

ANEJO N°2

Geología y geotecnia

Índice

1 Introducción	1
2 Características geológicas y geotécnicas del terreno	2
2.1 Marco geológico general	2
2.2 Características litológicas y estructurales del macizo rocoso	3
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 Sondeos	4
2.6 Penetrómetros	4
2.7 Estaciones geomecánicas	5
2.8 Características geotécnicas de los materiales	5
2.8.1 Características geotécnicas del sustrato rocoso.	5
2.8.2 Características geotécnicas de los suelos.	6
2.8.2.1 Rellenos antrópicos	6
2.8.2.2 Suelos de origen aluvial	6
2.8.2.3 Suelos eluviales	6
2.8.3 Resumen de los parámetros geotécnicos	6
2.9 Hidrología	7
2.10 Sismicidad	7
3 Movimiento de tierras	8
3.1 Desmontes	8
3.2 Rellenos	8
4 Estructuras	9
4.1 Muros 1 y 2	9
5 Materiales	11
5.1 Categoría de Explanada	11
5.2 Coeficientes de paso	11

APÉNDICE Nº2.1: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA
APÉNDICE Nº2.2: REGISTRO DE SONDEOS
APÉNDICE Nº2.3: CÁLCULOS

1 Introducción

Galdakao se encuentra en el valle del río Ibaizabal, en la provincia de Bizkaia, País Vasco, España. La geología de la zona está influenciada por el Sinclinorio de Bizkaia, una estructura geológica compuesta por materiales del Eoceno. Al norte de Galdakao destacan las cumbres de Arrezurriaga (329 m), Txispamendi (221 m) y Santa María (476 m), mientras que al sur se elevan el monte Upo (567 m) y las laderas del Mandoia (637 m).

El río Ibaizabal es la corriente principal que atraviesa Galdakao, recibiendo aguas del río Aretxabalagane en El Gallo y del arroyo Lekubaso en Usansolo.

En este anejo se presentan los resultados del estudio geológico y geotécnico realizado para el “Proyecto de Construcción de la Bicipista del Ibaizabal. Tramo Bengoetxe-Guturribai”

En él, 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 2.700 m y se encuentra situado dentro del Municipio de Galdakao, desarrollándose, por lo general, adosada al trazado actual de la carretera N-624.

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 los siguientes proyectos:

- Anejo geológico-geotécnico del proyecto constructivo de la Línea 5 del FMB Fulcrum-Eptisa (2016)
- Estudio Geotécnico para viviendas y pabellones en la UE-EB-02 en Galdakao
- Urbanización del Ámbito CO-ZU-3 en Galdakao
- Estudio Geotécnico para el colector de saneamiento del Ibaizabal: Tramo Plazakoetxe-Usansolo (2004)

El estudio ha tenido como objetivo los siguientes aspectos:

- Determinar las características geológicas generales del emplazamiento.
- Obtener las características geológico - geotécnicas particulares a lo largo del trazado seleccionado, incluyendo:
- Seleccionar las características del macizo rocoso: tipo de rocas, estructuras y alteración.
- Determinar en detalle de las condiciones estructurales del macizo rocoso: datos geomecánicos de estratificación, juntas, pliegues, fallas, etc.

- Determinar de las características del recubrimiento de suelos; espesor naturaleza y características geotécnicas.
- Localización y 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 un levantamiento de detalle geológico – geotécnico, a escala 1:1000, , 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.

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 varios sondeos mecánico con recuperación continua de testigo, datos de estaciones geomecánicas y penetrómetros DPSH.

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.
- Determinación de la categoría de explanada.
- Determinación de las condiciones de cimentación de las principales estructuras.

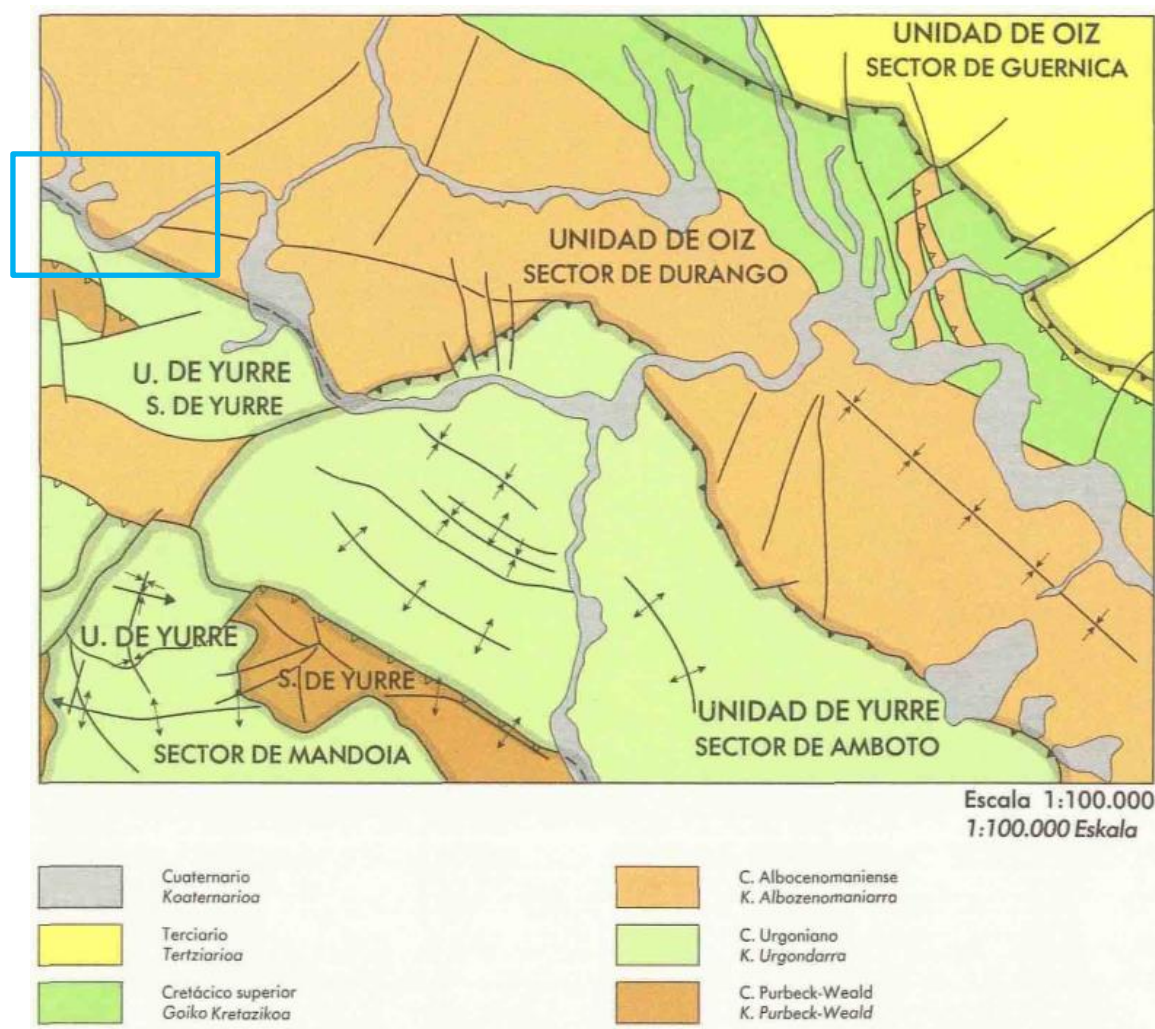
Proyecto de Trazado de la Vía Ciclista del Ibaizabal (Línea 1).
Tramo de bidegorri: Bengoetxe – Guturribai

Anejo nº2: Geología y geotecnia

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, 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.

Proyecto de Trazado de la Vía Ciclista del Ibaizabal (Línea 1).
Tramo de bidegorri: Bengoetxe – Guturribai

Anejo nº2: Geología y geotecnia

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, cretácico inferior).

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 pirita 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 limolítico 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 Gernika, 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.

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 eluviales que, por lo general, tiene un espesor, en general, inferior a tres metros.

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 u 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.

Proyecto de Trazado de la Vía Ciclista del Ibaizabal (Línea 1).
Tramo de bidegorri: Bengoetxe – Guturribai

Anejo nº2: Geología y geotecnia

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 10 metros, aunque el espesor máximo detectado, hacia el final del trazado, se eleva hasta 11 metros. Este nivel se acuña en dirección a la ladera hasta desaparecer. 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.

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

No se ha realizado campaña geotécnica de ningún tipo. Este hecho está motivado por:

- El trazado de la bicipista se desarrolla sobre vías de comunicación existentes, sin necesidad de crear nuevos desmontes, rellenos o estructuras, salvo en el caso de un muro.
- Se ha recopilado información muy detallada procedente de proyectos previos, lo que permite estimar con detalle los diferentes contactos y potencias y por otro lado obtener los principales parámetros de los materiales.

Los sondeos utilizados para la determinación de geometría y propiedades geotécnicas son los siguientes:

2.5 Sondeos

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

SONDEO	Proyecto	X	Y	Z	PROFUNDIDAD
S-1	UE-UB-2 Galdakao	511553.48	4786626.70	40.00	9.00
S-2	UE-UB-2 Galdakao	511585.51	4786618.29	40.50	10.00
SM-16	Línea 5 FMB	511735.17	4786886.10	51.10	55.00
SM-17	Línea 5 FMB	511986.52	4786814.77	63.00	65.70
S-1	UE-ZU-3 Galdakao	511865.33	4786521.88	42.00	15.00

Los ensayos SPT realizados sobre los sondeos son los siguientes:

SONDEO	MATERIAL	PROFUNDIDAD	N ₆₀
S-1 (UE-UB2)	Aluvial fino	2.60 – 3.20	12
S-2 (UE-UB-2)	Aluvial fino	2.60-3.20	8
SM-16 (LINEA 5)	Aluvial fino	2.40-3.00	22
	Aluvial grueso	4.95-5.40	32
S-1 (UE-ZU-3)	Rellenos antr.	3.30 – 3.75	50
	Rellenos antr.	6.40-6.85	15
	Aluvial grueso	9.00-9.45	16

2.6 Penetrómetros

Se han localizado los datos de tres penetrómetros

SONDEO	Proyecto	X	Y	Z	PROFUNDIDAD
P-1	UE-UB-2 Galdakao	511601.00	4786614.00		5
P-2	UE-UB-2 Galdakao	511563.00	4786618.00		4.60
PD-10	Interceptor Ibaizabal	512326.37	4786010.28	41.8	6.30

2.7 Estaciones geomecánicas

El Anejo de geología y geotecnia correspondiente a la rotonda de Formica permite determinar que existen dos familias de discontinuidades en el macizo rocoso en esta zona:

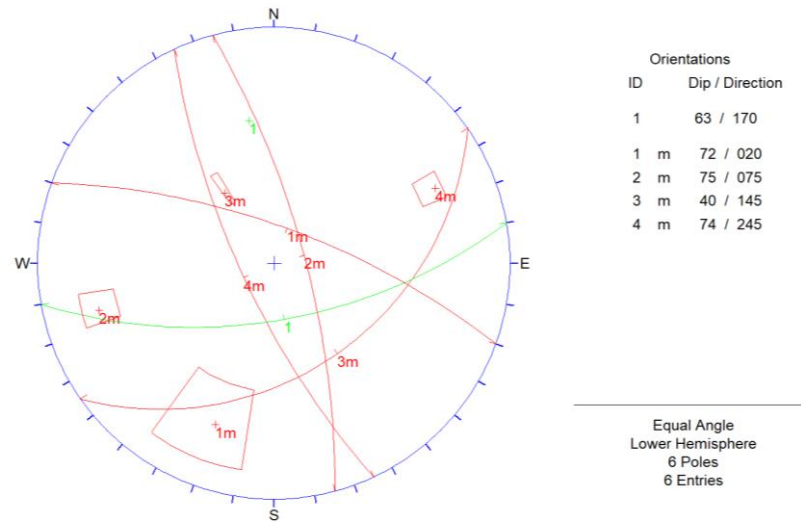


Figura nº1. Proyección estereográfica de las discontinuidades

2.8 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.

