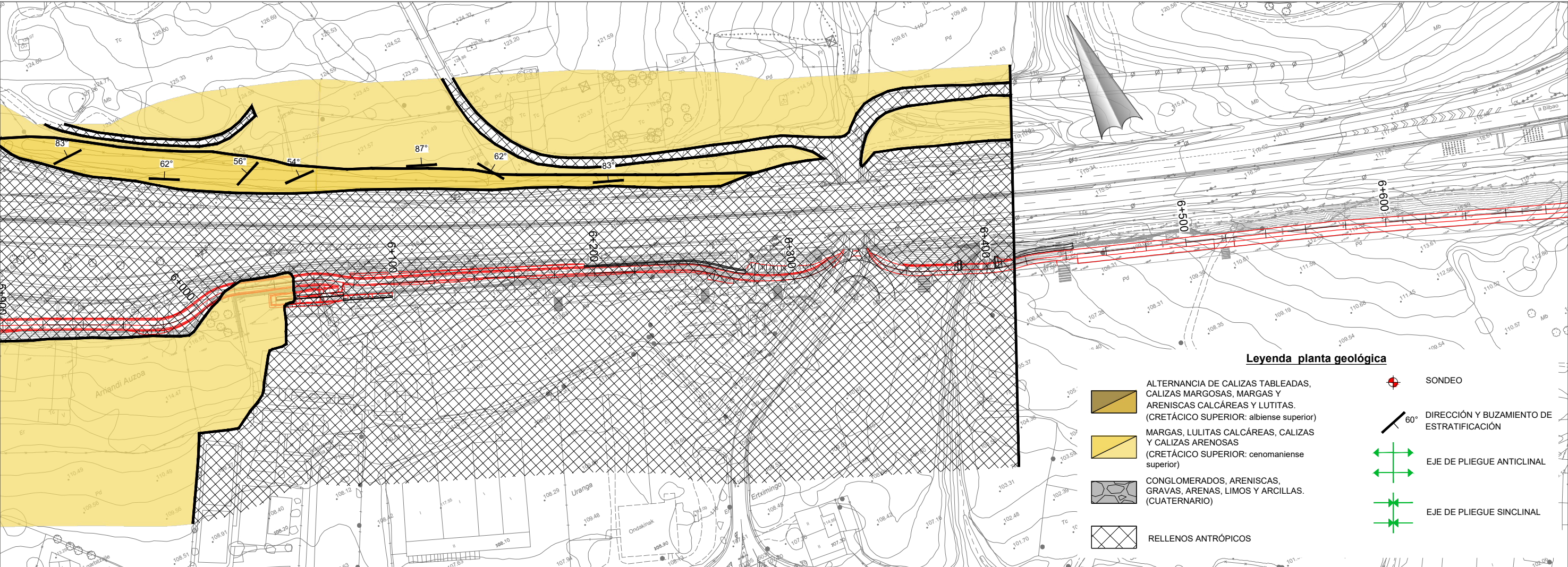


Planta general
escala 1:1000

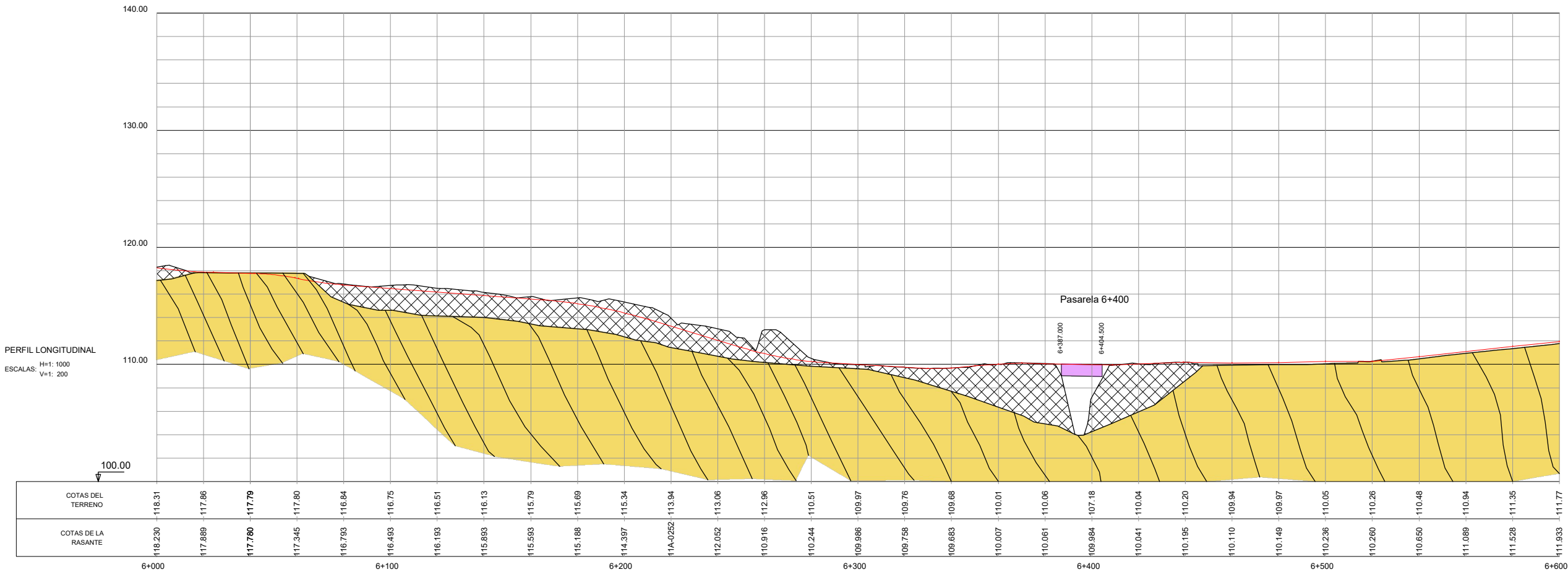


PERFIL LONGITUDINAL
H=1: 1000
ESCALAS: V=1: 200

P:\Vivos2\X00000155\X000015500000000002 Vigentes\03_Proyecto_Constructivo\Documento n°2_Planos\ANE\IOS\ANE\IO_02_GEOLOGIA\A-02\h01-12GEOL.dwg

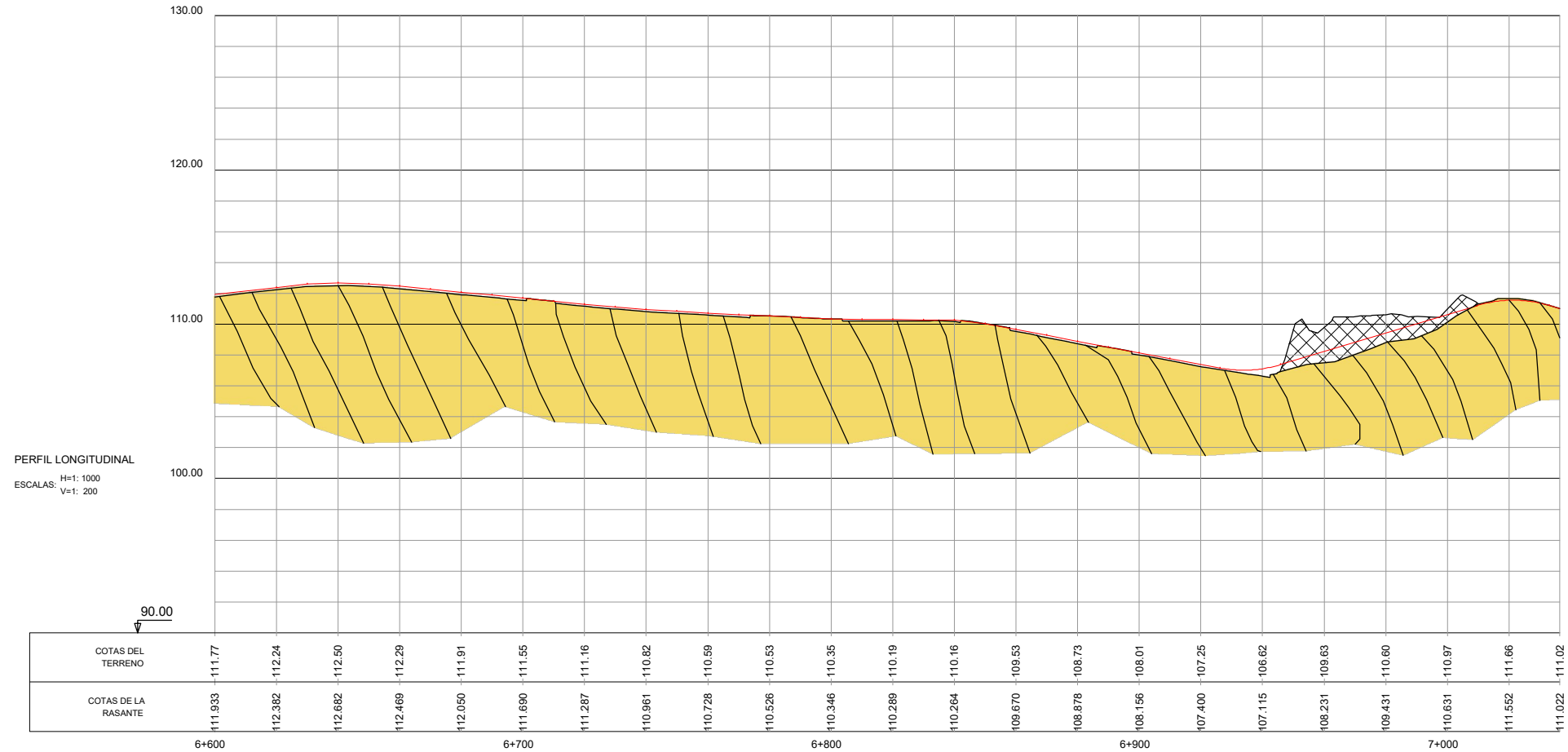


Planta general
escala 1:1000





Planta general
escala 1:1000



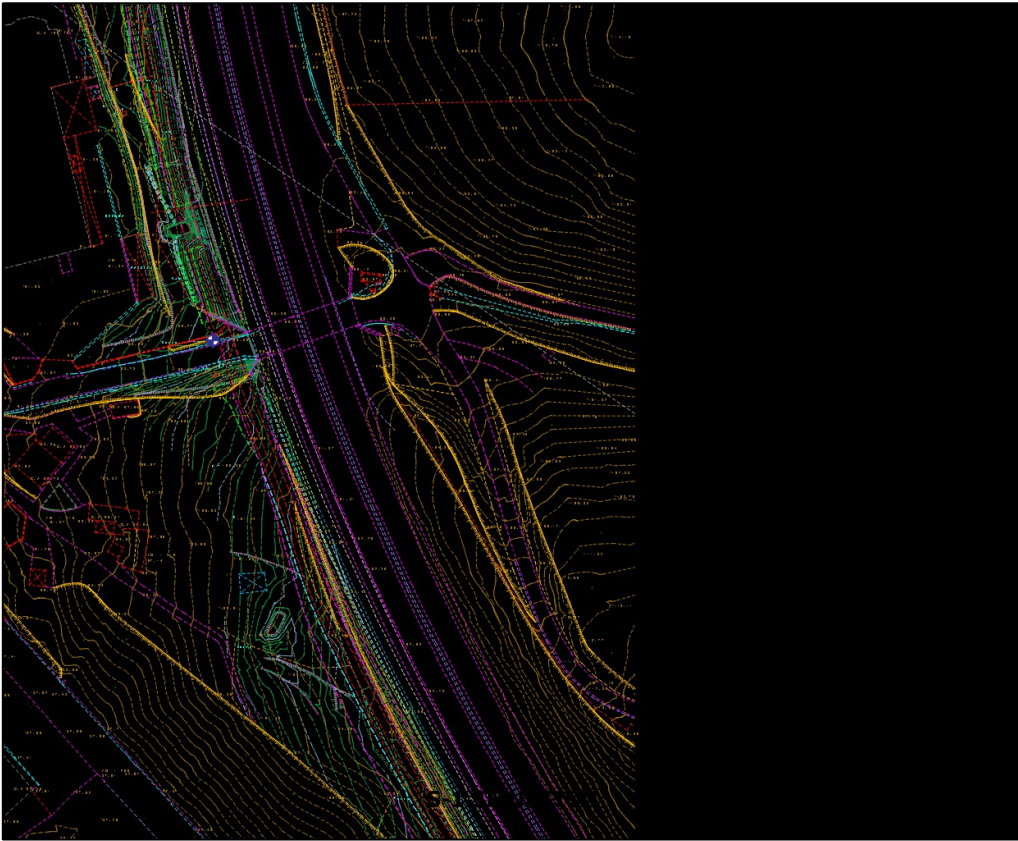
PERFIL LONGITUDINAL
H=1: 1000
ESCALAS: V=1: 200

COTAS DEL TERRENO	111.77	112.24	112.50	112.29	111.91	111.55	111.16	110.82	110.59	110.53	110.35	110.19	110.16	109.53	108.73	108.01	107.25	106.62	109.63	110.60	110.97	111.66	111.02
COTAS DE LA RASANTE	111.933	112.382	112.682	112.469	112.050	111.690	111.287	110.961	110.728	110.526	110.346	110.289	110.264	109.670	108.878	108.156	107.400	107.115	108.231	109.431	110.631	111.552	111.022
	6+000				6+700						6+800				6+900					7+000			

APENDICE N°2.2

Testificación de sondeos

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estár	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	M.W.: Muestra de agua	RC: Arcilla	AR: Arena	LL: Límite Líquido	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAx: Triaxial	SO ₃ : Sulfatos	
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado		LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	Ø: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO ₃ : Carbonatos	F-GTC-01 B



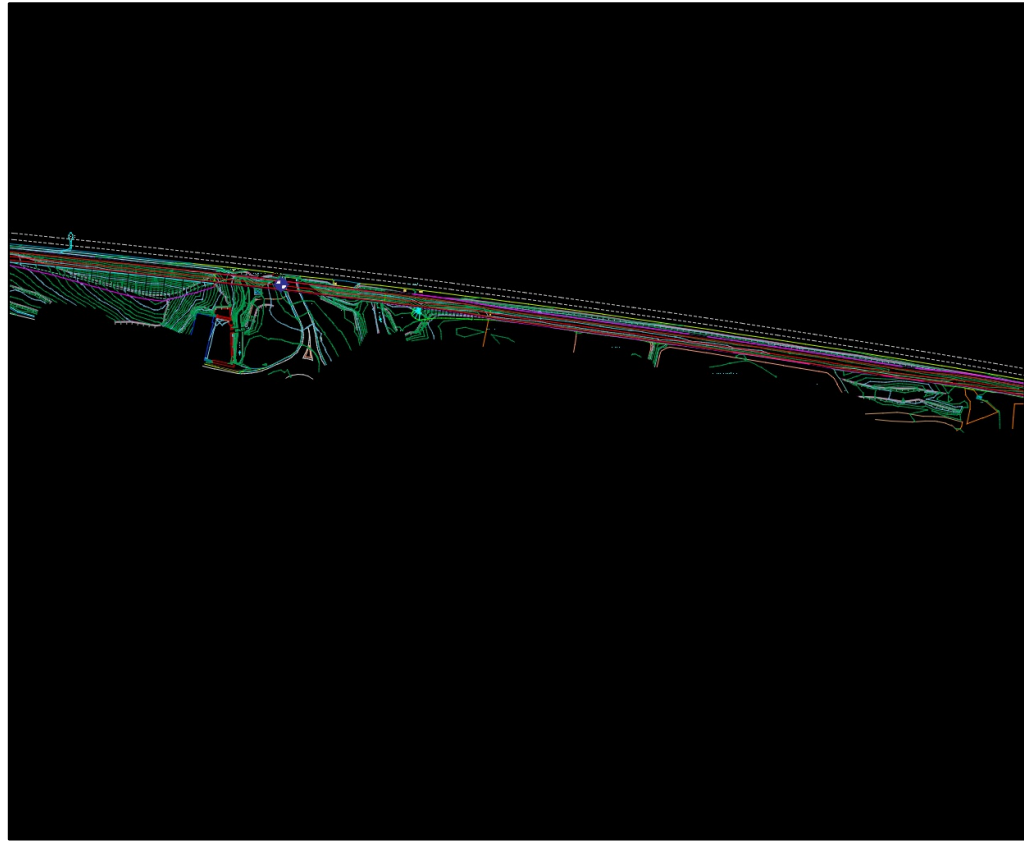
Entorno/Situación: Entorno/Situación

Caja 1 Profundidad: 0-2.4m.