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

2.8.1 Características geotécnicas del substrato rocoso.

El macizo rocoso se encuentra conformado por una única formación geológica. Se trata de una alternancia de areniscas y lutitas con predominio de estas últimas.

En esta formación, también se intercalan numerosos **cuerpos lenticulares constituidos por areniscas** de potencia métrica y decamétrica, que son cartografiables a nivel comarcal, aunque los recubrimientos en las inmediaciones del medio urbano no lo permitan. Están compuestas por granos de cuarzo fino y grueso, algo de feldespato, mica blanca y materia orgánica, de colores gris-blanco.

Los RQD característicos de esta formación en su parte más superficial es del orden del 30%.

La parte más superficial se encuentra afectada por fenómenos de meteorización que origina un recubrimiento arcilloso del macizo rocoso y por tanto un carácter eluvial.

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:

$c' = 0 \text{ kPa}$ 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.

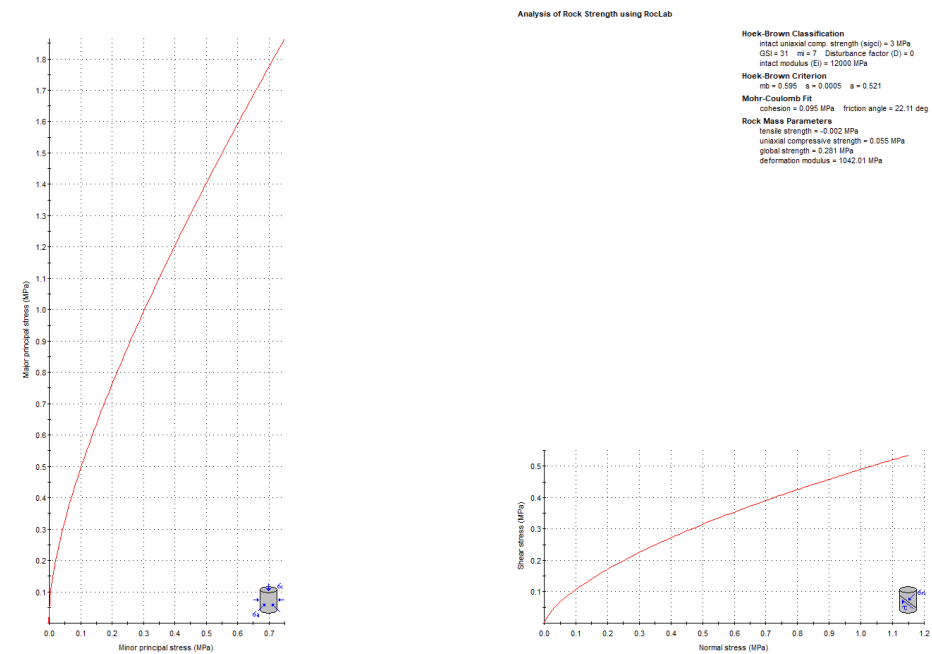
Las juntas suelen agruparse en diversas familias características para cada uno de los distintos sectores que se han podido distinguir a lo largo del trazado proyectado, y cuya orientación media, con respecto a la estratificación, ya ha sido descrita anteriormente. No obstante, y como puede observarse 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:

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

En el caso de la roca algo alterada M(III), a efectos de cálculo, deberán tomarse los siguientes valores deducidos a partir del criterio de rotura de Hoek y Bray:



$C = 95 \text{ kPa}$ $\phi = 22^\circ$

2.8.2 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.

2.8.2.1 RELLENOS ANTRÓPICOS

En casi su totalidad los rellenos atravesados son rellenos compactados están construidos 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°

2.8.2.2 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.

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 mecánicos convencionales.

2.8.2.3 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:

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

2.8.3 Resumen de los parámetros geotécnicos

Material	Densidad (kN/m3)	Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento
Rellenos antrópicos	18.0	5	35°
Depósitos eluviales	19.0	20	34°
Sustrato rocoso	26.5		

2.9 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. 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.

2.10 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, y de K inferiores a 1,0. 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.

Por otro lado K es el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia, en la peligrosidad sísmica de cada punto, de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma. Según la norma, no es preceptivo considerar la influencia de los fenómenos sísmicos en las obras y servicios situados en las zonas de dicho grado de sismicidad.



Fig. 4. Mapa Sísmico de España.

3 Movimiento de tierras

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

3.1 Desmontes

No se realizarán excavaciones de desmontes. Solamente las necesarias para la ejecución de los muros 1 y 2, analizados en el apartado de estructuras.

3.2 Rellenos

En este tramo no se ha definido ninguna zona de relleno.

4 Estructuras

4.1 Muros 1 y 2

A lo largo de la traza propuesta se han diseñado dos muros superpuestos de contención entre los PK 1+550 y 1+690 , adyacentes a la rotonda de Formica.



Fotografía nº1. Vista del macizo rocoso en la rotonda compuesto por una alternancia de limolitas y areniscas. Obsérvese además la malla de cable instalada

La rotonda citada permite la observación de directa del macizo rocoso por lo que han tomado datos de las discontinuidades:

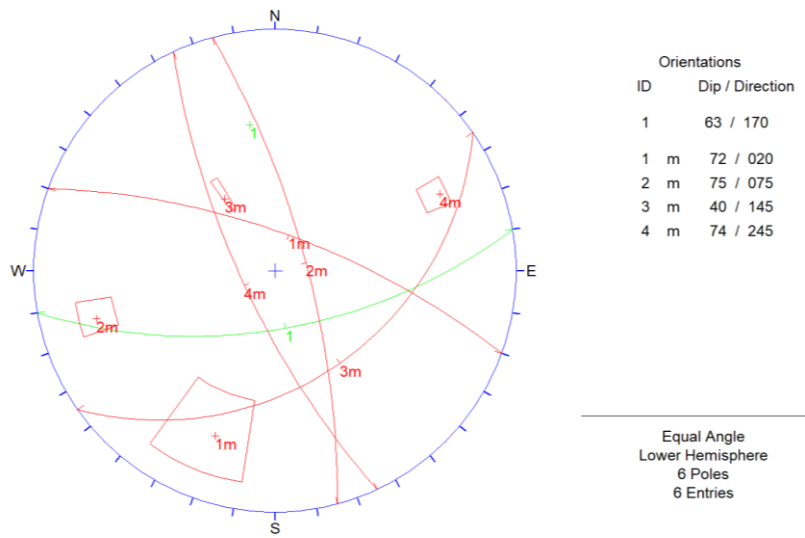


Figura nº2. Principales familias de juntas en el macizo rocoso

En la parte opuesta de la rotonda existe un muro anclado mediante cables a una tensión (actualmente de 30 bares). No se observan patologías en esta zona.

El cálculo se ha realizado para los dos muros trabajando de forma combinada.



Fotografía nº2. Detalle del muro anclado actual

Proyecto de Trazado de la Vía Ciclista del Ibaizabal (Línea 1).
Tramo de bidegorri: Bengoetxe – Guturribai

Anejo nº2: Geología y geotecnia

Los fenómenos de inestabilidad asociados a las juntas del macizo han sido puestos de manifiesto gracias a un análisis cinemático.

Las características de las familias son las siguientes:

FAMILIA	DIRECC DE BUZAM.	COHESIÓN	ÁNGULO DE ROZ
E	72/020	0	20
J1	78/075	0	35
J2	40/145	0	35
J3	74/245	0	35

A través del análisis cinemático se identifican las siguientes inestabilidades:

TIPO	JUNTAS	F.S.	NECESIDAD DE ANCLAJE	ÁNGULO ANCLAJE	
PLANAR	J2	0.83	7.5 t/m2	20°	
CUÑA	J2 / J3	1.86			
CUÑA	J1 / J2	0.90	3.5 t/m2	20°	
VUELCO	E / J2	0.50	1.3 t/m2	20°	

Los detalles de los cálculos pueden consultarse en el apéndice nº 2: Cálculos.

A la vista de los resultados se recomienda incluir una presión de anclaje de 7.5 t/m2.

Dada la tipología del muro así como la naturaleza del cimiento se considera que la carga admisible es suficiente para los esfuerzos horizontales transmitidos.

La ejecución de ambos muros deberá realizarse mediante la excavación de bataches alternos de no más de 4 m de longitud y 2 m de altura.

Así mismo deberá iniciarse la excavación por el muro superior (muro 2)

Los productos de la excavación pueden considerarse como pedraplén y para ejecutarla será necesario el empleo de martillos hidráulicos en toda su extensión.

5 Materiales

5.1 Categoría de Explanada

La categoría de explanada en el fondo de la excavación será la correspondiente a los actuales firmes de la carretera por lo que puede considerarse como suelos adecuados.

En el caso del espacio excavado en los muros la explanada podrá considerarse como roca.