Caja 2 Profundidad: 2.4-4.2m.

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estár	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	M.W.: Muestra de agua	RC: Arcilla	AR: Arena	LL: Límite Líquido	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAX: Triaxial	SO: Sulfatos	
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado		LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	Ø: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO: Carbonatos	F-GTC-01 B



Entorno/Situación: Entorno/Situación

Caja 1 Profundidad: 0-2.6m.



Caja 2 Profundidad: 2.6-4.8m.

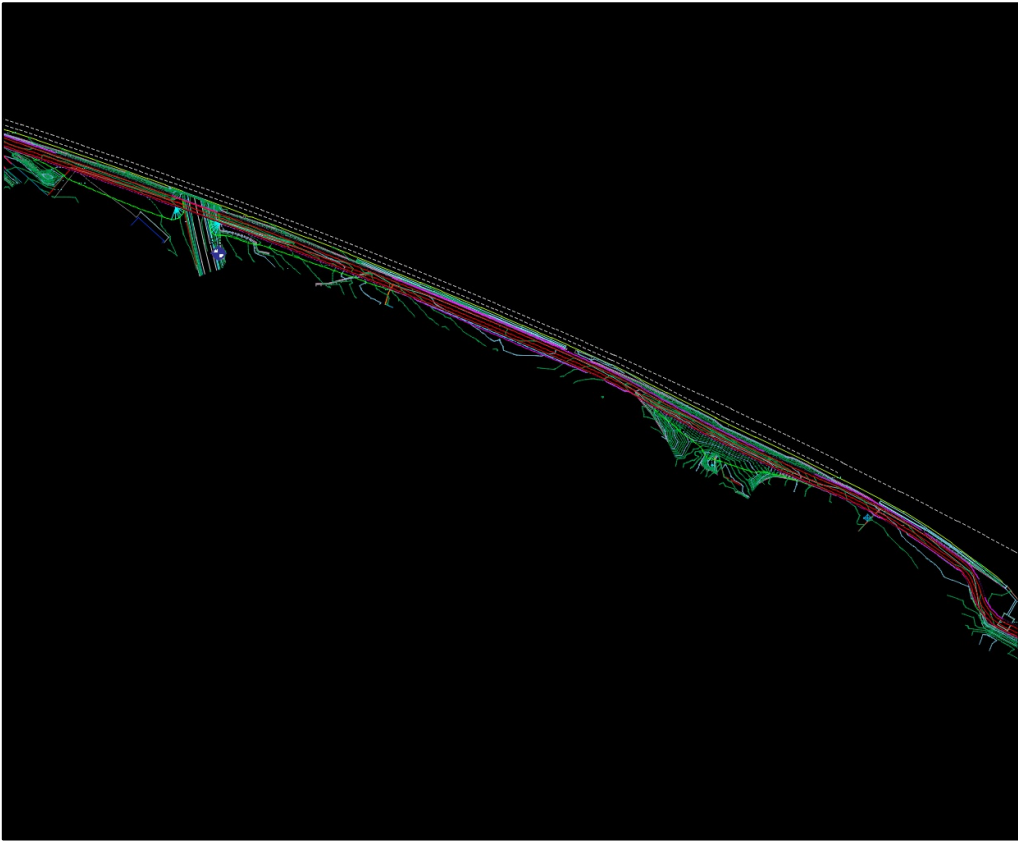


Caja 3 Profundidad: 4.8-7.2m.



Caja 4 Profundidad: 7.2-9.4m.

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estár	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	RC: Arcilla	AR: Arena	LL: Límite Líquido	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAX: Triaxial	SO ₃ : Sulfatos	
				M.W.: Muestra de agua							
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado	LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	Ø: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO ₃ : Carbonatos	F-GTC-01 B



Entorno/Situación: Entorno/Situación

Caja 1 Profundidad: 0-2.6m.



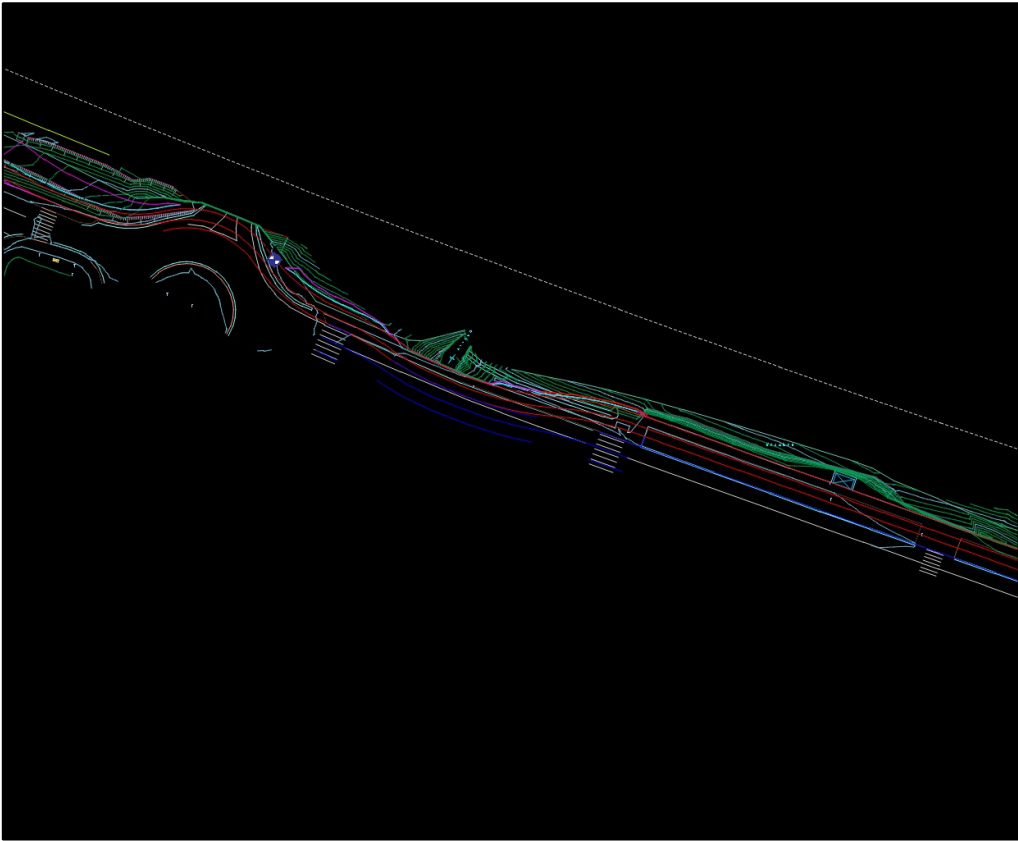
Caja 2 Profundidad: 2.6-4.8m.



Caja 3 Profundidad: 4.8-7m.

B: Batería sencilla	D: Diamante	S.P.T.: Ensayo de Penetración Estár	R: Rechazo S.P.T. y M.I.	M.W.: Muestra de agua	RC: Arcilla	AR: Arena	LL: Límite Líquido	IP: Índice de Plasticidad	c: Cohesión	TRIAX: Triaxial	SO: Sulfatos	
T: Batería doble	W: Widia	M.I.: Muestra Inalterada	T.P.: Testigo parafinado		LIM: Limo	GR: Grava	LP: Límite Plástico	S.U.C.S.: Clasificación de Suelos	Ø: Ángulo de rozamiento	CD: Corte directo	CO: Carbonatos	F-GTC-01 B

FULCRUM BFA DFB Bizkaiko Foru Aldundia Diputación Foral de Bizkaia Herri Lan Saila Departamento de Obras Públicas										Inclinación: P.K. X UTM: Y UTM: COTA (m): Marco geodésico: 90 528507 4780973 ETRS89 Acta Nº Empresa Sondista Máquina Supervisor Fecha inicio FULCRUM No definido No definida No definido 03/02/2020 Fecha fin 03/02/2020 SONDEO S-4 HOJA 2 de 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Ø BATERIA	CORONA	REVESTIMIENTO	PÉRD. DE AGUA	PROFUNDIDAD (m.)	RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD (m.)	MUESTRA	GOLPEO	N30/1000	METEORIZACIÓN						FRACTURACIÓN Nº/30cm				R.Q.D.										ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS		ESTRUCTURA				ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG		COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm2)	PARÁMETROS DE CORTE		SO3(%)	CO3(%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ÍNDICE DE COLAPSO	PROCTOR MODIFICADO		CBR (98%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	SALES SOLUBLES (gm/100gm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
												1	2	3	4	5	6	1	4	16	64	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	P.LÍMITE (bar)	P.FLUENCIA (bar)	BUZAM.	J.R.C.	RELLENO		UNE 10	UNE 5	UNE 0,08	LL	IP		Ángulo fricción Interna (°)	Cohesión (Kpa)					DENSIDAD MÁX. (gm/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
86B	W			10	40			9.9m.-16.8m. Alternancia de areniscas y limolitas con diferentes grados de alteración																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						



Entorno/Situación: Entorno/Situación

Caja 1 Profundidad: 0-2.4m.



Caja 2 Profundidad: 2.4-4.8m.



Caja 3 Profundidad: 4.8-7.2m.



Caja 4 Profundidad: 7.2-9.6m.



Caja 5 Profundidad: 9.6-12m.



Caja 6 Profundidad: 12-14.4m.



Caja 7 Profundidad: 14.4-16.8m.

APENDICE N°2.3

Ensayos de laboratorio



GTK Laboratorio Geotécnico

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil
Bº Iseca Vieja, 51 - 39776 Liendo (CANTABRIA)
Tfno: 942 64 39 81

info@gtklaboratorio.com

INFORME DE RESULTADOS

INFORME Nº: E290220

REF. MUESTRAS: 6631-6642

PETICIONARIO:
FULCRUM, S.A.
Aldapa Kalea, 13.
48940 Leioa (Bizkaia)

SOLICITUD / OBRA:
Ensayos de suelos y rocas / Bicipista en Durangoaldea, Durango
(Bizkaia).

El presente Informe técnico se emite bajo las condiciones siguientes:

- 1. Se prohíbe la reproducción total o parcial de los datos presentados.
- 2. La información contenida en este documento es estrictamente confidencial. GTK Laboratorio Geotécnico no facilitará información relativa a este Informe a terceras personas, salvo autorización escrita del cliente o en los casos previstos por las leyes vigentes.
- 3. Los resultados de ensayos tienen valor únicamente en relación con las muestras referidas en las actas.
- 4. GTK Laboratorio Geotécnico emplea para la realización e interpretación de los ensayos y pruebas, el personal y los medios adecuados en cada caso, no aceptando más responsabilidad ni obligaciones que la repetición gratuita de los ensayos sobre nuevas muestras, en el caso de fallos ajenos a su intención.
- 5. GTK Laboratorio Geotécnico no se responsabiliza de la veracidad de los datos aportados por el cliente.

El presente informe consta de 51 hojas, incluida ésta.

En Liendo, a 28 de febrero de 2020

Pablo Salvarrey Isequilla
Geólogo Colegiado nº 3974

Director de Laboratorio

Ignacio San José Carrasco
Geólogo Colegiado nº 3972

Director Técnico

		GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil					Hoja 1 de 3
		RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS					
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum			
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS		6631	6632	6633	6634	6635	
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S1	S2	S2	S2	S2	
	TIPO DE MUESTRA	TP	MI	SPT	MI	SPT	
	PROFUNDIDAD (m)	3,40-4,00	2,00-2,60	2,60-3,20	5,40-6,00	6,00-6,40	
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.				SC		
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80µ (%)			19,0		
		SUPERIOR A 5mm (%)			23,6		
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L			26,8		
		LÍMITE PLÁSTICO W _p			18,4		
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p			8,4		
	HUMEDAD NATURAL W(%)				16,6		
	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)				2,20		
	DENSIDAD SECA (g/cm³)				1,88		
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm³)						
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)						
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)						
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)			40		226	
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	ÍNDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)						
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)						
	ÍNDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)						
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)						
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)						
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAxIAL EN ROCAS (MPa)		10,97				
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR (g/cm³)						
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)						
	ÍNDICE C.B.R. 100%						
	ÍNDICE C.B.R. 95%						

 Laboratorio Geotécnico			Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil				Hoja 2 de 3
			RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS				
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):			Bicipista Durangoaldea		Fulcrum		
REFERENCIA			6636	6637	6638	6639	6640
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S2	S3	S3	S4	S4
	TIPO DE MUESTRA		TP	MI	SPT	MI	SPT
	PROFUNDIDAD (m)		8,10-8,40	2,00-2,60	2,60-3,20	1,80-2,40	2,40-3,00
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.			CL		CL	
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80µ (%)		68,9		55,7	
		SUPERIOR A 5mm (%)		18,1		21,7	
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L		40,2		42,4	
		LÍMITE PLÁSTICO W _p		24,8		24,8	
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p		15,4		17,6	
	HUMEDAD NATURAL W(%)			22,1			
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)			1,90			
	DENSIDAD SECA (g/cm ³)			1,55			
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm ³)						
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)						
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)						
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)				189		161
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	INDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)						
	INDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)					0,55	
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)					0,092/0,077	
	MODULUS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)					2,76/0,004	
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)						
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAxIAL EN ROCAS (MPa)		11,15				
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR (g/cm ³)						
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)						
	ÍNDICE C.B.R. 100%						
	ÍNDICE C.B.R. 95%						

GTK Laboratorio Geotécnico			Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil				Hoja 3 de 3
			RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS				
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):			Bicipista Durangoaldea		Fulcrum		
REFERENCIA			6641	6642			
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S4	S4			
	TIPO DE MUESTRA		MI	MI			
	PROFUNDIDAD (m)		4,80-5,40	7,80-8,40			
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		CL	CL			
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80μ (%)	88,3	88,2			
		SUPERIOR A 5mm (%)	0,0	2,3			
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L	37,8	40,9			
		LÍMITE PLÁSTICO W _p	21,3	24,1			
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p	16,5	16,8			
	HUMEDAD NATURAL W(%)		21,2	22,8			
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		2,08	2,05			
	DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1,72	1,67			
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm ³)						
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)						
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)						
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)						
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	INDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)						
	INDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)						
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)						
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)						
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)						
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAxIAL EN ROCAS (MPa)						
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR (g/cm ³)						
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)						
	ÍNDICE C.B.R. 100%						
	ÍNDICE C.B.R. 95%						