5.2 Coeficientes de paso

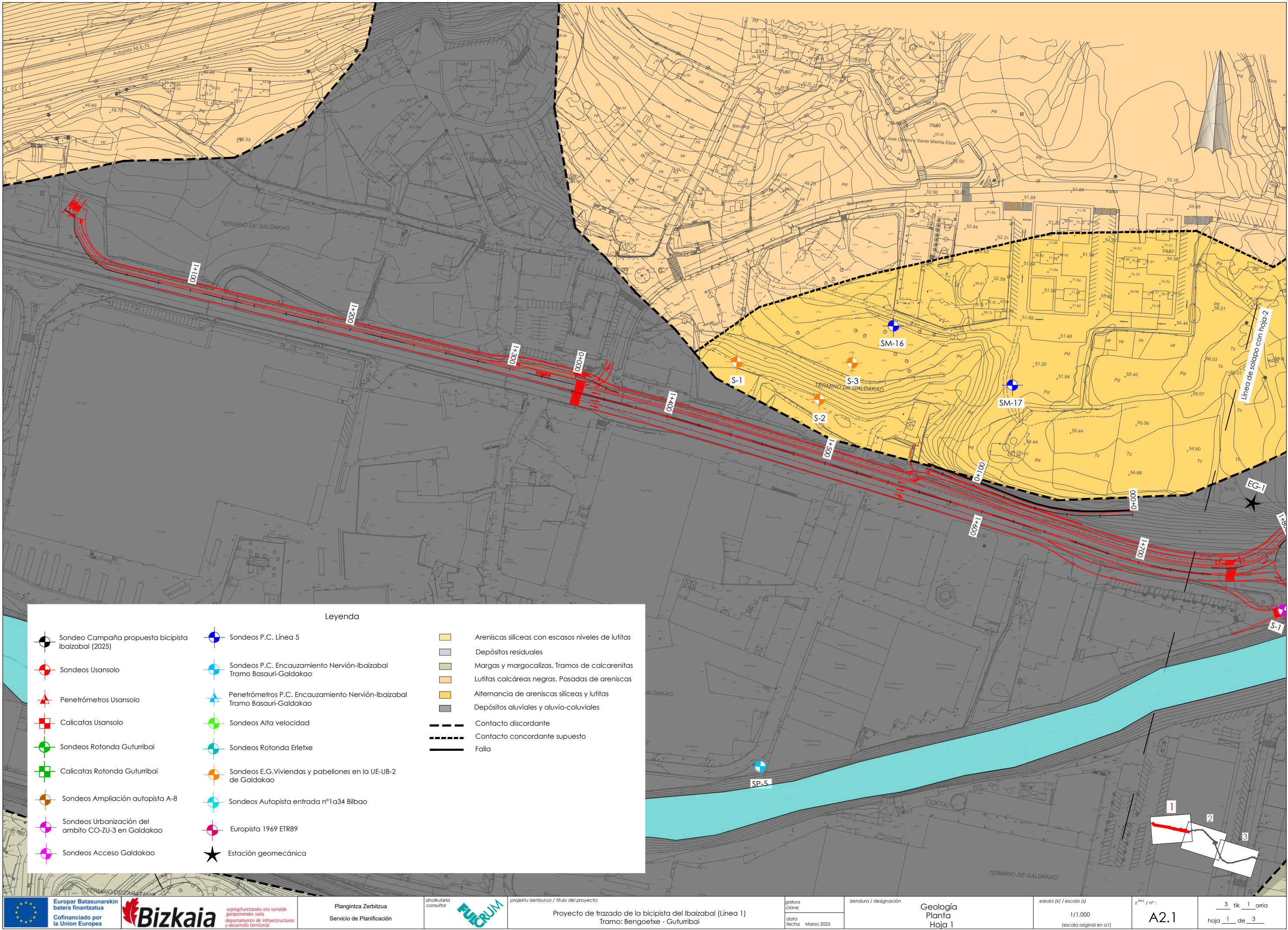
En base a la experiencia en obras similares de la zona se estima que el coeficiente de paso para los materiales de saneo y excavación en suelos eluviales será de 1.20 para destino vertedero.

En el caso del material rocoso procedente de la excavación con destino a vertedero se estima un coeficiente de paso de 1.25.

APÉNDICE N°2.1

Cartografía geológica

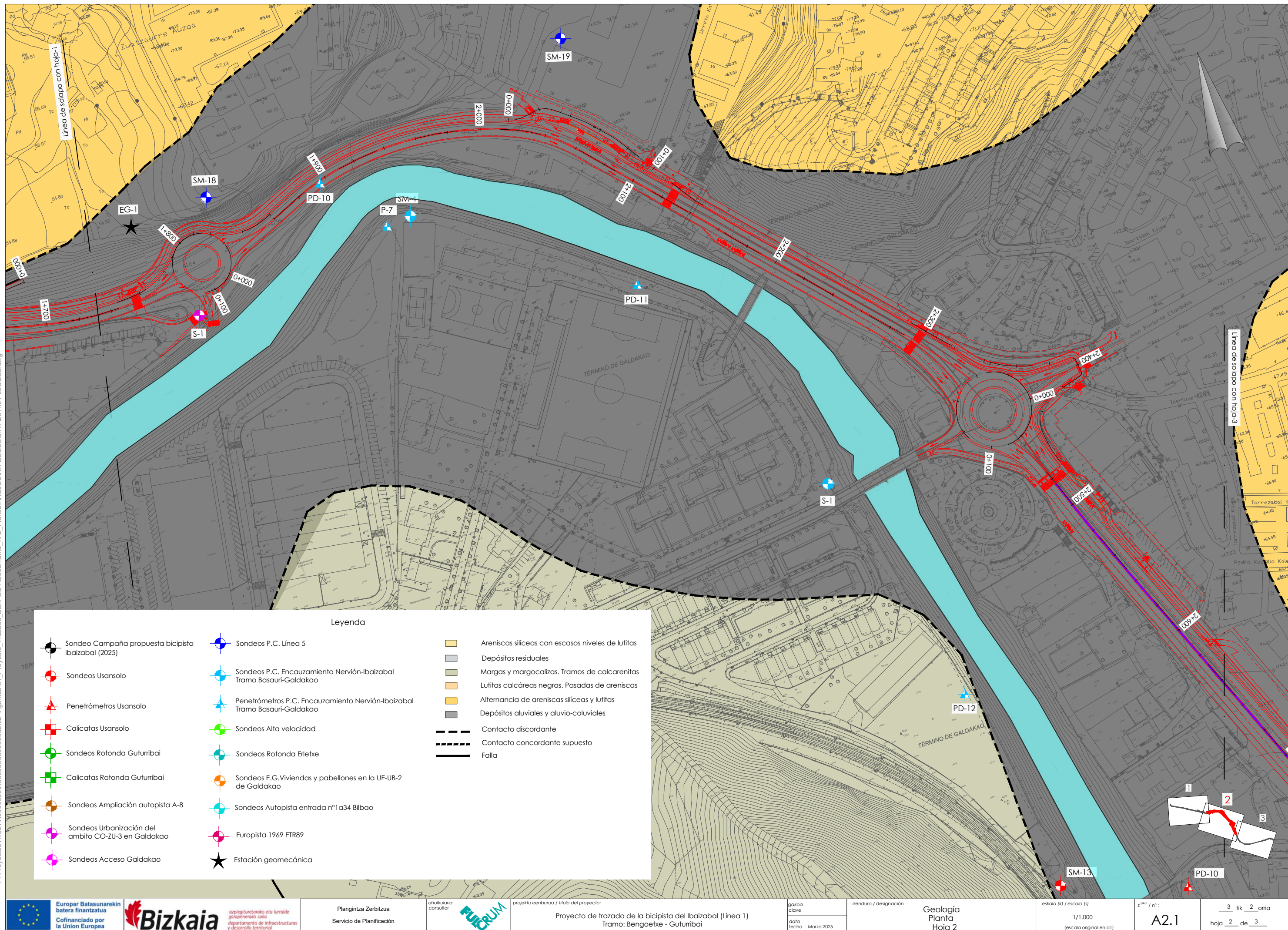
P:\ProyectosVivos\1\X00000396\X0000396000000002\02_Vigentes\01_Proyecto_Trazado_BEN-GUT\Documento_Nº2_Planos\ANEJOSXX GEOLOGIA\20101-03GEOI.dwg



Leyenda

- | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|
| | Sondéo Campaña propuesta bicipista ibaizabal (2025) | | Sondeos P.C. Línea 5 | | Arenas silíceas con escasos niveles de lutitas |
| | Sondeos Usansolo | | Sondeos P.C. Encauzamiento Nervión-Ibaizabal Tramo Basauri-Galdakao | | Depósitos residuales |
| | Penetrómetros Usansolo | | Penetrómetros P.C. Encauzamiento Nervión-Ibaizabal Tramo Basauri-Galdakao | | Margas y margocalizas. Tramos de calcarenitas |
| | Calicatas Usansolo | | Sondeos Alta velocidad | | Lutitas calcáreas negras. Pasadas de areniscas |
| | Sondeos Rotonda Guturribai | | Sondeos Rotonda Erietxe | | Alternancia de areniscas silíceas y lutitas |
| | Calicatas Rotonda Guturribai | | Sondeos E.G.Viviendas y pabellones en la UE-UB-2 de Galdakao | | Depósitos aluviales y aluvio-coluviales |
| | Sondeos Ampliación autopista A-8 | | Sondeos Autopista entrada nº1a34 Bilbao | | Contacto discordante |
| | Sondeos Urbanización del ambito CO-ZU-3 en Galdakao | | Europista 1969 ETR89 | | Contacto concordante supuesto |
| | Sondeos Acceso Galdakao | | Estación geomecánica | | Falla |

P:\Proyectos\Vivos\1\X0000396\X0000396\000000000002\02_Vigentes\01_Proyecto_Trazado_BEN-GUT\Documento_Nº2_Planos\ANEJOS\XX GEOLOGIA\2011\01-03GEOLOG.dwg



Leyenda

- | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| | Sondeo Campaña propuesta bicipista ibaizabal (2025) | | Sondeos P.C. Línea 5 | | Areniscas silíceas con escasos niveles de lutitas |
| | Sondeos Usansolo | | Sondeos P.C. Encastamiento Nervión-Ibaizabal Tramo Basauri-Galdakao | | Depósitos residuales |
| | Penetrómetros Usansolo | | Penetrómetros P.C. Encastamiento Nervión-Ibaizabal Tramo Basauri-Galdakao | | Margas y margocalizas. Tramos de calcarenitas |
| | Calicatas Usansolo | | Sondeos Alta velocidad | | Lutitas calcáreas negras. Pasadas de areniscas |
| | Sondeos Rotonda Guturribai | | Sondeos Rotonda Erletxe | | Alternancia de areniscas silíceas y lutitas |
| | Calicatas Rotonda Guturribai | | Sondeos E.G. Viviendas y pabellones en la UE-UB-2 de Galdakao | | Depósitos aluviales y aluvio-coluviales |
| | Sondeos Ampliación autopista A-8 | | Sondeos Autopista entrada nº1 a34 Bilbao | | Contacto discordante |
| | Sondeos Urbanización del ámbito CO-ZU-3 en Galdakao | | Europista 1969 ETR89 | | Contacto concordante supuesto |
| | Sondeos Acceso Galdakao | | Estación geomecánica | | Falla |

APÉNDICE N°2.2

Registro de sondeos

ENSAYO...PD-8

Equipo utilizado... DPM (DL030 10) (Medium)
Ensayo realizado el 20/12/2004
Profundidad ensayo 7,50 mt
Nivel freático