		GTK Laboratorio Geotécnico					Hoja 1 de 3
		Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil					
		RESUMEN DE RESULTADOS SUBCONTRATADOS A OTRO LABORATORIO					
LABORATORIO AL QUE SE SUBCONTRATA			CEPASA ENSAYOS, S.A.				
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Bicipista Durangoaldea			Fulcrum		
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS			6631	6632	6633	6634	6635
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S1	S2	S2	S2	S2
	TIPO DE MUESTRA		TP	MI	SPT	MI	SPT
	PROFUNDIDAD		3,40-4,00	2,00-2,60	2,60-3,20	5,40-6,00	6,00-6,40
ENSAYOS DE SUELOS	Porosidad de un terreno. UNE 7045						
	Límite de retracción. UNE 103108						
	Permeabilidad bajo carga constante en suelos granulares. UNE 103403						
	Permeabilidad con presión en cola en célula triaxial						
	Triaxial. UNE-EN ISO 17892-9	Cohesión (Tot. / Efect.) kp/cm²		0,37 / 0,34			
		Fricción (Tot. / Efect.) °		42,64 / 34,89			
	Conductividad ó resistividad en suelo						
ENSAYOS DE AGUAS	Cloruros. UNE 83958						
	Determinación del contenido de sustancias orgánicas solubles en éter. UNE 83960						
	Determinación cualitativa de hidratos de carbono. UNE 83959						
ENSAYOS DE ROCAS	Triaxial. UNE 22950-4						
	Corte con resistencia de pico y residual						
	Permeabilidad con presión en cola en célula triaxial						
	Estudio petrográfico mediante lámina delgada						
	Índice de Schimazek						
	Abrasividad Cerchar. NF P94-430-1						
	Dureza Cerchar. XP P94-412						
	Slake Durability Index. Desmoronamiento de rocas blandas. NLT-251						
	Compresión simple de una probeta de roca determinando Mod. Young y Coef. Poisson UNE 22950 - 3						
	Determinación de la resistencia de los áridos y fragmentos de roca a ciclos de hielodeshielo (10 ciclos) UNE EN 1367-1:1999						
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a ciclos de humedad-secado (25 ciclos) NLT 260/99							
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción del agua NLT - 255							

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria, según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

	GTK Laboratorio Geotécnico					Hoja 2 de 3	
	Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil						
	RESUMEN DE RESULTADOS SUBCONTRATADOS A OTRO LABORATORIO						
LABORATORIO AL QUE SE SUBCONTRATA			CEPASA ENSAYOS, S.A.				
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum			
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS			6636	6637	6638	6639	6640
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S2	S3	S3	S4	S4
	TIPO DE MUESTRA		TP	MI	SPT	MI	SPT
	PROFUNDIDAD (m)		8,10-8,40	2,00-2,60	2,60-3,20	1,80-2,40	2,40-3,00
ENSAYOS DE SUELOS	Porosidad de un terreno. UNE 7045						
	Límite de retracción. UNE 103108						
	Permeabilidad bajo carga constante en suelos granulares. UNE 103403						
	Permeabilidad con presión en cola en célula triaxial						
	Triaxial. UNE-EN ISO 17892-9	Cohesión (Tot. / Efect.) kp/cm^2					
		Fricción (Tot. / Efect.) °					
	Conductividad ó resistividad en suelo						
ENSAYOS DE AGUAS	Cloruros (UNE 7178)						
	Determinación cuantitativa de aceites y grasas (UNE 7235)						
	Determinación cualitativa de hidratos de carbono (UNE 7132)						
ENSAYOS DE ROCAS	Triaxial. UNE 22950-4						
	Corte con resistencia de pico y residual						
	Permeabilidad con presión en cola en célula triaxial						
	Estudio petrográfico mediante lámina delgada						
	Índice de Schimazek						
	Abrasividad Cerchar. NF P94-430-1						
	Dureza Cerchar. XP P94-412						
	Slake Durability Index. Desmoronamiento de rocas blandas. NLT-251						
	Compresión simple de una probeta de roca determinando Mod. Young y Coef. Poisson UNE 22950 - 3						
	Determinación de la resistencia de los áridos y fragmentos de roca a ciclos de hielodeshielo (10 ciclos) UNE EN 1367-1:1999						
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a ciclos de humedad-secado (25 ciclos) NLT 260/99							
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción del agua NLT - 255							

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria, según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

		GTK Laboratorio Geotécnico					Hoja 3 de 3
		Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil					
		RESUMEN DE RESULTADOS SUBCONTRATADOS A OTRO LABORATORIO					
LABORATORIO AL QUE SE SUBCONTRATA			CEPASA ENSAYOS, S.A.				
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum			
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS			6641	6642	6643	6644	6645
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S4	S4			
	TIPO DE MUESTRA		MI	MI			
	PROFUNDIDAD (m)		4,80-5,40	7,80-8,40			
ENSAYOS DE SUELOS	Porosidad de un terreno. UNE 7045						
	Límite de retracción. UNE 103108						
	Permeabilidad bajo carga constante en suelos granulares. UNE 103403						
	Permeabilidad con presión en cola en célula triaxial						
	Triaxial. UNE-EN ISO 17892-9	Cohesión (Tot. / Efect.) kp/cm²					
		Fricción (Tot. / Efect.) °					
	Conductividad ó resistividad en suelo						
ENSAYOS DE AGUAS	Cloruros (UNE 7178)						
	Determinación cuantitativa de aceites y grasas (UNE 7235)						
	Determinación cualitativa de hidratos de carbono (UNE 7132)						
ENSAYOS DE ROCAS	Triaxial. UNE 22950-4						
	Corte con resistencia de pico y residual						
	Permeabilidad con presión en cola en célula triaxial						
	Estudio petrográfico mediante lámina delgada						
	Índice de Schimazek						
	Abrasividad Cerchar. NF P94-430-1						
	Dureza Cerchar. XP P94-412						
	Slake Durability Index. Desmoronamiento de rocas blandas. NLT-251						
	Compresión simple de una probeta de roca determinando Mod. Young y Coef. Poisson UNE 22950 - 3						
	Determinación de la resistencia de los áridos y fragmentos de roca a ciclos de hielodeshielo (10 ciclos) UNE EN 1367-1:1999						
	Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a ciclos de humedad-secado (25 ciclos) NLT 260/99						
	Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción del agua NLT - 255						

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria, según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

GTK Laboratorio Geotécnico

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Bº Iseca Vieja, 51. Liendo (39776) - Cantabria

Tfno: 942 64 39 81

GTK Laboratorio Geotécnico

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Bº Iseca Vieja, 51. Liendo (39776) - Cantabria

Tfno: 942 64 39 81

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

Hoja 1 de 5

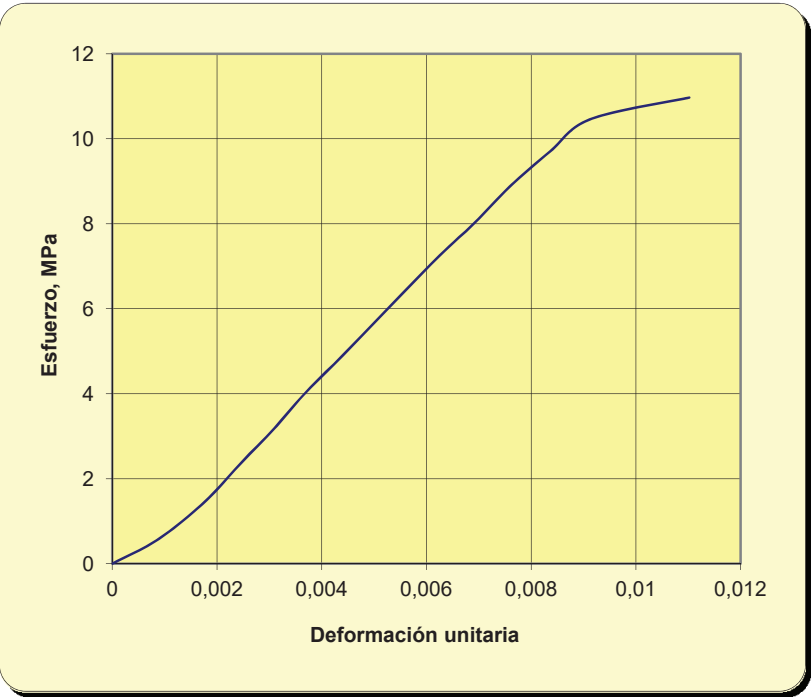
PETICIONARIO (CLIENTE):		Fulcrum												
OBRA:		Bicipista Durangoaldea												
REALIZADO POR:		MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.			INFORME Nº:		E290220							
REVISADO POR:		PABLO SALVARREY ISEQUILLA			FECHA DE EMISIÓN:		28/02/2020							
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido					
6631	3,40-4,00	S1	TP	Positiva	6632	2,00-2,60	S2	MI	-					
La Fotografía se puede ver en el ensayo de compresión.					Ensayo subcontratado, no se vió la muestra.									
Marga Gris					-									
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido					
6633	2,60-3,20	S2	SPT	-	6634	5,40-6,00	S2	MI	-					
														
Arena limo-arcillosa marrón y gris					Arena arcillosa con grava con grava marrón y gris									
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido					
6635	6,00-6,40	S2	SPT	-	6636	8,10-8,40	S2	TP	Positiva					
					La Fotografía se puede ver en el ensayo de compresión.									
Grava arcillosa gris					Marga Gris									
 Fdo. Pablo Salvarrey Director del Laboratorio					Observaciones:					 Fdo. Ignacio San José Director Técnico				

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria, según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS										Hoja 2 de 5
PETICIONARIO (CLIENTE):					Fulcrum					
OBRA:					Bicipista Durangoaldea					
REALIZADO POR:					MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.	INFORME N°:		E290220		
REVISADO POR:					PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:		28/02/2020		
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	
6637	2,00-2,60	S3	MI	-	6638	2,60-3,20	S3	SPT	-	
										
Arcilla limosa con arena y grava marrón y gris					Arena limosa con arena y grava gris					
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	
6639	1,80-2,40	S4	MI	-	6640	2,40-3,00	S4	SPT	-	
										
Arcilla limosa con arena y grava marrón anaranjado y gris					Arcilla limosa ocre y beige					
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido	
6641	4,80-5,40	S4	MI	-	6642	7,80-8,40	S4	MI	-	
										
Arcilla limosa con arena marrón y gris					Arcilla limosa con arena y alguna grava gris					
										
Fdo. Pablo Salvarrey Director del Laboratorio					Fdo. Ignacio San José Director Técnico					

Nº Referencia Muestra:	6631	Informe N°:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	3,40-4,00 m	
Fecha de Toma:	03/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Fecha de Ensayo:	14/02/2020		
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Diámetro de la probeta D (cm)	7,13	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	2048,32
Altura de la probeta L (cm)	18,06	PESO PROBETA SECA + tara	1995,65
Carga de rotura P (Kg)	4467	TARA	168,41
Humedad (%)	2,88	AGUA	52,67
Densidad aparente (g/cm³)	2,61	ROCA SECA	1827,24
Densidad seca (g/cm³)	2,53		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P/(A D^2/4)$, MPa		10,97	



Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES:

Fdo. Pablo Salvarrey

Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José

Director Técnico



CLIENTE:	GTK LABORATORIO GEOTECNICO			
TRABAJO:	BICIPISTA DURANGOALDEA			
INDICATIVO:	20051	LABORANTE:	Elena Buitrago	
MUESTRA:	6632 S-2 MI-1 2,00-2,60	FECHA:	17/02/20	Hoja 2 de 2

[illegible][illegible][illegible]

CLIENTE:	GTK LABORATORIO GEOTECNICO		
TRABAJO:	BICIPISTA DURANGOALDEA		
INDICATIVO:	20051	LABORANTE:	Elena Buitrago
MUESTRA:	6632 S-2 MI-1	2,00-2,60	FECHA: 17/02/20

Hoja 1 de 2

Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
Velocidad del ensayo 0,038 mm/min.

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	7,50	9,00
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	6,00
Diámetro (cm):	3,83	3,81	3,82
Altura (cm):	7,64	7,64	7,66
Humedad inicial (%):	21,19	19,22	19,92
Humedad final (%):	18,32	18,94	17,34
Densidad seca (g/cm³):	1,707	1,744	1,726

Interpretación	Totales			Efectivas		
Cohesión (kp/cm²):		0,37			0,34	
Fricción (°):		42,64			34,89	
Pendiente:		0,92			0,70	
Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	2,92	4,77	10,32	3,58	5,44	12,25
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	2,42	3,27	7,32	2,42	3,27	7,32

El gráfico muestra la resistencia u (en kp/cm^2) en el eje vertical, con una escala de 3,5 a 7,5. El eje horizontal representa la deformación axial e (en %) con una escala de 0 a 25. Se observan tres curvas: una roja (mayor resistencia), una verde (intermedia) y una azul (menor resistencia). Las curvas roja y verde alcanzan un pico de resistencia entre 2% y 5% de deformación, mientras que la curva azul alcanza su punto máximo más temprano, entre 1% y 2%. Todas las curvas muestran una tendencia general a disminuir a medida que aumenta la deformación axial.

Observaciones probeta III:

Nº Referencia Muestra:	6633		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S2	2,60-3,20 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	14/02/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

Peso de suelo seco ensayado (g)	-
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	-
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	-
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	-

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	126,3320
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	126,3369
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0049
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	40,3368
Contenido en ión SO ₄ ²⁻ (%) (UNE 83963)	0,004

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	-	> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	40	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

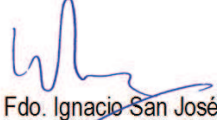
El suelo no es agresivo para el hormigón por contenido en sulfatos solubles

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6634		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S2	5,40-6,00 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	07/02/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

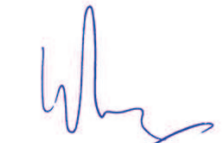
Masa del agua	m _w (g)	23,2
Muestra húmeda	m ₁ (g)	223,6
Muestra seca	m ₂ (g)	200,4
Masa del recipiente	m _c (g)	60,8
Masa muestra seca	m _d (g)	139,7
% Humedad	m _w /m _d x 100	16,6

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6634	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S25,40-6,00 m		
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	07/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	23,16
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	223,57
Tara+suelo	$t+s$	200,41
Tara	t	60,75
Suelo	s	139,66
% Humedad	$w = a/s \times 100$	16,6

Masa muestra	m (g)	122,60
Masa muestra con relleno de huecos	m_i (g)	122,60
Masa muestra+parafina	m_c (g)	128,16
Densidad parafina	ρ_p (Mg/m³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	ρ_{fl} (Mg/m³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m_g (g)	65,70
Volumen muestra	$V = \frac{[(m_c - m_g)/\rho_{fl}] - [(m_c - m_i)/\rho_p]}{10^{-6}(\text{m}^3)}$	55,84
Densidad húmeda	$\rho = m / V$ (Mg/m³)	2,20
Densidad seca	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m³)	1,88

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6634	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S25,40-6,00 m		
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	13/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	2420,2
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	296,3
E	Fracción fina previa al cuarteo	2117,9
E	Relac. Masas por el cuarteado	13,63
G	Fracción fina ensayada (m _s)	155,4