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción del penetrómetro Chi	Res. dinámica reducida (Kg/cm²)	Res. dinámica (Kg/cm²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	2	0,857	5,72	6,68	0,29	0,33
0,20	2	0,855	5,71	6,68	0,29	0,33
0,30	2	0,853	5,70	6,68	0,28	0,33
0,40	3	0,851	8,52	10,02	0,43	0,50
0,50	3	0,849	8,50	10,02	0,43	0,50
0,60	3	0,847	8,49	10,02	0,42	0,50
0,70	2	0,845	5,64	6,68	0,28	0,33
0,80	3	0,843	8,45	10,02	0,42	0,50
0,90	3	0,842	8,00	9,51	0,40	0,48
1,00	2	0,840	5,32	6,34	0,27	0,32
1,10	2	0,838	5,31	6,34	0,27	0,32
1,20	3	0,836	7,95	9,51	0,40	0,48
1,30	3	0,835	7,93	9,51	0,40	0,48
1,40	3	0,833	7,92	9,51	0,40	0,48
1,50	2	0,831	5,27	6,34	0,26	0,32
1,60	3	0,830	7,89	9,51	0,39	0,48
1,70	2	0,828	5,25	6,34	0,26	0,32
1,80	2	0,826	5,24	6,34	0,26	0,32
1,90	3	0,825	7,46	9,05	0,37	0,45
2,00	4	0,823	9,93	12,06	0,50	0,60
2,10	3	0,822	7,43	9,05	0,37	0,45
2,20	4	0,820	9,89	12,06	0,49	0,60
2,30	3	0,819	7,40	9,05	0,37	0,45
2,40	5	0,817	12,32	15,08	0,62	0,75
2,50	5	0,816	12,30	15,08	0,61	0,75
2,60	4	0,814	9,82	12,06	0,49	0,60
2,70	4	0,813	9,80	12,06	0,49	0,60
2,80	5	0,811	12,23	15,08	0,61	0,75
2,90	5	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	6	0,809	13,95	17,25	0,70	0,86
3,10	5	0,807	11,61	14,38	0,58	0,72
3,20	5	0,806	11,59	14,38	0,58	0,72
3,30	3	0,805	6,94	8,63	0,35	0,43
3,40	4	0,803	9,24	11,50	0,46	0,58
3,50	4	0,802	9,23	11,50	0,46	0,58
3,60	3	0,801	6,91	8,63	0,35	0,43
3,70	3	0,800	6,90	8,63	0,34	0,43
3,80	4	0,798	9,18	11,50	0,46	0,58
3,90	3	0,797	6,57	8,24	0,33	0,41
4,00	3	0,796	6,56	8,24	0,33	0,41
4,10	7	0,795	15,29	19,24	0,76	0,96
4,20	6	0,794	13,09	16,49	0,65	0,82
4,30	15	0,743	30,61	41,22	1,53	2,06
4,40	10	0,791	21,75	27,48	1,09	1,37
4,50	18	0,740	36,62	49,47	1,83	2,47

4,60	18	0,739	36,57	49,47	1,83	2,47
4,70	16	0,738	32,46	43,97	1,62	2,20
4,80	16	0,737	32,41	43,97	1,62	2,20
4,90	8	0,786	16,55	21,05	0,83	1,05
5,00	9	0,785	18,59	23,68	0,93	1,18
5,10	19	0,734	36,70	50,00	1,84	2,50
5,20	22	0,683	39,54	57,89	1,98	2,89
5,30	18	0,732	34,67	47,37	1,73	2,37
5,40	30	0,681	53,77	78,95	2,69	3,95
5,50	50	0,580	76,33	131,58	3,82	6,58
5,60	12	0,779	24,60	31,58	1,23	1,58
5,70	8	0,778	16,38	21,05	0,82	1,05
5,80	12	0,777	24,55	31,58	1,23	1,58
5,90	18	0,726	33,01	45,44	1,65	2,27
6,00	20	0,725	36,63	50,49	1,83	2,52
6,10	14	0,725	25,61	35,34	1,28	1,77
6,20	21	0,674	35,72	53,02	1,79	2,65
6,30	34	0,623	53,46	85,83	2,67	4,29
6,40	12	0,772	23,39	30,29	1,17	1,51
6,50	15	0,721	27,31	37,87	1,37	1,89
6,60	18	0,720	32,73	45,44	1,64	2,27
6,70	23	0,670	38,88	58,06	1,94	2,90
6,80	42	0,569	60,30	106,03	3,02	5,30
6,90	41	0,568	56,49	99,46	2,82	4,97
7,00	34	0,617	50,90	82,48	2,55	4,12
7,10	26	0,666	42,03	63,07	2,10	3,15
7,20	28	0,666	45,21	67,92	2,26	3,40
7,30	34	0,615	50,72	82,48	2,54	4,12
7,40	12	0,764	22,24	29,11	1,11	1,46
7,50	100	0,563	136,68	242,59	6,83	12,13

ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO PD-8

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico Saturado (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo G (Kg/cm²)
1	4,0	2,53	Cohesivo	1,60	1,86	--	0,16	11,61	25,30	--	--
2	7,5	17,09	Sin cohesión	1,93	1,96	32,79	--	62,57	160,45	0,32	936,89

Penetrómetro PD-8

FOTO DE SITUACION
Interceptor Nervión-Ibaizabal
Tramos: Plazakoetxe-El Gallo, El Gallo-Usansolo

ENSAYO...PD-9

Equipo utilizado...
Ensayo realizado el
Profundidad ensayo
Nivel freático

DPM (DL030 10) (Medium)
23/12/2004
7,50 mt

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción del penetrómetro Chi	Res. dinámica reducida (Kg/cm²)	Res. dinámica (Kg/cm²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	1	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	2	0,855	5,71	6,68	0,29	0,33
0,30	2	0,853	5,70	6,68	0,28	0,33
0,40	3	0,851	8,52	10,02	0,43	0,50
0,50	2	0,849	5,67	6,68	0,28	0,33
0,60	3	0,847	8,49	10,02	0,42	0,50
0,70	2	0,845	5,64	6,68	0,28	0,33
0,80	2	0,843	5,63	6,68	0,28	0,33
0,90	3	0,842	8,00	9,51	0,40	0,48
1,00	3	0,840	7,98	9,51	0,40	0,48
1,10	3	0,838	7,97	9,51	0,40	0,48
1,20	2	0,836	5,30	6,34	0,27	0,32
1,30	3	0,835	7,93	9,51	0,40	0,48
1,40	2	0,833	5,28	6,34	0,26	0,32
1,50	2	0,831	5,27	6,34	0,26	0,32
1,60	2	0,830	5,26	6,34	0,26	0,32
1,70	2	0,828	5,25	6,34	0,26	0,32
1,80	2	0,826	5,24	6,34	0,26	0,32
1,90	2	0,825	4,97	6,03	0,25	0,30
2,00	2	0,823	4,96	6,03	0,25	0,30
2,10	2	0,822	4,95	6,03	0,25	0,30
2,20	2	0,820	4,95	6,03	0,25	0,30
2,30	2	0,819	4,94	6,03	0,25	0,30
2,40	2	0,817	4,93	6,03	0,25	0,30
2,50	3	0,816	7,38	9,05	0,37	0,45
2,60	5	0,814	12,28	15,08	0,61	0,75
2,70	5	0,813	12,25	15,08	0,61	0,75
2,80	4	0,811	9,79	12,06	0,49	0,60
2,90	5	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	6	0,809	13,95	17,25	0,70	0,86
3,10	7	0,807	16,25	20,13	0,81	1,01
3,20	8	0,806	18,54	23,00	0,93	1,15
3,30	9	0,805	20,82	25,88	1,04	1,29
3,40	6	0,803	13,86	17,25	0,69	0,86
3,50	9	0,802	20,76	25,88	1,04	1,29
3,60	9	0,801	20,73	25,88	1,04	1,29
3,70	8	0,800	18,39	23,00	0,92	1,15
3,80	8	0,798	18,37	23,00	0,92	1,15
3,90	10	0,797	21,91	27,48	1,10	1,37
4,00	10	0,796	21,88	27,48	1,09	1,37
4,10	11	0,795	24,03	30,23	1,20	1,51
4,20	9	0,794	19,63	24,73	0,98	1,24
4,30	7	0,793	15,25	19,24	0,76	0,96
4,40	7	0,791	15,22	19,24	0,76	0,96
4,50	8	0,790	17,38	21,98	0,87	1,10

4,60	7	0,789	15,18	19,24	0,76	0,96
4,70	8	0,788	17,33	21,98	0,87	1,10
4,80	5	0,787	10,82	13,74	0,54	0,69
4,90	4	0,786	8,27	10,53	0,41	0,53
5,00	4	0,785	8,26	10,53	0,41	0,53
5,10	3	0,784	6,19	7,89	0,31	0,39
5,20	2	0,783	4,12	5,26	0,21	0,26
5,30	2	0,782	4,12	5,26	0,21	0,26
5,40	1	0,781	2,06	2,63	0,10	0,13
5,50	4	0,780	8,21	10,53	0,41	0,53
5,60	35	0,629	57,95	92,11	2,90	4,61
5,70	45	0,578	68,47	118,42	3,42	5,92
5,80	36	0,627	59,43	94,74	2,97	4,74
5,90	23	0,676	39,27	58,06	1,96	2,90
6,00	55	0,575	79,90	138,85	4,00	6,94
6,10	45	0,575	65,28	113,60	3,26	5,68
6,20	23	0,674	39,12	58,06	1,96	2,90
6,30	26	0,673	44,17	65,64	2,21	3,28
6,40	28	0,672	47,50	70,69	2,38	3,53
6,50	33	0,621	51,75	83,31	2,59	4,17
6,60	40	0,570	57,60	100,98	2,88	5,05
6,70	44	0,570	63,26	111,08	3,16	5,55
6,80	45	0,569	64,61	113,60	3,23	5,68
6,90	46	0,568	63,38	111,59	3,17	5,58
7,00	48	0,567	66,04	116,44	3,30	5,82
7,10	50	0,566	68,70	121,29	3,44	6,06
7,20	55	0,566	75,47	133,42	3,77	6,67
7,30	60	0,565	82,22	145,55	4,11	7,28
7,40	65	0,564	88,96	157,68	4,45	7,88
7,50	70	0,563	95,68	169,81	4,78	8,49

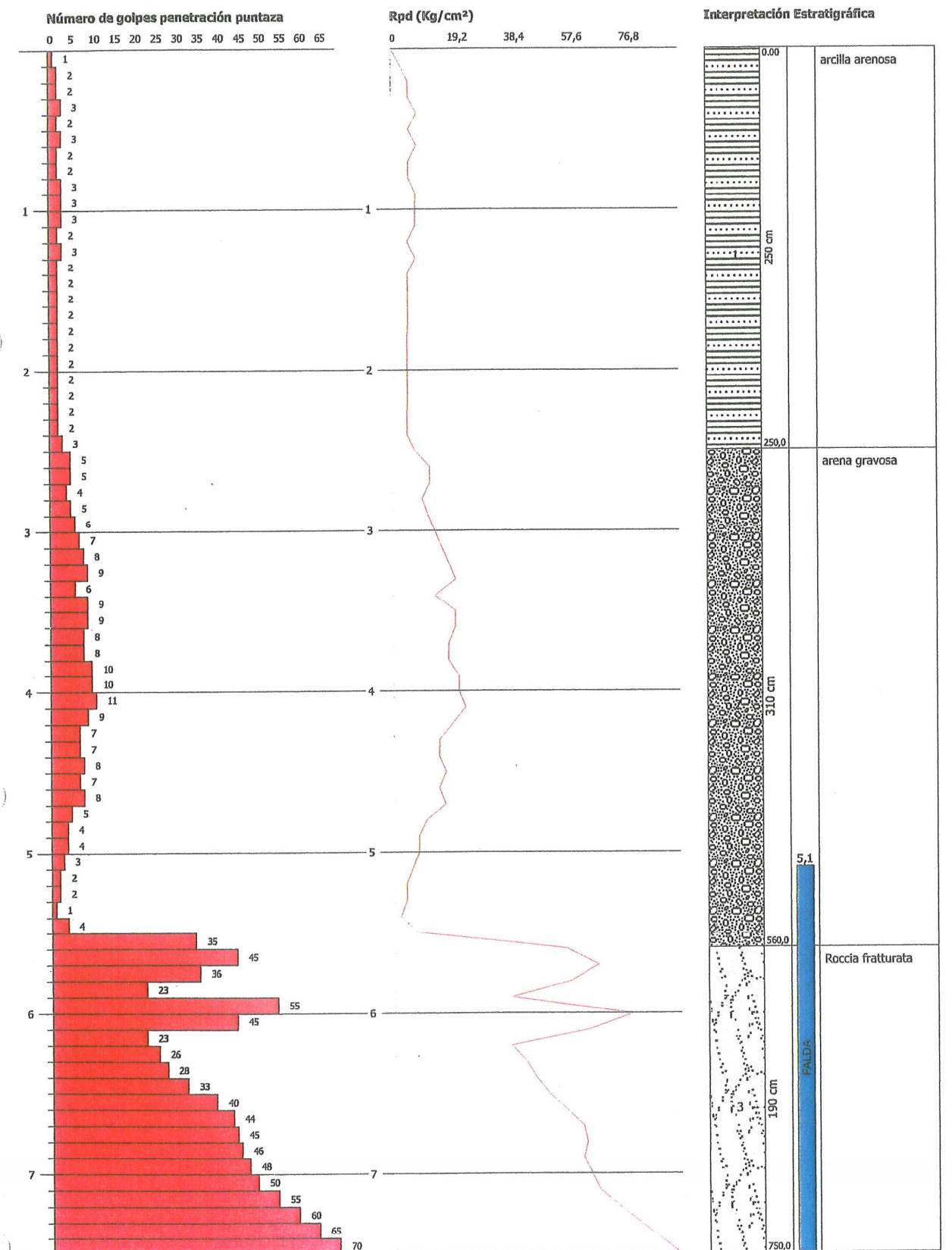
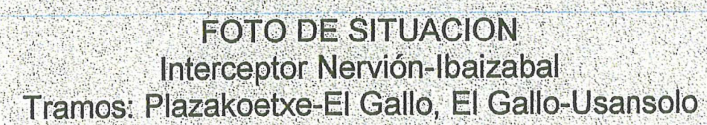
ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO PD-9