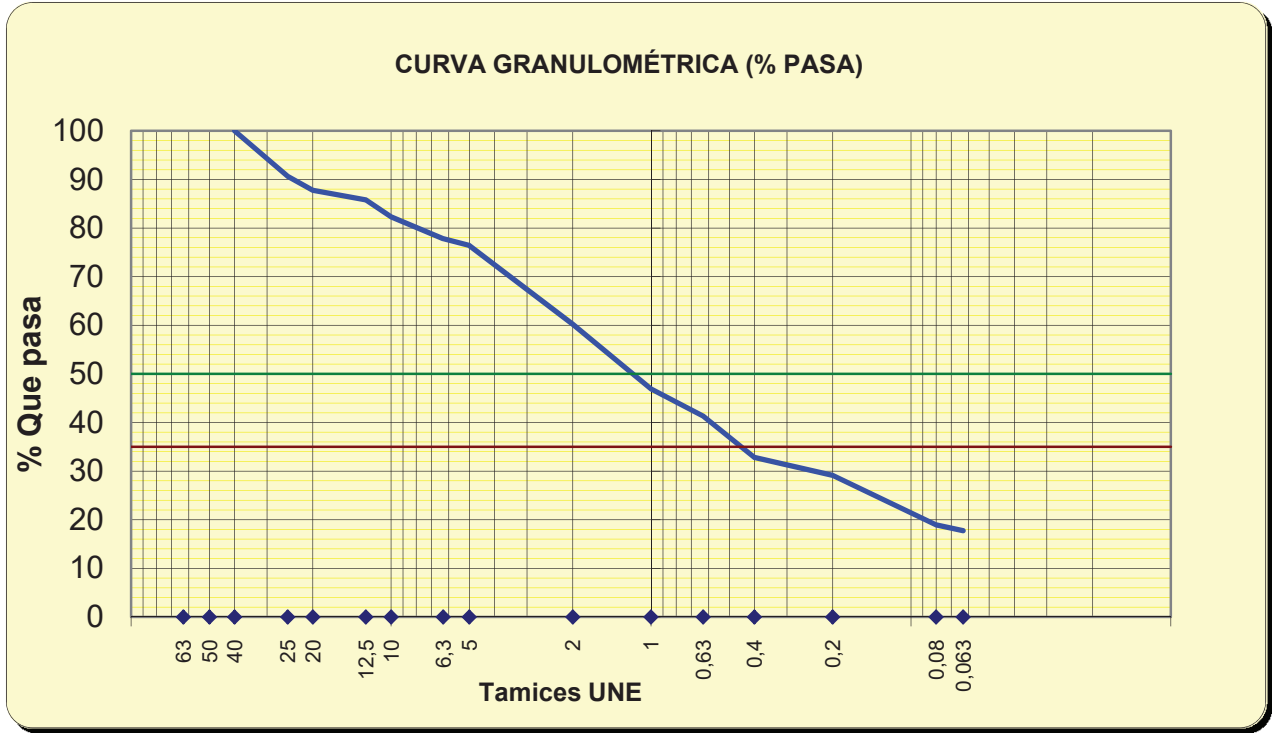
Masa del agua	m _w (g)	1,47
Muestra húmeda	m ₁ (g)	228,3
Muestra seca	m ₂ (g)	226,8
Masa del recipiente	m _c (g)	66,2
Masa muestra seca	m _d (g)	160,63
% Humedad	m _w /m _d x100	0,9

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						2.420,2	100,0	
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0	
25	1"	25,400			226,1	0,09	90,7	
20	3/4"	19,100			70,2	0,12	87,8	
12,5	1/2"	12,700	3,5	47,6		0,14	85,8	
10	3/8"	9,520	6,2	84,2		0,18	82,3	
6,3	1/4"	6,350	8,0	109,4		0,22	77,8	
5	Nº 4	4,750	2,5	33,4		0,24	76,4	
2	Nº 10	2,000	28,8	392,1		0,40	60,2	
1	Nº 18	1,000	23,6	321,6		0,53	46,9	
0,63	Nº 30	0,590	10,0	135,9		0,59	41,3	
0,40	Nº 40	0,420	15,1	205,4		0,67	32,8	
0,20	Nº 80	0,180	6,5	89,0		0,71	29,1	
0,08	Nº 200	0,074	18,1	246,7		0,81	19,0	
0,063	Nº 230	0,063	2,1	29,2		0,82	17,7	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,3					
	Masa total de mat. retenido (m _i)		2420,2					
	Diferencia entre m y m _i (%)		0,0					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m³	2,68	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 6634



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	90,7	87,8	85,8	82,3	77,8	76,4	60,2	46,9	41,3	32,8	29,1	19,0	17,7

%	SUCS	CTE
GRAVA	23,6	39,8
ARENA	57,5	42,5
FINOS	19,0	17,7

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

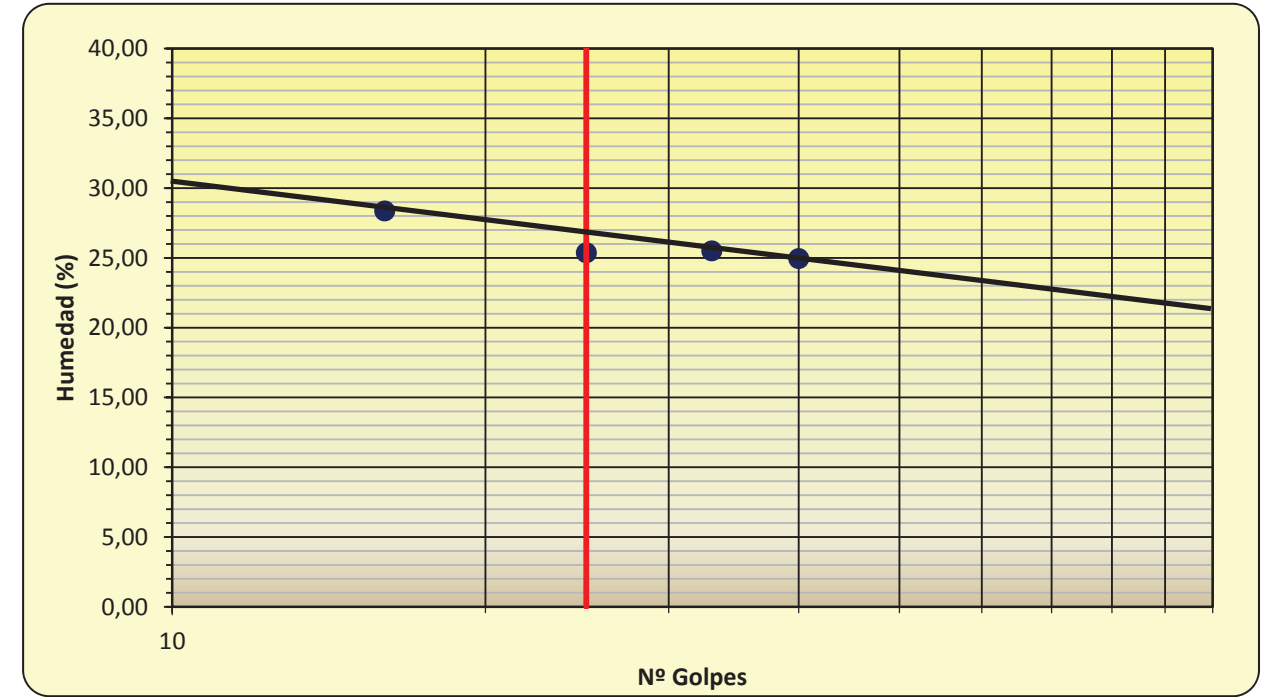
Nº Referencia Muestra:	6634	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S2	5,40-6,00 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	19/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	25	40	33	16	
	Referencia tara	1	2	3	4	
t+s+a	Tara+suelo+agua	29,11	27,90	28,64	28,12	
t+s	Tara+suelo	27,75	26,55	27,51	26,71	
t	Tara	22,39	21,14	23,08	21,74	
s=(t+s)-t	Suelo	5,36	5,41	4,43	4,97	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,36	1,35	1,13	1,41	
w=100x a / s	Humedad (%)	25,37	24,95	25,51	28,37	
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		106,6	W (Muestra original):			16,58
			W (Prevía al ensayo):			0,92
		m1 (g)	561,50	mr (g)	1149,34	
			LÍMITE LÍQUIDO:			26,8

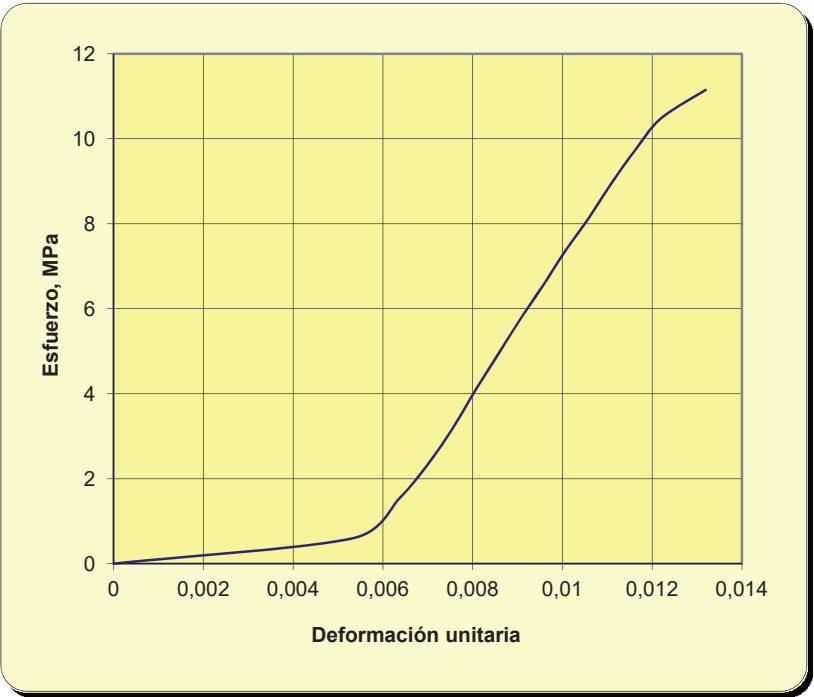
Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:	6636	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S2	8,10-8,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	14/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Diámetro de la probeta D (cm)	7,15	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	2063,00
Altura de la probeta L (cm)	18,12	PESO PROBETA SECA + tara	2016,82
Carga de rotura P (Kg)	4566	TARA	168,13
Humedad (%)	2,50	AGUA	46,18
Densidad aparente (g/cm³)	2,60	ROCA SECA	1848,69
Densidad seca (g/cm3)	2,54		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c=P/(A/D^2/4)$, MPa		11,15	



Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES:

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6637	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S3	2,00-2,60 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	07/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Masa del agua	m _w (g)	32,1
Muestra húmeda	m ₁ (g)	244,7
Muestra seca	m ₂ (g)	212,6
Masa del recipiente	m _c (g)	67,1
Masa muestra seca	m _d (g)	145,5
% Humedad	m _w /m _d x 100	22,1

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE Método de inmersión en fluido (UNE-EN ISO 17892-2)		

Nº Referencia Muestra:		6637		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):		S3	2,00-2,60 m		
Fecha de Toma:	-				
Fecha de Ensayo:	07/02/2020		Fecha de emisión del Informe:		28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea			Fulcrum

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	32,12
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	244,68
Tara+suelo	$t+s$	212,56
Tara	t	67,07
Suelo	s	145,49
% Humedad	$w = a/s \times 100$	22,1

Masa muestra	m (g)	147,53
Masa muestra con relleno de huecos	m_i (g)	147,53
Masa muestra+parafina	m_c (g)	155,41
Densidad parafina	ρ_p (Mg/m ³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	ρ_{fl} (Mg/m ³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m_g (g)	68,30
Volumen muestra	$V = \frac{[(m_c - m_g)/\rho_{fl}] - [(m_c - m_i)/\rho_p]}{10^{-6}(\text{m}^3)}$	77,73
Densidad húmeda	$\rho = m / V$ (Mg/m ³)	1,90
Densidad seca	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m ³)	1,55

OBSERVACIONES: _____
El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio


Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 2
	DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)		

Nº Referencia Muestra:		6637		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):		S3	2,00-2,60 m		
Fecha de Toma:	-				
Fecha de Ensayo:	13/02/2020	Fecha de emisión del Informe:			28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea			Fulcrum

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	1794,8
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	25,3
E	Fracción fina previa al cuarteo	1737,9
E	Relac. Masas por el cuarteado	8,12
G	Fracción fina ensayada (m _s)	214,1

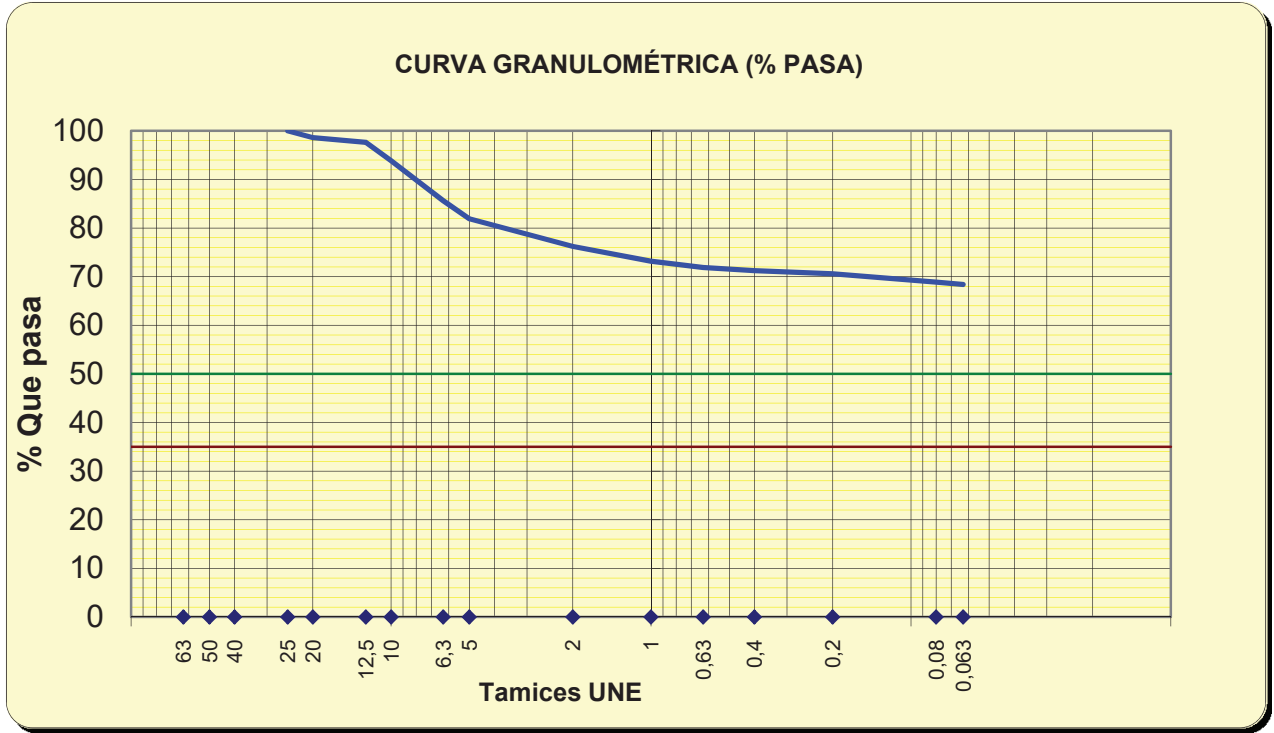
Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

Masa del agua	m_w (g)	10,53
Muestra húmeda	m_1 (g)	275,5
Muestra seca	m_2 (g)	265,0
Masa del recipiente	m_c (g)	63,4
Masa muestra seca	m_d (g)	201,57
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	5,2

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						1.794,8	100,0	
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,0	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			25,3	0,01	98,6	
12,5	1/2"	12,700	2,1	17,0		0,02	97,6	
10	3/8"	9,520	8,4	68,2		0,06	93,8	
6,3	1/4"	6,350	18,1	147,2		0,14	85,6	
5	Nº 4	4,750	8,3	67,0		0,18	81,9	
2	Nº 10	2,000	12,6	102,2		0,24	76,2	
1	Nº 18	1,000	6,7	54,4		0,27	73,2	
0,63	Nº 30	0,590	2,9	23,4		0,28	71,9	
0,40	Nº 40	0,420	1,5	11,9		0,29	71,2	
0,20	Nº 80	0,180	1,4	11,1		0,29	70,6	
0,08	Nº 200	0,074	3,8	31,1		0,31	68,9	
0,063	Nº 230	0,063	1,1	8,7		0,32	68,4	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,0					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		1794,8					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,0					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,68	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 6637



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	97,6	93,8	85,6	81,9	76,2	73,2	71,9	71,2	70,6	68,9	68,4