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico Saturado (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo G (Kg/cm²)
1	2,5	1,70	Cohesivo	1,54	1,85	--	0,11	7,80	17,00	--	--
2	5,6	5,55	Sin cohesión	1,56	1,89	29,55	--	38,86	----	0,34	325,50
3	7,5	33,52	Cohesivo	2,24	2,49	--	2,26	153,79	335,20	--	--



ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO PD-9
Equipo utilizado... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMA NÚMERO DE GOLPES PUNTAZA-Rpd

Escala 1:35



ENSAYO...PD-10

Equipo utilizado... DPM (DL030 10) (Medium)
Ensayo realizado el 23/12/2004
Profundidad ensayo 6,30 mt
Nivel freático

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción del penetrómetro Chi	Res. dinámica reducida (Kg/cm²)	Res. dinámica (Kg/cm²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	4	0,857	11,44	13,36	0,57	0,67
0,20	11	0,855	31,39	36,73	1,57	1,84
0,30	7	0,853	19,93	23,38	1,00	1,17
0,40	8	0,851	22,73	26,72	1,14	1,34
0,50	6	0,849	17,01	20,04	0,85	1,00
0,60	7	0,847	19,80	23,38	0,99	1,17
0,70	7	0,845	19,76	23,38	0,99	1,17
0,80	2	0,843	5,63	6,68	0,28	0,33
0,90	2	0,842	5,33	6,34	0,27	0,32
1,00	4	0,840	10,64	12,68	0,53	0,63
1,10	5	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	4	0,836	10,60	12,68	0,53	0,63
1,30	3	0,835	7,93	9,51	0,40	0,48
1,40	4	0,833	10,56	12,68	0,53	0,63
1,50	4	0,831	10,54	12,68	0,53	0,63
1,60	5	0,830	13,14	15,85	0,66	0,79
1,70	3	0,828	7,87	9,51	0,39	0,48
1,80	4	0,826	10,47	12,68	0,52	0,63
1,90	3	0,825	7,46	9,05	0,37	0,45
2,00	3	0,823	7,45	9,05	0,37	0,45
2,10	4	0,822	9,91	12,06	0,50	0,60
2,20	5	0,820	12,36	15,08	0,62	0,75
2,30	5	0,819	12,34	15,08	0,62	0,75
2,40	7	0,817	17,25	21,11	0,86	1,06
2,50	7	0,816	17,22	21,11	0,86	1,06
2,60	8	0,814	19,64	24,12	0,98	1,21
2,70	7	0,813	17,16	21,11	0,86	1,06
2,80	5	0,811	12,23	15,08	0,61	0,75
2,90	3	0,810	6,99	8,63	0,35	0,43
3,00	3	0,809	6,98	8,63	0,35	0,43
3,10	4	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	3	0,806	6,95	8,63	0,35	0,43
3,30	4	0,805	9,26	11,50	0,46	0,58
3,40	4	0,803	9,24	11,50	0,46	0,58
3,50	6	0,802	13,84	17,25	0,69	0,86
3,60	4	0,801	9,21	11,50	0,46	0,58
3,70	4	0,800	9,20	11,50	0,46	0,58
3,80	4	0,798	9,18	11,50	0,46	0,58
3,90	2	0,797	4,38	5,50	0,22	0,27
4,00	8	0,796	17,50	21,98	0,88	1,10
4,10	10	0,795	21,84	27,48	1,09	1,37
4,20	5	0,794	10,91	13,74	0,55	0,69
4,30	5	0,793	10,89	13,74	0,54	0,69
4,40	8	0,791	17,40	21,98	0,87	1,10
4,50	50	0,590	81,11	137,40	4,06	6,87

4,60	45	0,589	72,87	123,66	3,64	6,18
4,70	23	0,688	43,50	63,21	2,17	3,16
4,80	26	0,687	49,09	71,45	2,45	3,57
4,90	37	0,636	61,93	97,37	3,10	4,87
5,00	12	0,785	24,79	31,58	1,24	1,58
5,10	15	0,734	28,97	39,47	1,45	1,97
5,20	36	0,633	59,97	94,74	3,00	4,74
5,30	45	0,582	68,92	118,42	3,45	5,92
5,40	50	0,581	76,45	131,58	3,82	6,58
5,50	36	0,630	59,69	94,74	2,98	4,74
5,60	34	0,629	56,29	89,47	2,81	4,47
5,70	36	0,628	59,51	94,74	2,98	4,74
5,80	35	0,627	57,78	92,11	2,89	4,61
5,90	38	0,626	60,09	95,93	3,00	4,80
6,00	45	0,575	65,38	113,60	3,27	5,68
6,10	48	0,575	69,63	121,18	3,48	6,06
6,20	59	0,574	85,45	148,95	4,27	7,45
6,30	75	0,573	108,47	189,34	5,42	9,47

ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO PD-10

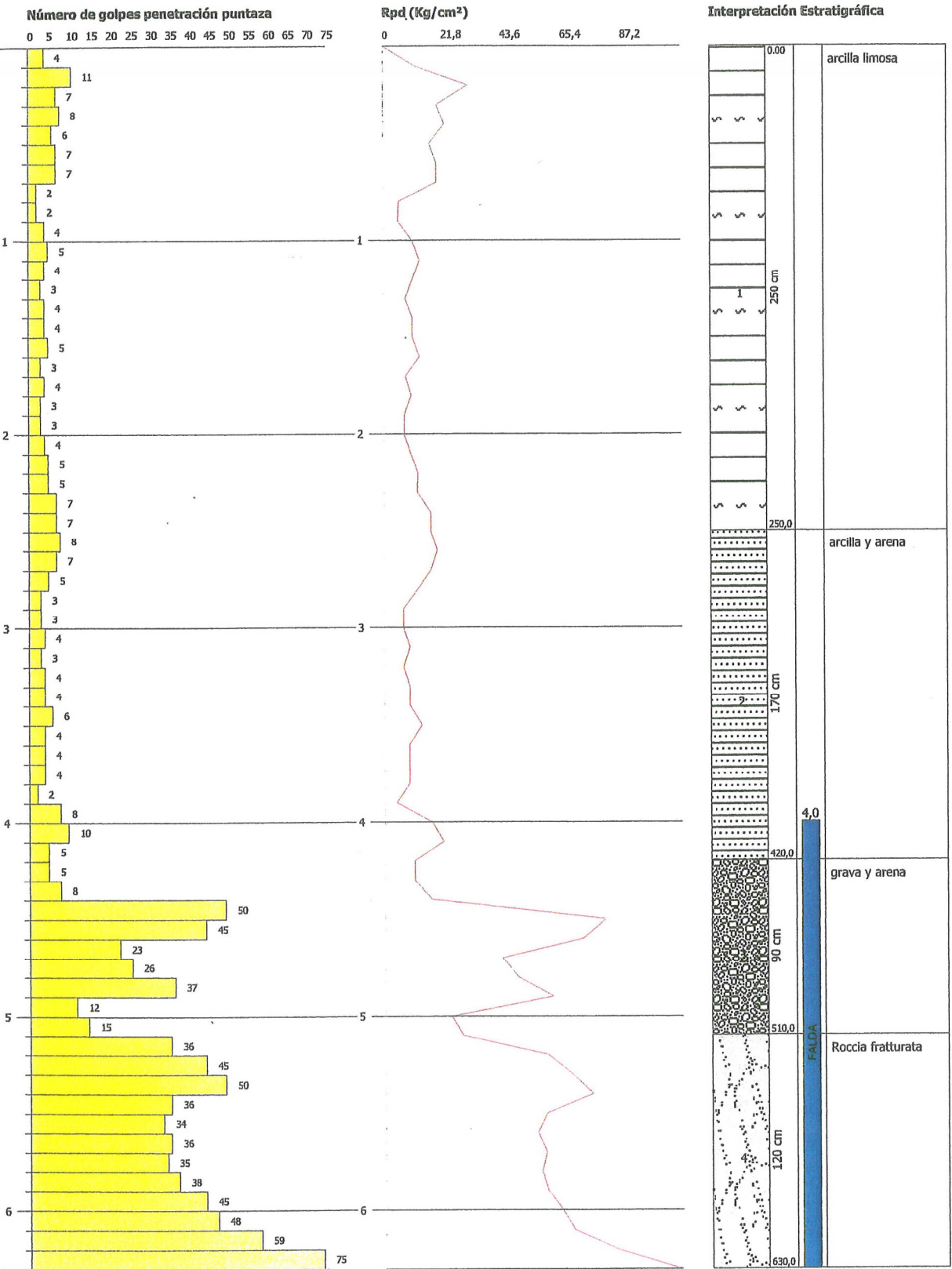
Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico Saturado (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo G (Kg/cm²)
1	2,5	3,77	Cohesivo	1,69	1,87	--	0,24	17,30	37,70	--	--
2	4,2	3,76	Cohesivo	1,68	1,87	--	0,24	17,25	37,60	--	--
3	5,1	18,69	Sin cohesión	1,93	1,96	32,72	--	62,06	159,23	0,32	924,26
4	6,3	34,05	Cohesivo	2,25	2,51	--	2,30	156,22	340,50	--	--

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO PD-10
Equipo utilizado... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMA NÚMERO DE GOLPES PUNTAZA-Rpd

Ciente : CONSORCIO DE AGUAS: SIALKA-AUDING
Obra : INTERCEPTOR IBAIZABAL. TRAMO PLAZAKOETXE - USANSOLO
Localidad : USANSOLO (Galdakao)