%	SUCS	CTE
GRAVA	18,1	23,8
ARENA	13,0	7,8
FINOS	68,9	68,4

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

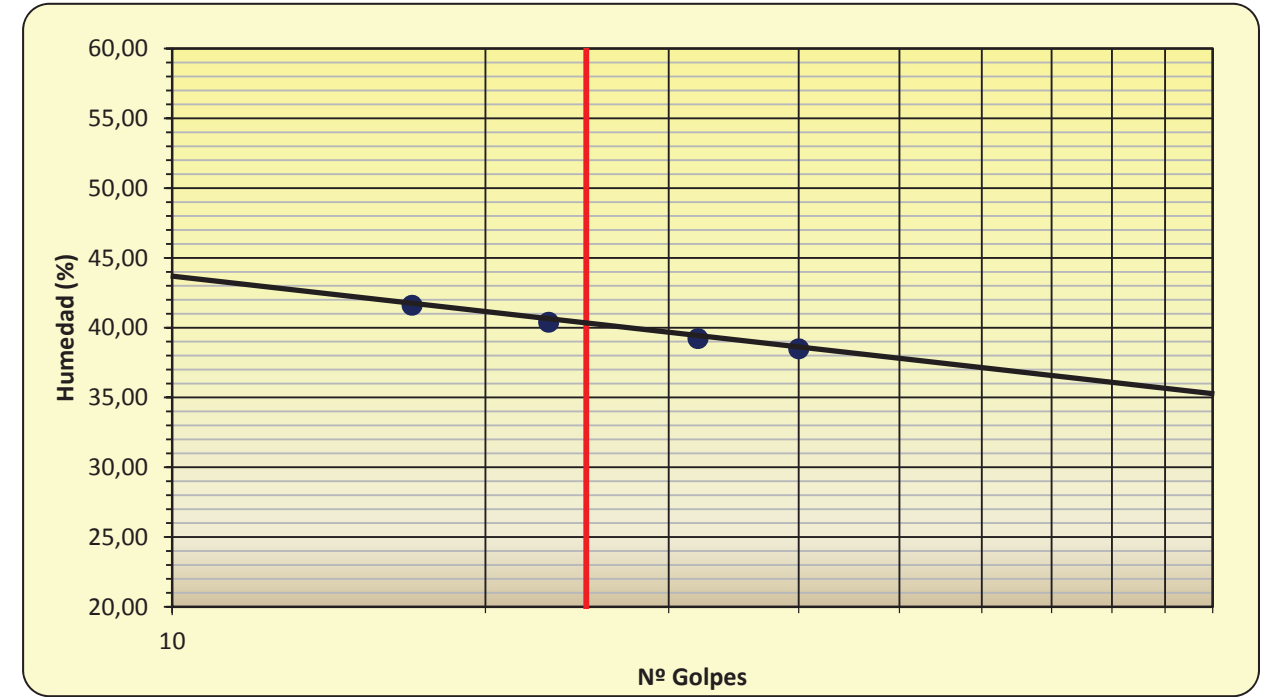
Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6637	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S3	2,00-2,60 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	19/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	32	17	23	40
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,17	25,33	27,24	26,21
t+s	Tara+suelo	25,75	24,04	25,83	25,04
t	Tara	22,13	20,94	22,34	22,00
s=(t+s)-t	Suelo	3,62	3,10	3,49	3,04
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,42	1,29	1,41	1,17
w=100x a / s	Humedad (%)	39,23	41,61	40,40	38,49
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		57,5	W (Muestra original):		22,08
			W (Prevía al ensayo):		5,22
		m1 (g)	455,60	mr (g)	184,07
		LÍMITE LÍQUIDO:			40,2

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:	6639	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S41,80-2,40 m		
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	13/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	1480,5
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	122,1
E	Fracción fina previa al cuarteo	1280,9
E	Relac. Masas por el cuarteado	7,40
G	Fracción fina ensayada (m _s)	173,2

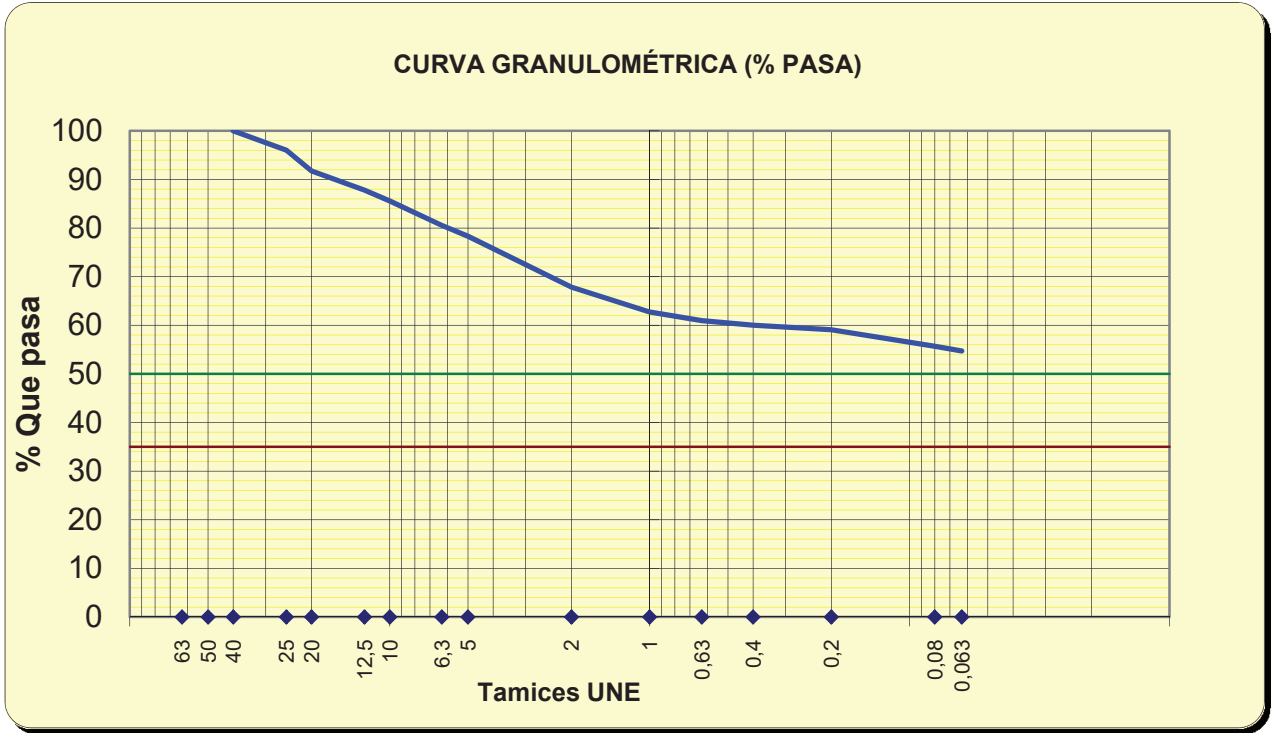
Masa del agua	m _w (g)	4,92
Muestra húmeda	m ₁ (g)	239,8
Muestra seca	m ₂ (g)	234,9
Masa del recipiente	m _c (g)	63,3
Masa muestra seca	m _d (g)	171,58
% Humedad	m _w /m _d x100	2,9

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						1.480,5	100,0	
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0	
25	1"	25,400			59,1	0,04	96,0	
20	3/4"	19,100			62,9	0,08	91,8	
12,5	1/2"	12,700	7,9	58,6		0,12	87,8	
10	3/8"	9,520	4,5	33,2		0,14	85,6	
6,3	1/4"	6,350	10,0	74,0		0,19	80,6	
5	Nº 4	4,750	4,5	33,3		0,22	78,3	
2	Nº 10	2,000	20,9	154,8		0,32	67,9	
1	Nº 18	1,000	10,2	75,7		0,37	62,7	
0,63	Nº 30	0,590	3,6	26,3		0,39	61,0	
0,40	Nº 40	0,420	1,9	13,9		0,40	60,0	
0,20	Nº 80	0,180	1,9	13,8		0,41	59,1	
0,08	Nº 200	0,074	6,8	50,4		0,44	55,7	
0,063	Nº 230	0,063	2,0	14,4		0,45	54,7	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,1					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		1480,5					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,0					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,68	(Valor estimado)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 6639



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	96,0	91,8	87,8	85,6	80,6	78,3	67,9	62,7	61,0	60,0	59,1	55,7	54,7

%	SUCS	CTE
GRAVA	21,7	32,1
ARENA	22,6	13,1
FINOS	55,7	54,7

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

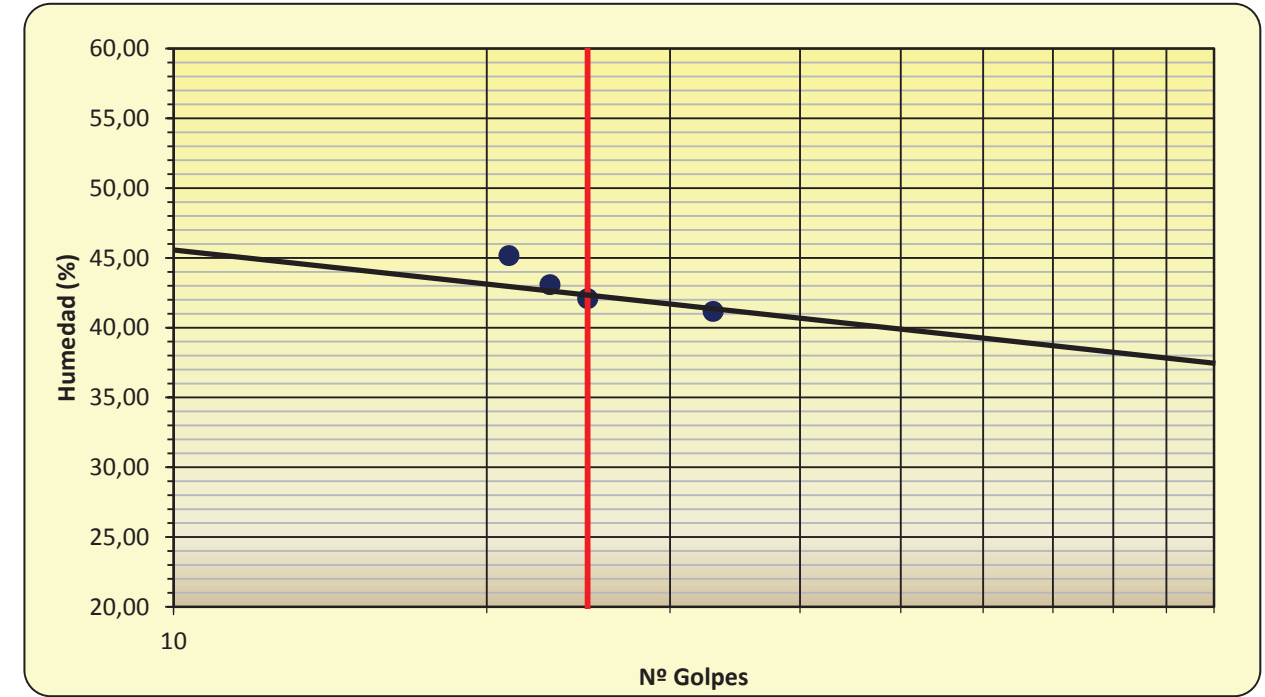
Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6639	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	1,80-2,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	20/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	25	33	23	21
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	26,89	26,57	28,44	27,76
t+s	Tara+suelo	25,56	25,24	26,54	25,84
t	Tara	22,40	22,01	22,13	21,59
s=(t+s)-t	Suelo	3,16	3,23	4,41	4,25
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,33	1,33	1,90	1,92
w=100x a / s	Humedad (%)	42,09	41,18	43,08	45,18
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		31,5		W (Muestra original): 23,10	
				W (Prevía al ensayo): 2,87	
		m1 (g)	364,00	mr (g)	242,41
		LÍMITE LÍQUIDO:		42,4	

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C

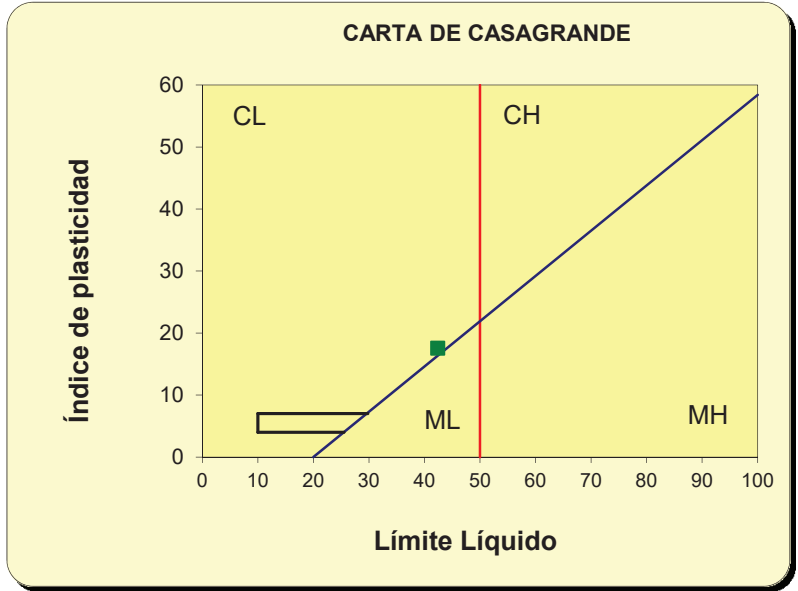


Nº Referencia Muestra:	6639
------------------------	------

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	26,18	27,90
t+s	Tara+suelo	25,31	26,93
t	Tara	21,74	23,10
s=(t+s)-t	Suelo	3,57	3,83
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,87	0,97
w=100x a / s	Humedad (%)	24,37	25,33

LÍMITE PLÁSTICO
24,8

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	21,7
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	55,7
LÍMITE LÍQUIDO, LL	42,4
LÍMITE PLÁSTICO, LP	24,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	17,6
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arcilla de baja plasticidad	
ÍNDICE DE LIQUEDAD, I _L	-0,1
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I _c	-11,0
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I _a	-



Método de preparación:
Tamizado para romper la estructura del suelo y ajustando la consistencia de la pasta remoldeada al rango requerido en el ensayo.

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6639	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	1,80-2,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fceha de Ensayo:	12/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Altura del anillo h ₀ (mm)	20	Diámetro interior del anillo (mm)	50
Sección (mm²)	1962,5	Volumen interior del anillo (cm³)	39,25

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	213,00
Tara+suelo	(t+s)	199,42
Tara	(t)	131,41
Agua	a = (t+s+a)-(t+s)	13,58
Suelo	s = (t+s)-t	68,01
% Humedad	hi = (a/s) x 100	19,97

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	211,42
Tara+suelo	(t+s)	199,42
Tara	(t)	131,41
Agua	a = (t+s+a)-(t+s)	12,00
Suelo	s = (t+s)-t	68,01
% Humedad	hi = (a/s) x 100	17,64

Densidad aparente inicial (Mg/m³)	g = s / V	1,73
Densidad seca inicial (Mg/m³)	gs = g / 1+(hi/100)	1,44

3 kPa	0 De deformación	9,23
-------	------------------	------

CARGA			
5 kPa	-	150 kPa	8,42
10 kPa	9,15	300 kPa	8,06
20 kPa	9,04	600 kPa	7,64
40 kPa	8,87	1000 kPa	-
80 kPa	8,68	1500 kPa	-

DESCARGA			
1500 kPa	-	80 kPa	-
1000 kPa	-	40 kPa	7,82
600 kPa	-	20 kPa	-
300 kPa	-	10 kPa	-
150 kPa	7,72	5 kPa	-

I. de compresión, C _c	0,092
I. de entumecimiento, C _s	0,077

Módulo edo. secante, E _m (Mpa)	2,758
Coef. compresibilidad, a _v (m²/KN)	0,00426

P _{hinchamiento}	(Q / S) x 1000 (kPa)	0,00
Grado saturación inicial (%)	Sr = (W ₀ G) / e ₀	97,89
Índice de poros inicial	e ₀ = (G / g _d) - 1	0,547
Densidad de partículas sólidas	dL; Mg/m³	2,68

OBSERVACIONES: Los parámetros C_c, E_m y a_v se han determinado para el rango 150 - 300 Kpa;
el índice de entumecimiento se ha determinado para el rango 600 kPa - 40 kPa
La temperatura de ensayo en el laboratorio varió entre 10-14°C.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

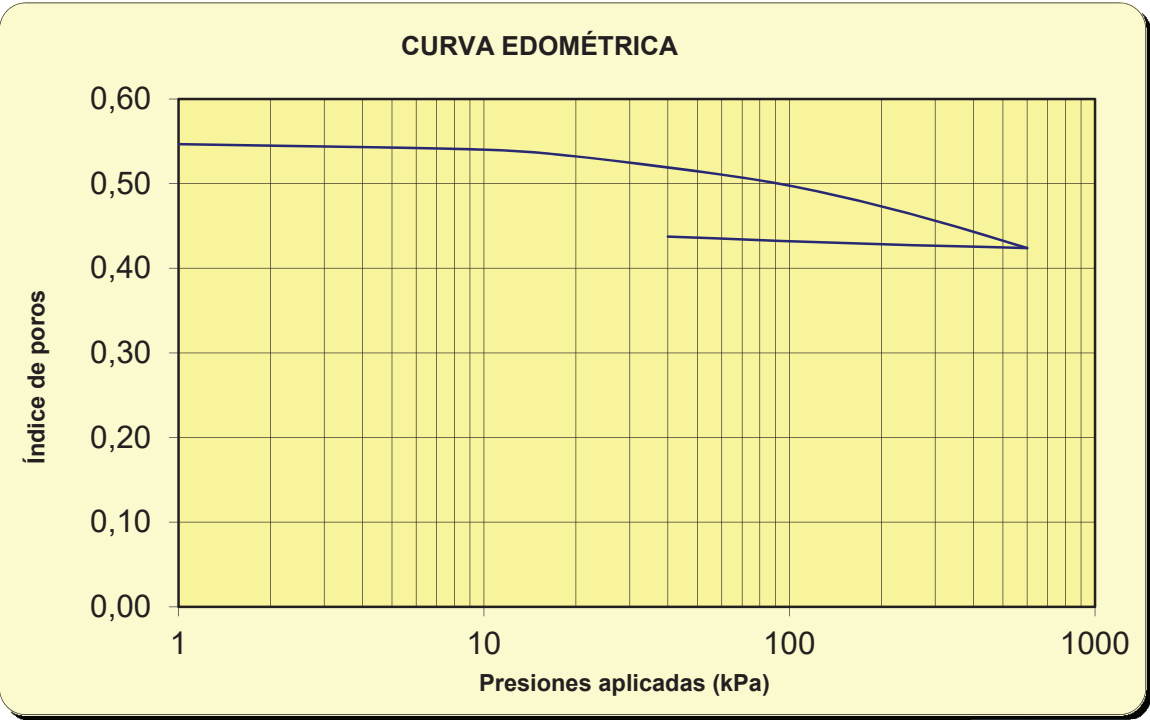


Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6639
------------------------	------

Altura del sólido (mm)	H _s = H ₀ / (1 + e ₀)	12,93
------------------------	---	-------

Escalones de carga (kPa)	Lecturas al final de cada escalón (mm)		Altura probeta al final de cada escalón (mm)	Índice de poros al final de cada escalón	Deformación unitaria, ε
1	H ₀	0	20,000	0,547	0,000
10	0,084		19,916	0,540	0,012
20	0,104		19,812	0,532	0,027
40	0,170		19,642	0,519	0,051
80	0,195		19,447	0,504	0,078
150	0,256		19,191	0,484	0,114
300	0,360		18,831	0,456	0,165
600	0,419		18,412	0,424	0,225
150	-0,076		18,488	0,430	0,214
40	-0,100		18,588	0,437	0,200





Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

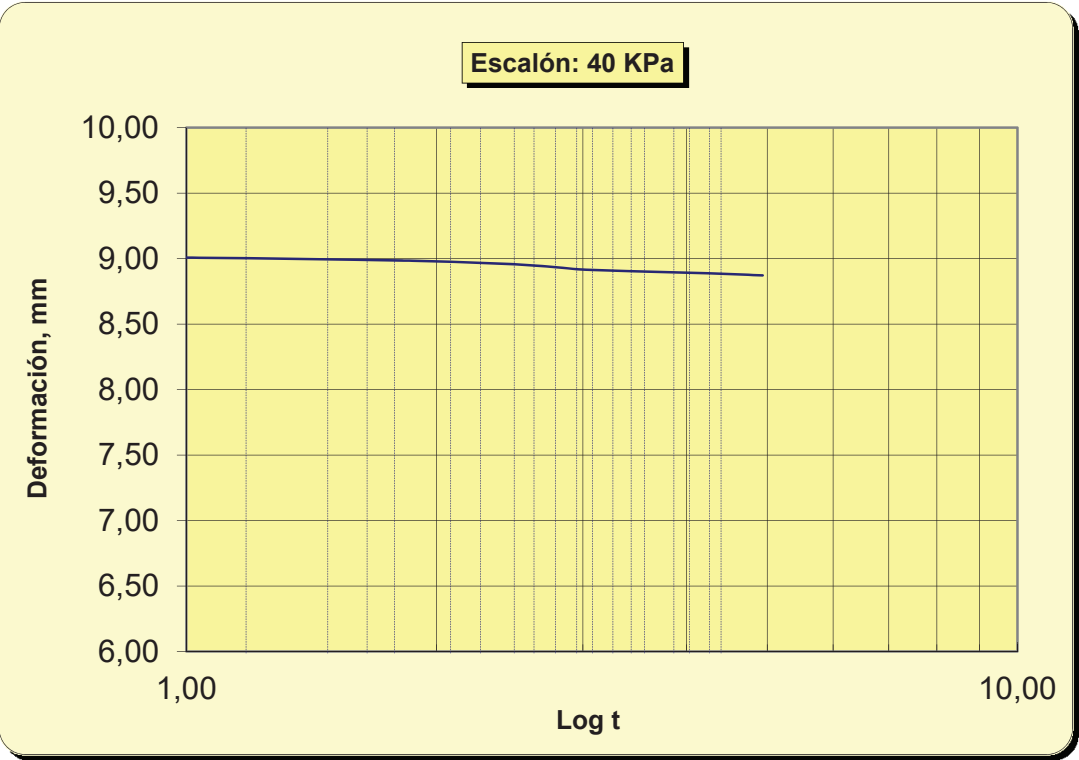
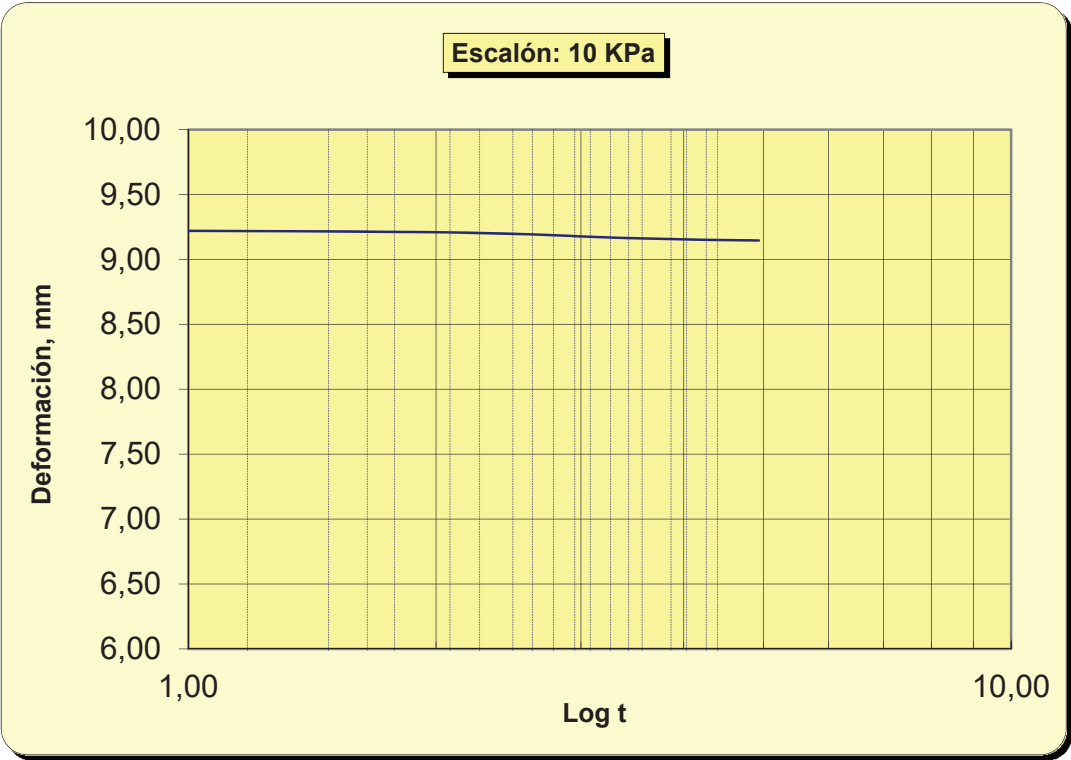
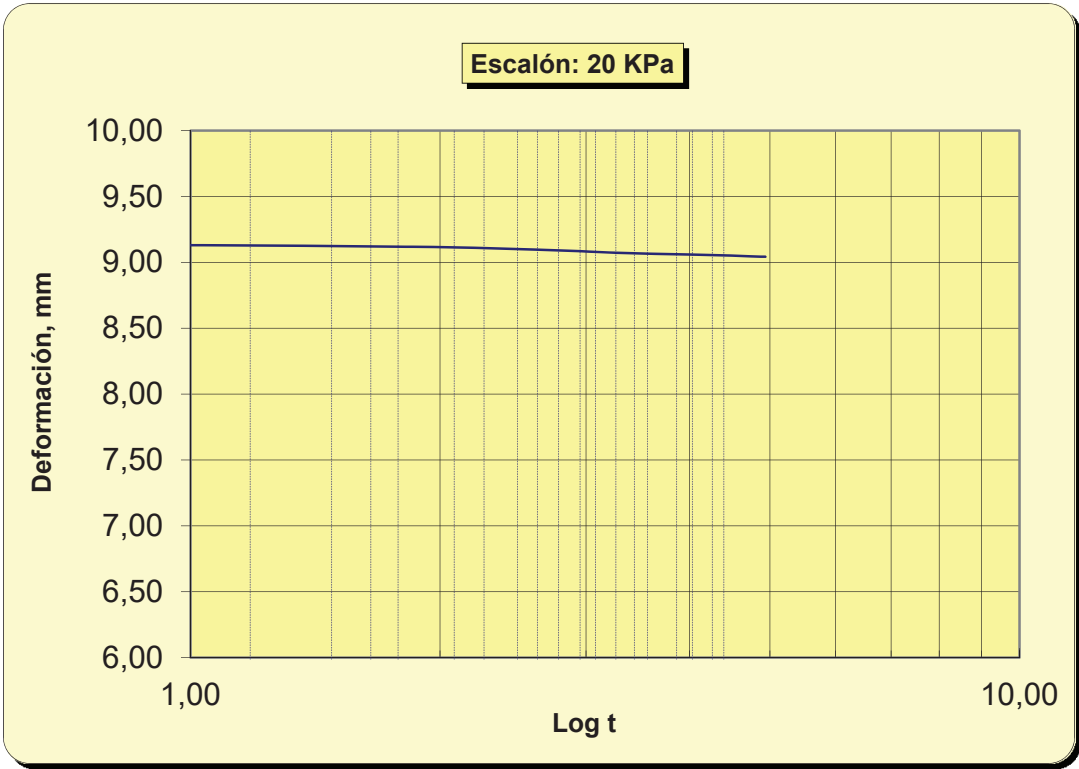
Nº Referencia Muestra:6639