Fecha :23/12/2004

Escala 1:30



Penetrómetro PD-10

FOTO DE SITUACION
Interceptor Nervión-Ibaizabal
Tramos: Plazakoetxe-El Gallo, El Gallo-Usansolo



SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN

SOLICITANTE: SAEMA

OBRA: E. G. PARA VIVIENDAS Y PABELLONES EN LA UE-UB-2 DE GALDACANO

LOCALIZACIÓN: SONDEO S-1

FECHA DE REALIZACIÓN: 30 / 10 / 08

COTA (m.)	CORTE GEOLOGICO	COTAS PARCIA- LES	NIVEL FREATI- CO	NATURALEZA DEL TERRENO	(I) M. INALTERADA (A) ALTERADA (P) T. PARAFINADO	S.P.T. Mazo de 63.5 kg Altura de caída 75 cm		FRACTURAS Nº/25 CM				BUZAMIENTO	RUGOSIDAD	ALTERACIÓN	RELLENO	% RECUPERACIÓN	R.Q.D. %	COTAS
					PROFUNDIDAD (m) SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	GOSES PARA PENETR 15 CM Y N (S.P.T.)	1	4	16	64							
0.00				De 0.00 a 4.50 m, Aluvial fino: arcillas limosas beiges con parches anaranjados. Presenta pasadas e intercalaciones arenosas dispersas. Consistencia firme y plasticidad media. Presenta restos vegetales dispersos. A techo, presentan un horizonte organico poco desarrollado y alguna gravilla dispersa.	(I)	-2.00										100%		-1.20
						-2.60										100%		-2.00
						-2.60										67%		-2.60
																		-3.20
																100%		-3.60
-4.50		1.00		De 4.50 a 9.00 m, substrato rocoso: hasta 7.60 m, marga arcillosa de aspecto pizarroso. Presenta resistencia muy baja y alteracion de grado III-IV. Se recupera muy fracturada. Buzamiento de 72 grados.	(P)	-4.80								III-IV		95%		-4.80
						-5.05										83%	29%	-6.60
																100%	0%	-6.00
-7.60		3.10		A partir de 7.60 m, margocaliza de tonos negruzcos, de baja resistencia y alteracion de grado II-III.										II-III		66%	29%	-7.80
-9.00		1.40			(P)	-8.45										100%	100%	-9.00
						-8.65												

[illegible]



SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN

SOLICITANTE:SAEMA

OBRA:E. G. PARA VIVIENDAS Y PABELLONES EN LA UE-UB-2 DE GALDACANO

LOCALIZACIÓN:SONDEO S-2

FECHA DE REALIZACIÓN:29-30 / 10 / 08

COTA (m.)	CORTE GEOLOGICO	COTAS PARCIA- LES	NIVEL FREATI- CO	NATURALEZA DEL TERRENO	(I) M. INALTERADA (A) ALTERADA (P) T. PARAFINADO		S.P.T. Mazo de 63.5 kg Altura de cada 75 cm		FRACTURAS Nº/25 CM				BUZAMIENTO	RUGOSIDAD	ALTERACIÓN	RELLENO	% RECUPERACIÓN	R.Q.D. %	COTAS	
					PROFUNDIDAD (m) SOPRO	PROFUNDIDAD (m)	GOSES PARA PENETRAR 15 CM Y N (S.P.T.)	1	4	16	64									
0.00				De 0.00 a 0.40 m, horizonte organico arcillo limoso marron oscuro con raices dispersas. De 0.40 a 4.80 m, Aluvial fino: arcillas limosas beiges y anaranjadas de consistencia y plasticidad media. Presenta restos vegetales dispersos a techo. De 2.40 a 4.40 m, presenta una intercalacion limoarenosa con alguna pasada arcillosa.		-1.80											89%		-1.80	
-0.40		0.40				-2.40												67%		-2.40
						-2.40												100%		-3.00
																		75%		-3.60
-4.80		4.40		De 4.80 a 5.40 m, arcillas limosas grises con relictos de marga. Baja plasticidad. De 5.40 a 10.00 m, substrato rocoso: margocaliza algo arenosa, negra, de baja resistencia y alteracion de grado II-III, excepto el primer metro que se recupera muy fracturado. Presenta nodulos de caliza micritica de resistencia dura. Buzamiento en torno a los 74 grados.		-7.40														
-5.40		0.60				-7.80														
						-8.65														
						-9.00														
-10.00																				



SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN

SOLICITANTE:SAEMA

OBRA:E. G. PARA VIVIENDAS Y PABELLONES EN LA UE-UB-2 DE GALDACANO

LOCALIZACIÓN:SONDEO S-3

FECHA DE REALIZACIÓN:30-31 / 10 / 08

COTA (m.)	CORTE GEOLOGICO	COTAS PARCIA- LES	NIVEL FREATI- CO	NATURALEZA DEL TERRENO	(I) M. INALTERADA (A) ALTERADA (P) T. PARAFINADO		S.P.T. Maza de 63.5 Kg Altura de caído 75 cm		FRACTURAS Nº/25 CM				BUZAMIENTO	RUGOSIDAD	ALTERACIÓN	RELLENO	% RECUPERACIÓN	R.Q.D. %	COTAS
					PROFUNDIDAD (m) GOFRE	PROFUNDIDAD (m)	GOSES PARA PENETRAR 15 CM Y N (S.P.T.)	1	4	16	64								
0.00																			
-0.30		0.30		De 0.00 a 0.30 m, suelo organico limoarcilloso marron oscuro con raices.													100%		-0.60
-1.20		0.90		De 0.30 a 1.20 m, aluvial fino limoso de tonos anaranjados, algo arcilloso a techo. Engloban alguna grava cuarcitica subredondeada.													10%		-1.20
-1.80		0.60		De 1.20 a 1.80 m, aluvial grueso: gravas subangulosas a subredondeadas de cuarcita y arenisca en una matriz limo-arcillosa color pardo-anaranjada.															
				De 1.80 a 3.40 m, limos pardo-grisaceos con intercalaciones limoliticas de resistencia muy baja. Se trata de roca alterada en grado IV-V.													67%		-3.00
-3.40		1.60		De 3.40 a 15.00 m, substrato rocoso: margas arcillosas de resistencia muy blanda meteorizadas en grado III, con pasadas e intercalaciones centimetricas de arenisca, en general gris mas claro. Estas intercalaciones aumentan a partir de 8.40 m. Resistencia muy baja. Alteracion de grado III-IV hasta los 9.00 m y III, el resto. Se recupera muy fracturado. Buzamiento de 64 grados.													67%		-4.20
																	83%	22%	-6.00
																	83%	13%	-7.20
																	67%	0%	-8.40
																	67%	20%	-9.00
																	85%	38%	-10.20
																	100%	43%	-11.40
																	100%	25%	-12.00
																	100%	17%	-12.60
																	100%	0%	-13.80
																	100%	25%	-15.00
-15.00		11.60																	



Sondeo SM-12

FOTO DE EMPLAZAMIENTO

Estudio Geotécnico para el Colector de Saneamiento del Ibaizabal. Tramo: Plazakoetxe-Usansolo.



SM-12 de 0.00-15.00 m.

FOTO DE TESTIFICACION

Estudio Geotécnico para el Colector del Ibaizabal. Tramo: Plazakoetxe-Usansolo.

SONDEO	FOLIO
SM-12	1
El geólogo A. Aizpiri	

[illegible]



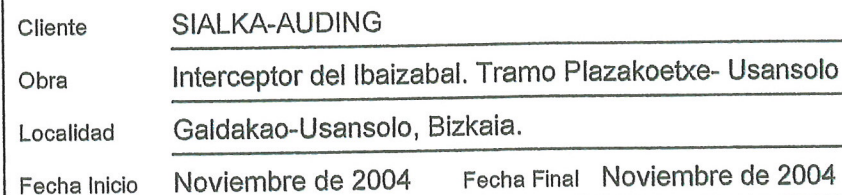
Sondeo SM-13

FOTO DE EMPLAZAMIENTO
Estudio Geotécnico para el Colector de Saneamiento del Ibaizabal. Tramo:
Plazakoetxe-Usansolo.



S-13 de 0.00-15.00 m.

FOTO DE TESTIFICACION
Estudio Geotécnico para el Colector del Ibaizabal. Tramo: Plazakoetxe-
Usansolo.



SM-13 1

El geólogo
A. Aizpiri

[illegible]

3M-16.dwg 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ REVISION:

5M-16.dwg 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ
REVISION:

5M-16.dwg
REVISION: 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ

3M-16.dwg 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ REVISION:



SITUACION SM-16



SM-16 C-1 PROFUNDIDAD: 0.00-1.80 m



SM-16 C-2 PROFUNDIDAD: 1.80-5.40 m



SM-16 C-3 PROFUNDIDAD: 5.40-7.80 m



SM-16 C-4 PROFUNDIDAD: 7.80-10.20 m



SM-16 C-5 PROFUNDIDAD: 10.20-12.60 m



SM-16 C-6 PROFUNDIDAD: 12.60-14.70 m



SM-16 C-7 PROFUNDIDAD: 14.70-16.75 m



SM-16 C-8 PROFUNDIDAD: 16.75-17.25 m



SM-16 C-9 PROFUNDIDAD: 18.95-21.10 m



SM-16 C-10 PROFUNDIDAD: 21.10-23.25 m



SM-16 C-11 PROFUNDIDAD: 23.25-25.35 m



SM-16 C-12 PROFUNDIDAD: 25.35-27.40 m



SM-16 C-13 PROFUNDIDAD: 27.40-29.65 m



SM-16 C-14 PROFUNDIDAD: 29.65-31.60 m



SM-16 C-15 PROFUNDIDAD: 31.60-33.65 m



SM-16 C-16 PROFUNDIDAD: 33.65-35.90 m



SM-16 C-17 PROFUNDIDAD: 35.90-37.90 m



SM-16 C-18 PROFUNDIDAD: 37.90-40.35 m



SM-16 C-19 PROFUNDIDAD: 40.35-42.45 m



SM-16 C-20 PROFUNDIDAD: 42.45-44.45 m



SM-16 C-21 PROFUNDIDAD: 44.45-46.55 m



SM-16 C-22 PROFUNDIDAD: 46.55-48.60 m



SM-16 C-23 PROFUNDIDAD: 48.60-50.65 m



SM-16 C-24 PROFUNDIDAD: 50.65-52.70 m



SM-16 C-25 PROFUNDIDAD: 52.70-55.00 m

SM-16 TAPA DEL SONDEO

5M-17.dwg
REVISION: 0 FECHA: 24/11/2011 MODIFICACION: 0 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ

3M-17.dwg 0 FECHA: 24/11/2011 MODIFICACION: 0 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ
REVISION: 0

5M-17.dwg
REVISION: 0 FECHA: 24/11/2011 MODIFICACION: 0 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ