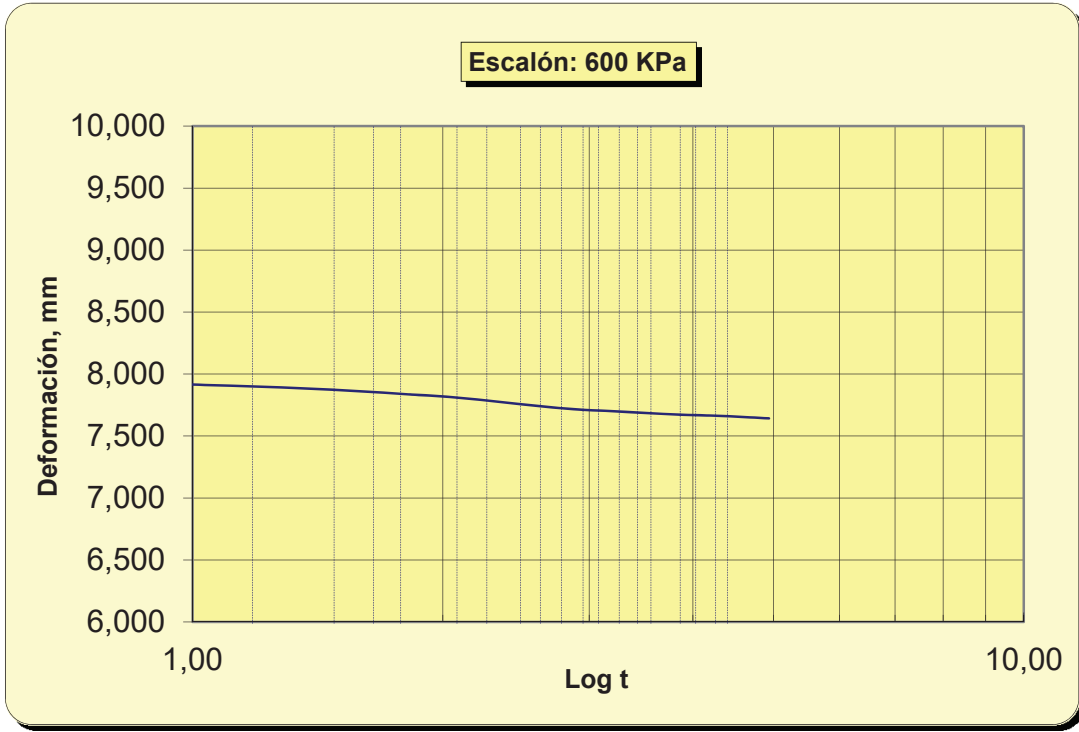
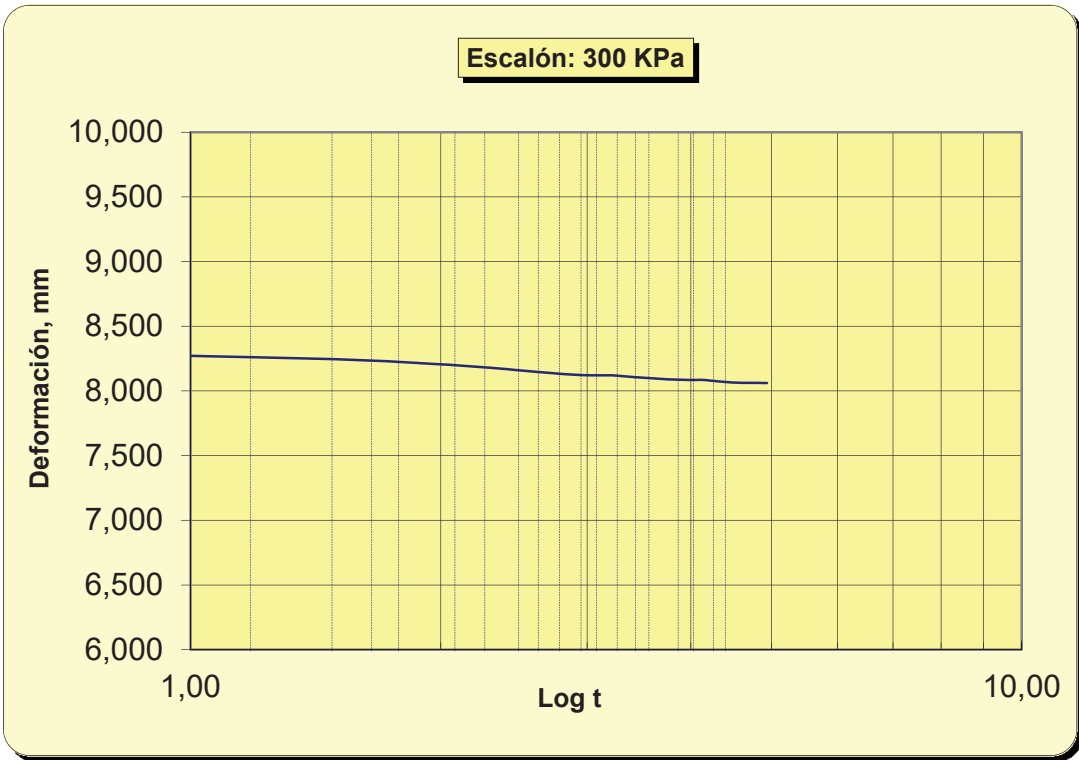
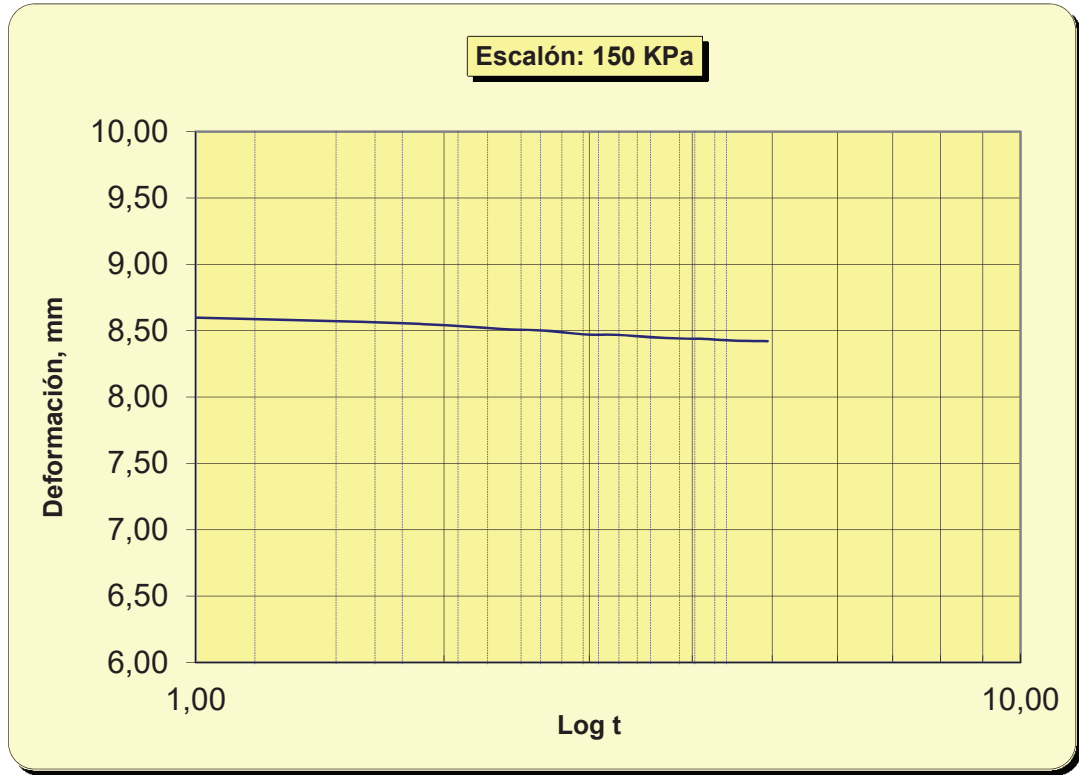
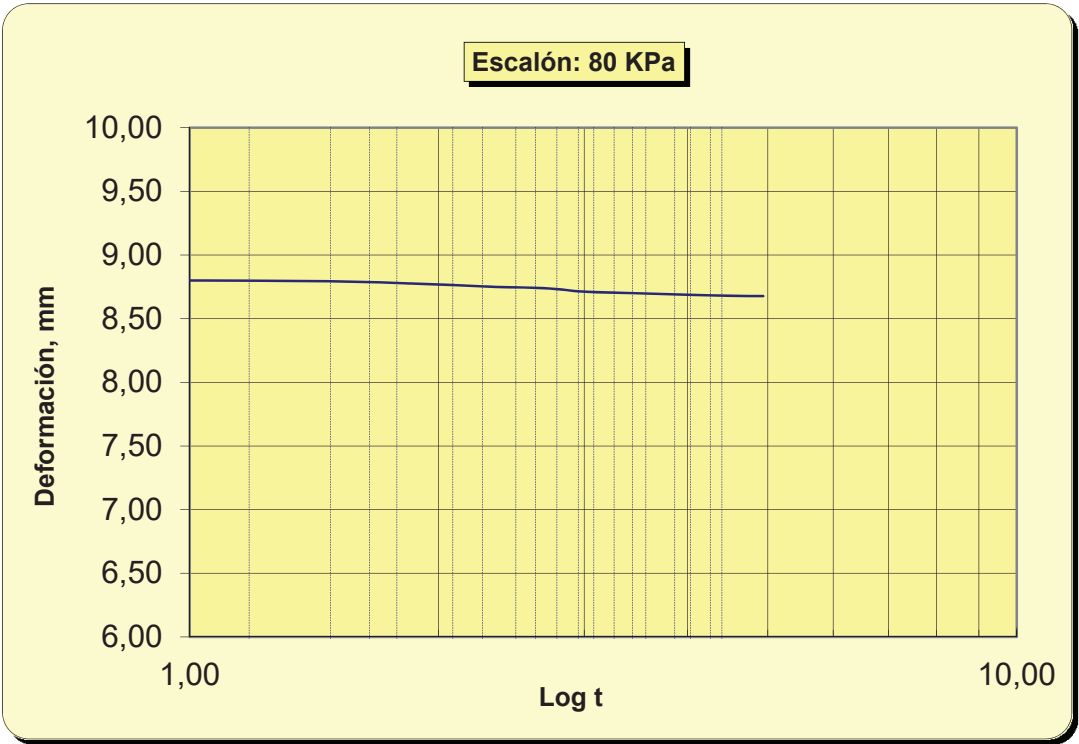
Informe Nº:E290220

Tiempo	Asiento, mm						
	10 kPa	20 kPa	40 kPa	80 kPa	150 kPa	300 kPa	600 kPa
10 s	9,220	9,130	9,008	8,800	8,599	8,271	7,915
20 s	9,217	9,126	9,000	8,797	8,581	8,255	7,890
30 s	9,216	9,123	8,994	8,794	8,572	8,246	7,873
40 s	9,214	9,121	8,991	8,790	8,567	8,239	7,860
50 s	9,213	9,120	8,989	8,784	8,560	8,231	7,849
1 m	9,212	9,119	8,987	8,780	8,557	8,224	7,840
2 m	9,208	9,113	8,976	8,764	8,536	8,199	7,810
4 m	9,200	9,105	8,962	8,748	8,511	8,170	7,771
8 m	9,190	9,093	8,944	8,740	8,499	8,141	7,733
15 m	9,179	9,084	8,919	8,715	8,472	8,122	7,711
30 m	9,168	9,072	8,908	8,703	8,469	8,119	7,699
1 h	9,161	9,065	8,902	8,698	8,451	8,098	7,682
2 h	9,158	9,061	8,895	8,691	8,442	8,087	7,673
4 h	9,151	9,058	8,890	8,686	8,438	8,084	7,666
8 h	9,149	9,050	8,883	8,679	8,426	8,066	7,658
24 h	9,146	9,042	8,872	8,677	8,421	8,061	7,642
Tª	12	13	14	14	12	10	11

Nº Referencia Muestra:6639

Informe Nº:E290220





Nº Referencia Muestra:	6640		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	2,40-3,00 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	14/02/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

Peso de suelo seco ensayado (g)	-
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	-
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	-
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	-

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	122,6091
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	122,6287
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0196
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	161,3472
Contenido en ión SO ₄ ²⁻ (%) (UNE 83963)	0,016

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	-	> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	161	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo para el hormigón por contenido en sulfatos solubles

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6641		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	4,80-5,40 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	07/02/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

Masa del agua	m _w (g)	40,3
Muestra húmeda	m ₁ (g)	298,6
Muestra seca	m ₂ (g)	258,3
Masa del recipiente	m _c (g)	67,9
Masa muestra seca	m _d (g)	190,4
% Humedad	m _w /m _d x 100	21,2

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6641	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	4,80-5,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	07/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Agua	a = (t+s+a)-(t+s)	40,27
Tara+suelo+agua	t+s+a	298,60
Tara+suelo	t+s	258,33
Tara	t	67,93
Suelo	s	190,40
% Humedad	w = a/s x 100	21,2

Masa muestra	m (g)	112,49
Masa muestra con relleno de huecos	m _i (g)	112,49
Masa muestra+parafina	m _c (g)	117,80
Densidad parafina	ρ _p (Mg/m³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	ρ _{fl} (Mg/m³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m _s (g)	57,40
Volumen muestra	V = [(m _c -m _g)/ρ _{fl}]-[(m _c -m _i)/ρ _p] x 10 ⁻⁶ (m³)	54,08
Densidad húmeda	ρ = m / V (Mg/m³)	2,08
Densidad seca	ρ _d = ρ / [1 + (w / 100)] (Mg/m³)	1,72

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6641	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	4,80-5,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	13/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	1652,5
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	0,0
E	Fracción fina previa al cuarteo	1652,2
E	Relac. Masas por el cuarteado	14,54
G	Fracción fina ensayada (m _s)	113,6

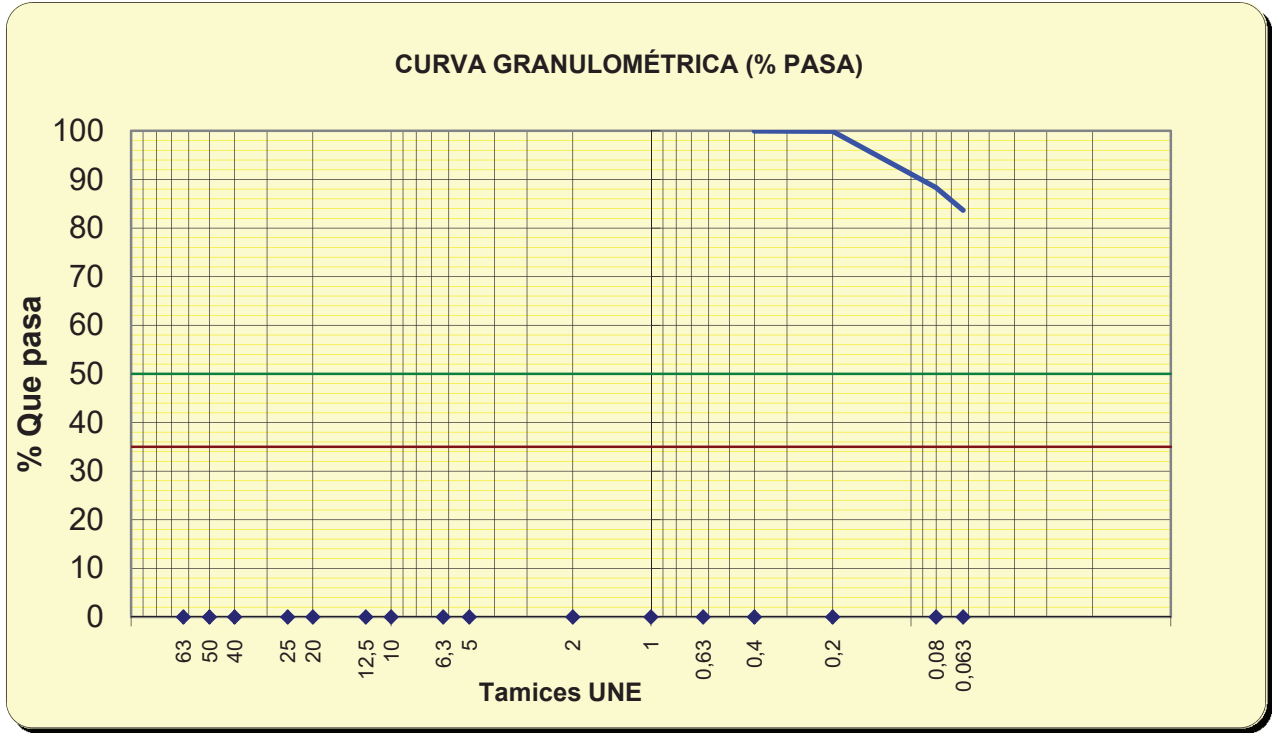
Masa del agua	m _w (g)	3,43
Muestra húmeda	m ₁ (g)	181,0
Muestra seca	m ₂ (g)	177,6
Masa del recipiente	m _c (g)	67,1
Masa muestra seca	m _d (g)	110,47
% Humedad	m _w /m _d x100	3,1

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						1.652,5	100,0	
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,0	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			0,0	0,00	100,0	
12,5	1/2"	12,700	0,0	0,0		0,00	100,0	
10	3/8"	9,520	0,0	0,0		0,00	100,0	
6,3	1/4"	6,350	0,0	0,0		0,00	100,0	
5	Nº 4	4,750	0,0	0,0		0,00	100,0	
2	Nº 10	2,000	0,0	0,0		0,00	100,0	
1	Nº 18	1,000	0,0	0,1		0,00	100,0	
0,63	Nº 30	0,590	0,0	0,1		0,00	100,0	
0,40	Nº 40	0,420	0,0	0,4		0,00	100,0	
0,20	Nº 80	0,180	0,1	1,0		0,00	99,9	
0,08	Nº 200	0,074	13,2	191,4		0,12	88,3	
0,063	Nº 230	0,063	5,3	76,6		0,16	83,7	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,7					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		1652,5					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,0					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m³	2,68	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 6641



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	88,3	83,7

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	0,0
ARENA	11,7	16,3
FINOS	88,3	83,7

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

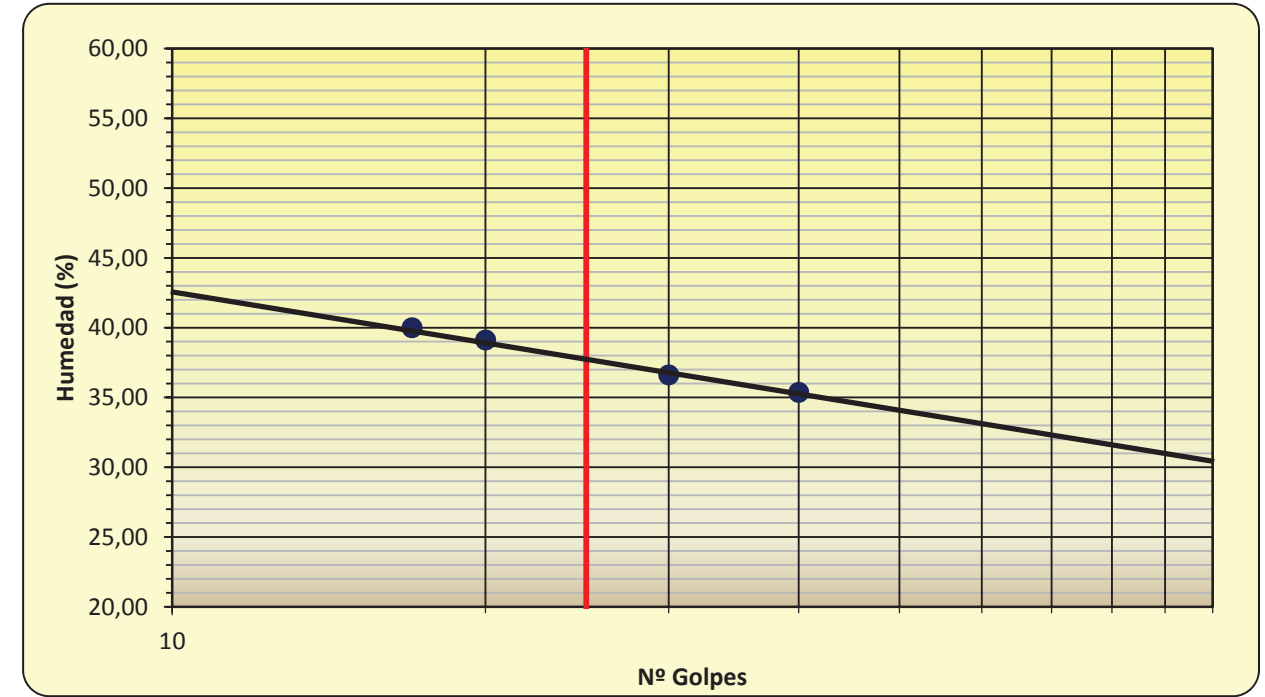
Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6641	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	4,80-5,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	20/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	17	20	30	40
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,32	29,02	27,85	26,11
t+s	Tara+suelo	25,90	27,51	26,70	24,84
t	Tara	22,35	23,65	23,56	21,25
s=(t+s)-t	Suelo	3,55	3,86	3,14	3,59
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,42	1,51	1,15	1,27
w=100x a / s	Humedad (%)	40,00	39,12	36,62	35,38
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		100,0	W (Muestra original):		21,15
			W (Prevía al ensayo):		3,10
		m1 (g)	204,40	mr (g)	0,09
		LÍMITE LÍQUIDO:			37,8

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:

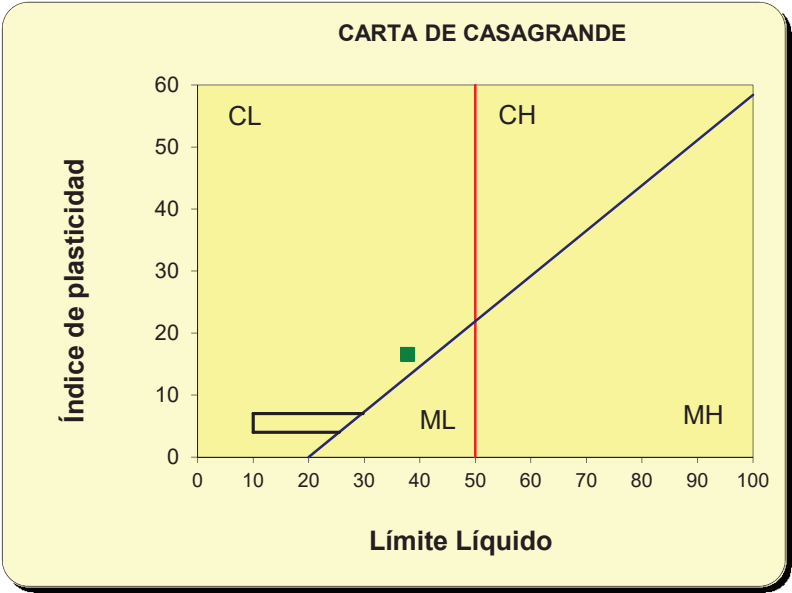
6641

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	29,33	26,23
t+s	Tara+suelo	28,57	25,42
t	Tara	24,95	21,66
s=(t+s)-t	Suelo	3,62	3,76
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,76	0,81
w=100x a / s	Humedad (%)	20,99	21,54

LÍMITE PLÁSTICO

21,3

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	88,3
LÍMITE LÍQUIDO, LL	37,8
LÍMITE PLÁSTICO, LP	21,3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	16,5
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arena arcillosa	
ÍNDICE DE LIQUEDAD, I _L	0,0
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I _c	-140,7
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I _a	-



Método de preparación:

Tamizado para romper la estructura del suelo y ajustando la consistencia de la pasta remoldeada al rango requerido en el ensayo.

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6642	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	7,10-8,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	07/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

Masa del agua	m _w (g)	31,1
Muestra húmeda	m ₁ (g)	229,1
Muestra seca	m ₂ (g)	198,1
Masa del recipiente	m _c (g)	61,6
Masa muestra seca	m _d (g)	136,4
% Humedad	m _w /m _d x 100	22,8

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6642		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	7,10-8,40 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	07/02/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

Agua	a = (t+s+a)-(t+s)	31,07
Tara+suelo+agua	t+s+a	229,13
Tara+suelo	t+s	198,06
Tara	t	61,64
Suelo	s	136,42
% Humedad	w = a/s x 100	22,8

Masa muestra	m (g)	85,53
Masa muestra con relleno de huecos	m _i (g)	85,53
Masa muestra+parafina	m _c (g)	90,39
Densidad parafina	ρ _p (Mg/m ³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	ρ _{fl} (Mg/m ³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m _s (g)	42,90
Volumen muestra	V = [((m _c -m _g)/ρ _{fl})-((m _c -m _i)/ρ _p)] x 10 ⁻⁶ (m ³)	41,70
Densidad húmeda	ρ = m / V (Mg/m ³)	2,05
Densidad seca	ρ _d = ρ / [1 + (w / 100)] (Mg/m ³)	1,67

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio


Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6642		Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	7,10-8,40 m		
Fecha de Toma:	-			
Fecha de Ensayo:	13/02/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Bicipista Durangoaldea		Fulcrum

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	1356,8
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	0,0
E	Fracción fina previa al cuarteo	1356,8
E	Relac. Masas por el cuarteado	7,64
G	Fracción fina ensayada (m _s)	177,6

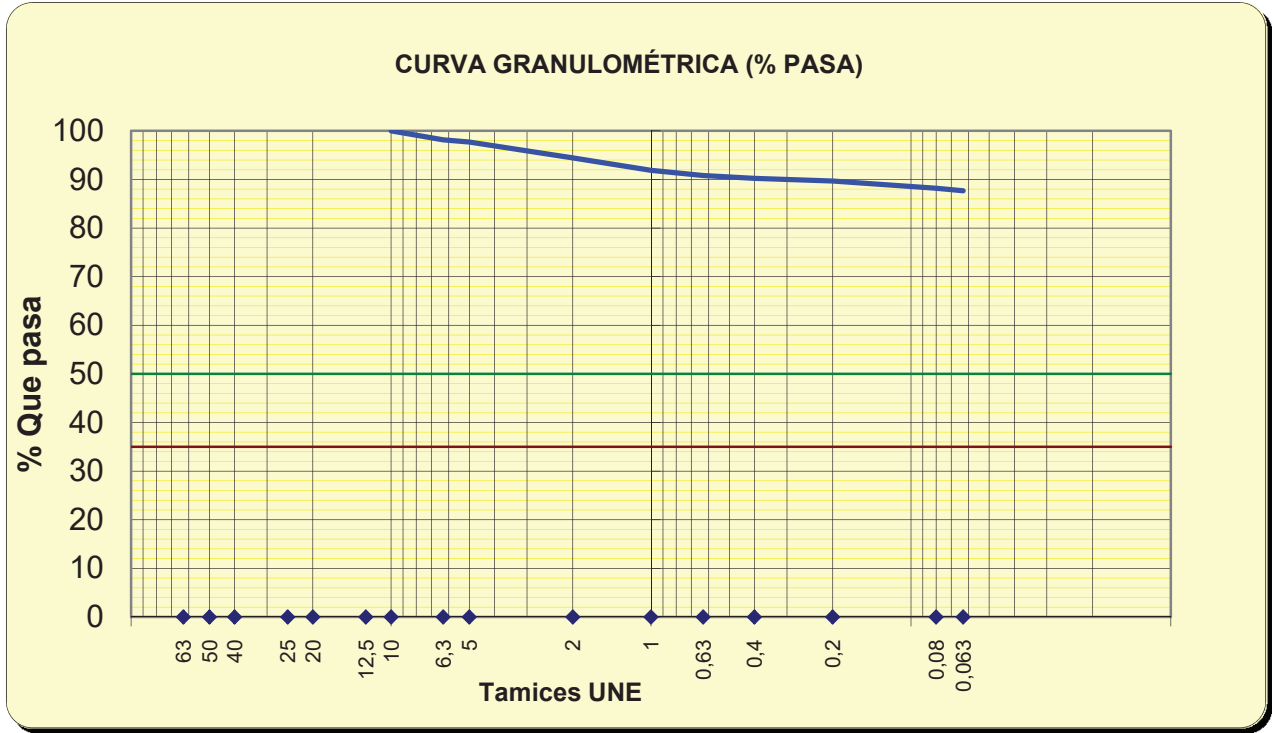
Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

Masa del agua	m _w (g)	6,1
Muestra húmeda	m ₁ (g)	230,2
Muestra seca	m ₂ (g)	224,1
Masa del recipiente	m _c (g)	58,1
Masa muestra seca	m _d (g)	166,00
% Humedad	m _w /m _d x100	3,7

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						1.356,8	100,0	
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,0	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			0,0	0,00	100,0	
12,5	1/2"	12,700	0,0	0,0		0,00	100,0	
10	3/8"	9,520	0,0	0,0		0,00	100,0	
6,3	1/4"	6,350	3,3	25,1		0,02	98,2	
5	Nº 4	4,750	0,8	6,2		0,02	97,7	
2	Nº 10	2,000	5,8	44,2		0,06	94,4	
1	Nº 18	1,000	4,6	34,8		0,08	91,9	
0,63	Nº 30	0,590	1,9	14,5		0,09	90,8	
0,40	Nº 40	0,420	1,1	8,2		0,10	90,2	
0,20	Nº 80	0,180	1,0	7,3		0,10	89,7	
0,08	Nº 200	0,074	2,7	20,2		0,12	88,2	
0,063	Nº 230	0,063	0,9	7,0		0,12	87,7	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,0					
	Masa total de mat. retenido (m _i)		1356,8					
	Diferencia entre m y m _i (%)		0,0					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,68	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 6642



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	97,7	94,4	91,9	90,8	90,2	89,7	88,2	87,7

%	SUCS	CTE
GRAVA	2,3	5,6
ARENA	9,5	6,8
FINOS	88,2	87,7

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

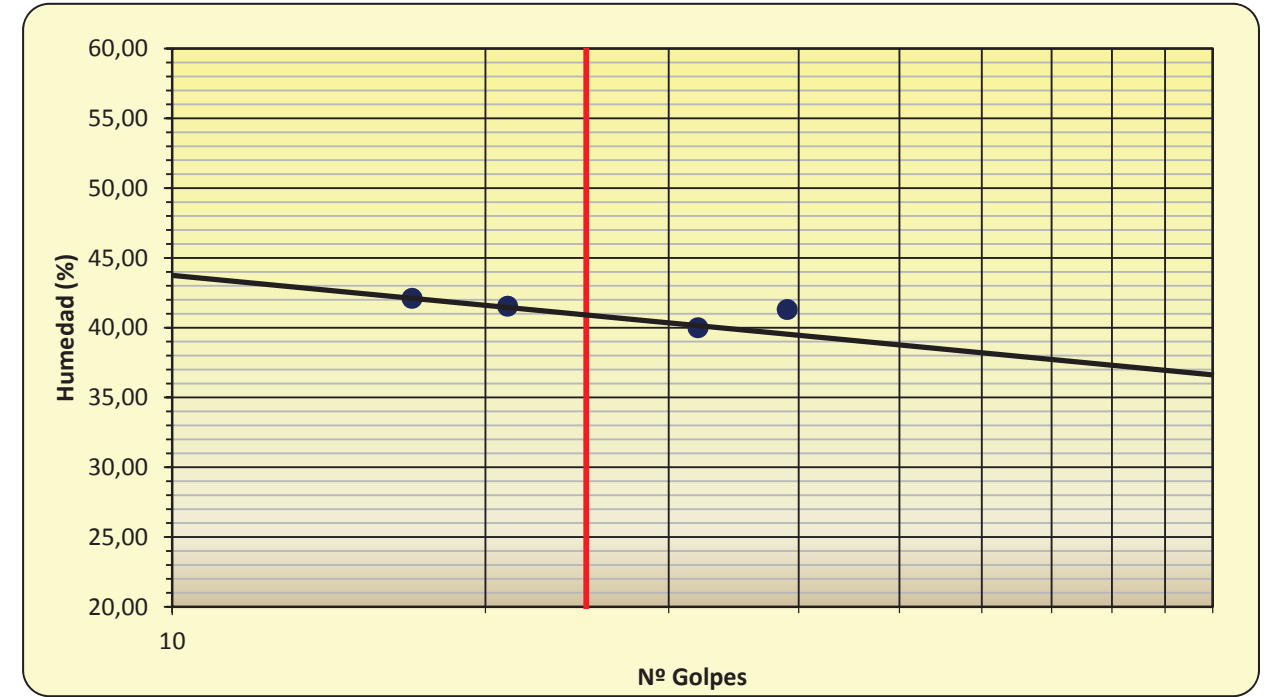

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	6642	Informe Nº:	E290220
Muestra (Origen / Profundidad):	S4	7,10-8,40 m	
Fecha de Toma:	-		
Fecha de Ensayo:	20/02/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/02/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Bicipista Durangoaldea	Fulcrum	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	17	21	32	39
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,59	26,92	28,21	26,27
t+s	Tara+suelo	25,99	25,52	26,91	24,82
t	Tara	22,19	22,15	23,66	21,31
s=(t+s)-t	Suelo	3,80	3,37	3,25	3,51
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,60	1,40	1,30	1,45
w=100x a / s	Humedad (%)	42,11	41,54	40,00	41,31
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)	88,7	W (Muestra original):			22,78
		W (Prevía al ensayo):			3,67
		m1 (g)	368,30	mr (g)	39,98
			LÍMITE LÍQUIDO:		40,9
Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C					

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:

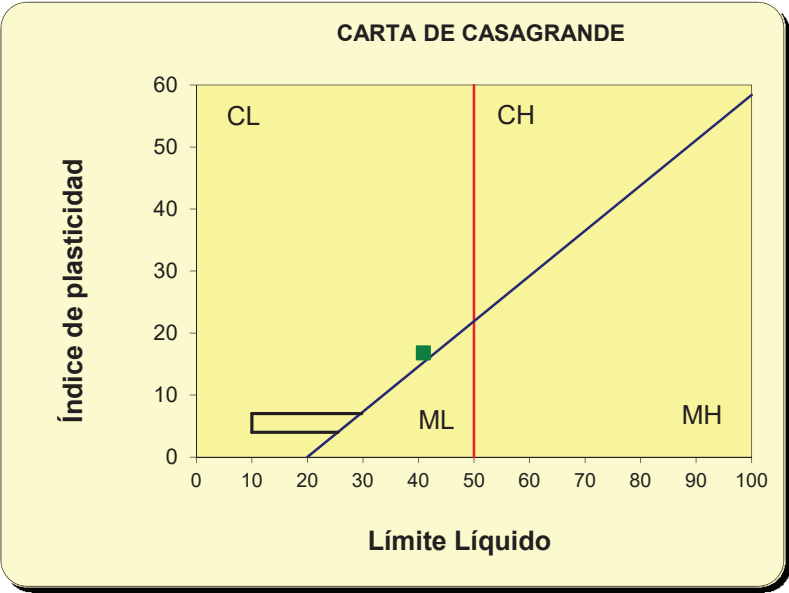
6642

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	26,53	26,67
t+s	Tara+suelo	25,49	25,70
t	Tara	21,12	21,73
s=(t+s)-t	Suelo	4,37	3,97
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,04	0,97
w=100x a / s	Humedad (%)	23,80	24,43

LÍMITE PLÁSTICO

24,1

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	2,3
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	88,2
LÍMITE LÍQUIDO, LL	40,9
LÍMITE PLÁSTICO, LP	24,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	16,8
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arena arcillosa	
ÍNDICE DE LIQUEDAD, I _L	-0,1
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I _c	-13,5
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I _a	-



Método de preparación:

Tamizado para romper la estructura del suelo y ajustando la consistencia de la pasta remoldeada al rango requerido en el ensayo.

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

APENDICE N°2.4

Discontinuidades