SITUACION SM-17



SM-17 C-1 PROFUNDIDAD: 0.00-1.80 m



SM-17 C-2 PROFUNDIDAD: 1.80-4.15 m



SM-17 C-3 PROFUNDIDAD: 5.40-7.80 m



SM-17 C-4 PROFUNDIDAD: 7.80-10.20 m



SM-17 C-5 PROFUNDIDAD: 10.20-12.60 m



SM-17 C-6 PROFUNDIDAD: 11.30-13.45 m



SM-17 C-7 PROFUNDIDAD: 13.45-15.75 m



SM-17 C-8 PROFUNDIDAD: 15.75-18.00 m



SM-17 C-9 PROFUNDIDAD: 18.00-20.40 m



SM-17 C-10 PROFUNDIDAD: 20.40-22.55 m



SM-17 C-11 PROFUNDIDAD: 23.25-25.35 m



SM-17 C-12 PROFUNDIDAD: 24.80-26.90 m



SM-17 C-13 PROFUNDIDAD: 26.90-28.90 m



SM-17 C-14 PROFUNDIDAD: 29.65-31.60 m



SM-17 C-15 PROFUNDIDAD: 31.05-33.15 m



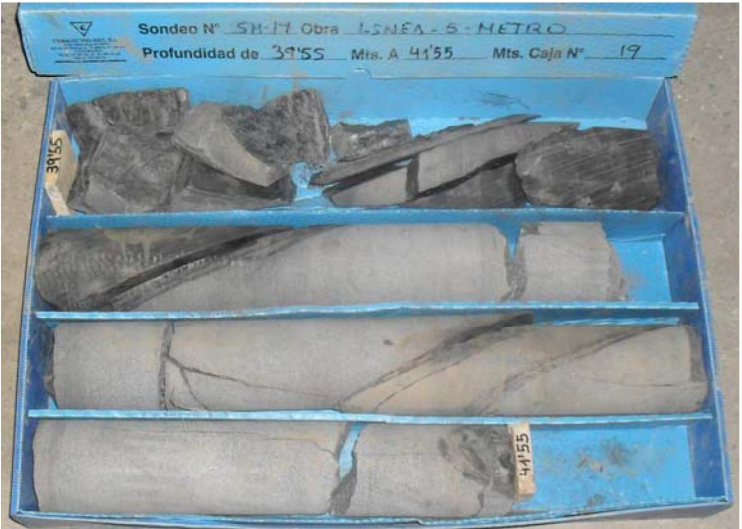
SM-17 C-16 PROFUNDIDAD: 33.15-35.10 m



SM-17 C-17 PROFUNDIDAD: 35.10-37.40 m



SM-17 C-18 PROFUNDIDAD: 37.40-39.55 m



SM-17 C-19 PROFUNDIDAD: 39.55-41.55 m



SM-17 C-20 PROFUNDIDAD: 42.45-44.45 m



SM-17 C-21 PROFUNDIDAD: 43.65-45.90 m



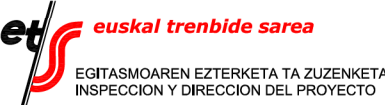
SM-17 C-22 PROFUNDIDAD: 45.90-48.10 m



SM-17 C-23 PROFUNDIDAD: 48.60-50.65 m



SM-17 C-24 PROFUNDIDAD: 50.15-51.20 m

COORDENADAS	X:511.986,526			SONDA TIPO: CIBELES C-60										OBSERVACIONES:						 EGITASMOAREN EZTERKETA TA ZUZENKETA INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO			OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO TRAMO: APERRIBAI - GALDAKAO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Y:4.786.814,767			EMPRESA DE SONDEOS: EPTISA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Z:63,00			TÉCNICO RESPONSABLE: JAVI GARCIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				SONDISTA: JUAN GONZALEZ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ENSAYO PERMEABILIDAD	PRESIOMETRO DILATOMETRO	MANIOBRAS	RECUPERACION (%)	METEORIZACION		FRACTURAS (Nº/30cm.)		R.Q.D.		PROFUNDIDAD(m.)	TIPO MUESTRA	ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60cm.	Ø PERFORACION (mm.)	Ø PROFUNDIDAD ENTUBACION	TIPO DE CORONA	TIPO BATERIA	NIVEL FREATICO	COLUMNA LITOLOGICA	METODO DE PERFORACION:	CLAVE: 14-0630-11	REFERENCIA: EP-113041-00	DIBUJADO: Y.R.D	COTEJO:	INICIO: 12/06/2012 FINAL: 20/06/2012	SONDEO: SM-18	HOJA: 2 de 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
																			DESCRIPCION				COTAS	ESTRUCTURA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																				So	Junta J1	Junta J2	Junta J3	APERTURA (mm)	RUGOSIDAD	RELLENO	GRADO DE ALTERACION	ORIENTACIÓN DE J1, J2 ,J3 RESPECTO A So	OBSERV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
																			8.80-15.40	LUTITAS,	muy blandas de color negro, bastante meteorizadas, con juntas de espaciado muy cerrado rellenas de arcilla y de calidad muy mala.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																			15.40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

COORDENADAS

X:511.986,526

Y:4.786.814,767

Z:63,00

SONDA TIPO:

CIBELES C-60

EMPRESA DE SONDEOS: EPTISA

TÉCNICO RESPONSABLE: JAVI GARCIA

SONDISTA:

JUAN GONZALEZ

OBSERVACIONES:

eptisa

FUCRUM

et/s

euskal trenbide sarea

EGITASMOAREN EZTERKETA TA ZUZENKETA

INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

SOLICITANTE:

OBRA:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO

TRAMO: APERRIBAI - GALDAKAO

ENSAYO PERMEABILIDAD

PRESIOMETRO DILATOMETRO

MANIOBRAS

RECUPERACION (%)

METEORIZACION

FRACTURAS (Nº/30cm.)

R.Q.D.

PROFUNDIDAD(m.)

TIPO MUESTRA

ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60cm.

PERFORACION (mm.)

PROFUNDIDAD ENTUBACION

TIPO DE CORONA

TIPO BATERIA

NIVEL FREATICO

COLUMNA LITOLÓGICA

METODO DE PERFORACION:

CLAVE: 14-0630-11

REFERENCIA: EP-113041-00

DIBUJADO: Y.R.D

COTEJO:

INICIO: 12/06/2012

SONDEO: SM-18

HOJA: 3 de 6

DESCRIPCION

COTAS

ESTRUCTURA

Estratíf. So

Junta J1

Junta J2

Junta J3

APERTURA (mm)

RUGOSIDAD

RELLENO

GRADO DE ALTERACION

ORIENTACIÓN DE J1, J2, J3 RESPECTO A So

OBSERV.

30.00

LUG

35.00

90

100

1 2 3 4 5

1 4 16 64

80 60 40 20

24

29

34

27.50

28.00

31.65

32.10

T.P.

T.P.

24.90

25.00

25.30

26.50

28.10

29.50

70°

70°

20°

35°

30°

70°

10

1

1

1

< 1

< 1

VIII

V

V

VII

V

CALCITA

CALCITA

CALCITA

CALCITA

CALCITA

I

I

I

I

I

25.00-44.20

LUTITAS, con pasadas arenosas, blandas, de color gris-negro, sanas, con juntas de espaciado amplio rellenas de calcita y de calidad excelente.

SM-18.dwg

REVISION: 01 FECHA: 02/10/2012MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SBT COMPROBADO: IPJ

3M-18.dwg 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ

3M-18.dwg 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ

3M-18.dwg 01 FECHA: 02/10/2012 MODIFICACION: 04 DIBUJADO: SDP COMPROBADO: LPJ



SITUACION SM-18



SM-18 C-1 PROFUNDIDAD: 0.00-1.80 m



SM-18 C-2 PROFUNDIDAD: 1.80-4.20 m



SM-18 C-3 PROFUNDIDAD: 4.20-6.60 m



SM-18 C-4 PROFUNDIDAD: 6.60-10.50 m



SM-18 C-5 PROFUNDIDAD: 10.50-14.80 m



SM-18 C-6 PROFUNDIDAD: 14.80-17.20 m



SM-18 C-7 PROFUNDIDAD: 17.20-20.00 m



SM-18 C-8 PROFUNDIDAD: 20.00-22.40 m



SM-18 C-9 PROFUNDIDAD: 22.40-25.00 m



SM-18 C-10 PROFUNDIDAD: 25.00-27.40 m



SM-18 C-11 PROFUNDIDAD: 27.40-29.70 m



SM-18 C-12 PROFUNDIDAD: 29.70-32.10 m



SM-18 C-13 PROFUNDIDAD: 32.10-34.50 m



SM-18 C-14 PROFUNDIDAD: 34.50-36.60 m



SM-18 C-15 PROFUNDIDAD: 36.60-39.00 m



SM-18 C-16 PROFUNDIDAD: 39.00-41.30 m



SM-18 C-17 PROFUNDIDAD: 41.30-43.60 m



SM-17 C-18 PROFUNDIDAD: 37.40-39.55 m



SM-18 C-19 PROFUNDIDAD: 45.80-48.10 m



SM-18 C-20 PROFUNDIDAD: 48.10-50.10 m



SM-18 C-21 PROFUNDIDAD: 50.10-52.20 m



SM-18 C-22 PROFUNDIDAD: 52.50-54.90 m



SM-18 C-23 PROFUNDIDAD: 54.90-57.00 m



SM-18 C-24 PROFUNDIDAD: 57.00-59.10 m



SM-18 C-25 PROFUNDIDAD: 59.10-61.20 m



SM-18 C-26 PROFUNDIDAD: 61.20-63.50 m



SM-18 C-27 PROFUNDIDAD: 63.50-65.70 m

COORDENADAS	X:512.230,697						SONDA TIPO: ROLATEC RL-48L						OBSERVACIONES:						eptisaFUCRUM						SOLICITANTE: et/euskal trenbide sarea EGITASMOAREN EZTERKETA TA ZUZENKETA INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO						OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO TRAMO: APERRIBAI - GALDAKAO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Y:4.786.830,582						EMPRESA DE SONDEOS: TERRACONTROL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Z:43,21						TÉCNICO RESPONSABLE:LETICIA PEREZ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
						SONDISTA: ISAAC SANAHUJA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
ENSAYO PERMEABILIDAD	PRESIOMETRO DILATOMETRO	MANIOBRAS	RECUPERACION (%)	METEORIZACION	FRACTURAS (Nº/30cm.)	R.Q.D.	PROFUNDIDAD(m.)	TIPO MUESTRA	ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60cm.	PERFORACION (mm.)	PROFUNDIDAD ENTUBACION	TIPO DE CORONA	TIPO BATERIA	NIVEL FREATICO	COLUMNA LITOLOGICA	METODO DE PERFORACION:	CLAVE: 14-0630-11	REFERENCIA: EP-113041-00	DIBUJADO: J.I.G.T.	COTEJO:	INICIO: 13/10/2011	SONDEO: SM-19	HOJA: 1 de 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
																DESCRIPCION	COTAS	ESTRUCTURA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																		Estratíf. So	Junta J1	Junta J2	Junta J3	APERTURA (mm)	RUGOSIDAD	RELLENO	GRADO DE ALTERACION	ORIENTACIÓN DE J1, J2 ,J3 RESPECTO A So	OBSERV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
							0			116						0.00-0.20 RELLENOS. Solera de hormigón.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

3M-19.dwg
MODIFICACION: 0 DIBUJADO: JIGT COMPROBADO: LPJ
FECHA: 7/11/11
REVISION: 0

COORDENADAS

X:512.230,697

Y:4.786.830,582

Z:43,21

SONDA TIPO:

ROLATEC RL-48L

EMPRESA DE SONDEOS: TERRACONTROL

TÉCNICO RESPONSABLE: LETICIA PEREZ

SONDISTA: ISAAC SANAHUJA

OBSERVACIONES:

eptisa

FULCRUM

et/s

euskal trenbide sarea

EGITASMOAREN EZTERKETA TA ZUZENKETA

INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

SOLICITANTE:

OBRA:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO

TRAMO: APERRIBAI - GALDAKAO

ENSAYO PERMEABILIDAD

PRESIOMETRO DILATOMETRO

MANIOBRAS

RECUPERACION (%)

METEORIZACION

FRACTURAS (Nº/30cm.)

R.Q.D.

PROFUNDIDAD(m.)

TIPO MUESTRA

ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60cm.

PERFORACION (mm.)

PROFUNDIDAD ENTUBACION

TIPO DE CORONA

TIPO BATERIA

NIVEL FREATICO

COLUMNA LITOLÓGICA

24

25.20

25.80

29

29.70

29.95

34

TIPO MUESTRA

ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60cm.

PERFORACION (mm.)

PROFUNDIDAD ENTUBACION

TIPO DE CORONA

TIPO BATERIA

NIVEL FREATICO

COLUMNA LITOLÓGICA

METODO DE PERFORACION:

CLAVE: 14-0630-11

REFERENCIA: EP-113041-00

DESCRIPCION

COTAS

DIBUJADO: J.I.G.T.

COTEJO:

INICIO: 13/10/2011

SONDEO: SM-19

HOJA: 3 de 3

ESTRUCTURA

Estratíf. So

Junta J1

Junta J2

Junta J3

APERTURA (mm)

RUGOSIDAD

RELLENO

GRADO DE ALTERACION

ORIENTACIÓN DE J1, J2, J3 RESPECTO A So

OBSERV.

22.50-29.00

La roca se fractura en el contacto entre los clastos de caliza y la lutita.

10-20°

<1

IV

II

29.00-35.00

La roca se fractura en el contacto entre los clastos de caliza y la lutita.

10-20°

<1

V

II

29.00-35.00

La roca se fractura en el contacto entre los clastos de caliza y la lutita.

70-85°

<1-3

Cerradas VII

Calcita

II

SM-19.dwg

REVISION: 0

FECHA: 7/11/11

MODIFICACION: 0

DIBUJADO: JOT

COMPROBADO: UPJ



SM-19 C-9 PROFUNDIDAD: 19.20-21.60 m



SM-19 C-10 PROFUNDIDAD: 21.60-24.00 m



SM-19 C-11 PROFUNDIDAD: 24.00-26.40 m



SM-19 C-12 PROFUNDIDAD: 26.40-28.80 m



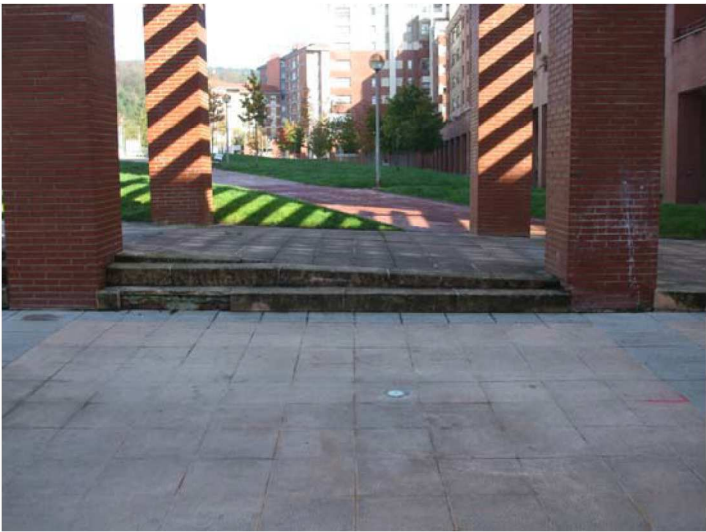
SM-19 C-13 PROFUNDIDAD: 28.80-31.20 m



SM-19 C-14 PROFUNDIDAD: 31.20-33.60 m



SM-19 C-15 PROFUNDIDAD: 33.60-35.00 m



SM-19 TAPA DE SONDEO

APÉNDICE N°2.3

Cálculos

Índice

1 Deslizamiento Planar	1
2 Deslizamiento cuña J2 / J3	2
3 Deslizamiento cuña J1 / J2	4
4 Toppling (Vuelco) E / J2	6

Proyecto de Trazado de la Biciista del
Ibaizabal (Línea 1).
Tramo: Bengoetxe – Guturribai

Apéndice nº2.3: Cálculos

i

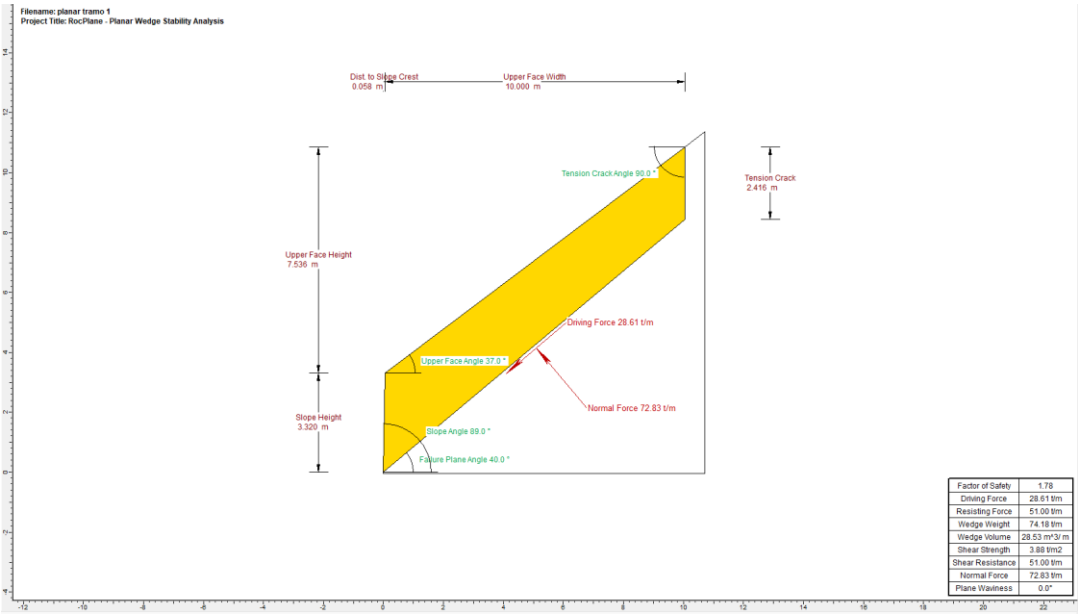
1 Deslizamiento Planar

RocPlane Analysis Information

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Project Summary

File Name planar tramo 1
Project Title RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis
Date Created 17/03/2025, 15:45:49



Analysis Results

Analysis Type - Deterministic

Normal Force 72.834 tonnes/m
Driving Force 28.6054 tonnes/m
Resisting Force 50.9989 tonnes/m
Factor of Safety 1.78284

Geometry

Slope Height 3.32 m
Wedge Weight 74.1812 tonnes/m
Wedge Volume 28.5312 m³/m
Wedge Height 3.32 m
Unit Weight 2.6 tonnes/m³
Slope Angle 89 °
Failure Plane Angle 40 °
Upper Face Angle 37 °
Bench Width Not Present
Waviness 0 °
Intersection Point (B) of slope and upper face (0.0579508 , 3.32)
Intersection point (C) of tension crack and upper face (10.058 , 10.8555)
Intersection point (D) of failure plane and tension crack (10.058 , 8.43962)
Slope length (Origin --> B) 3.32039 m

Tension Crack Length (C --> D) 2.41592 m
Failure Plane length (Origin --> D) 13.1297 m
Tension Crack Present
Tension Crack Angle 90 °
Distance From Crest 10 m
Tension Crack Length 2.41592 m

Strength
Shear Strength Model Mohr-Coulomb
Friction Angle 35 °
Cohesion 0 tonnes/m²
Shear Strength 3.88423 tonnes/m²
Shear Resistance 50.9989 tonnes/m

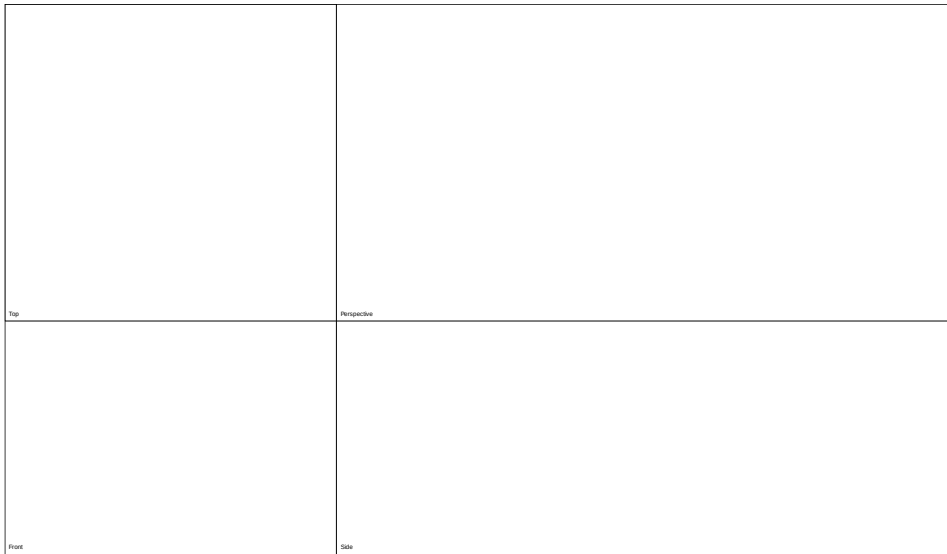
Pressure

Face Plunge [deg] Mode Pressure [tonnes/m²]
Slope Face 0.00 Active 7.50

Proyecto de Trazado de la Bicicista del Ibaizabal (Línea 1).
Tramo: Bengoetxe – Guturribai

Apéndice nº2.3: Cálculos

2 Deslizamiento cuña J2 / J3



Swedge Analysis Information

Document Name:

- cuña 1 muro 1

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 17/03/2025, 15:57:27

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Safety Factor: 1.8601
- Wedge height (on slope) [m]: 3.32
- Bench width (on upper face) [m]: 11.85
- Wedge volume [m³]: 66.772
- Wedge weight [tonnes]: 173.606
- Wedge area (joint1) [m²]: 21.07
- Wedge area (joint2) [m²]: 72.02
- Wedge area (slope) [m²]: 17.00
- Wedge area (upper face) [m²]: 63.80

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	75.19	146.98
Effective Normal stress [t/m²]	3.57	2.04
Shear Strength [t/m²]	2.50	1.43
Strength due to Waviness [t/m²]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 83.63
- Resisting force [tonnes]: 155.57

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
28.80	194.07	14.89

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.47	13.19
Joint 2	9.82	19.16

Persistence:

- Joint 1 [m]: 14.89
- Joint 2 [m]: 19.16

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	87.01	30.32
Joint 1 & Crest	73.22	109.11
Joint 2 & Crest	19.77	40.57

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	74.00	275.00
Joint Set 2	40.00	145.00
Slope	89.00	170.00
Upper Face	18.00	170.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 35.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 35.00

Slope Data:

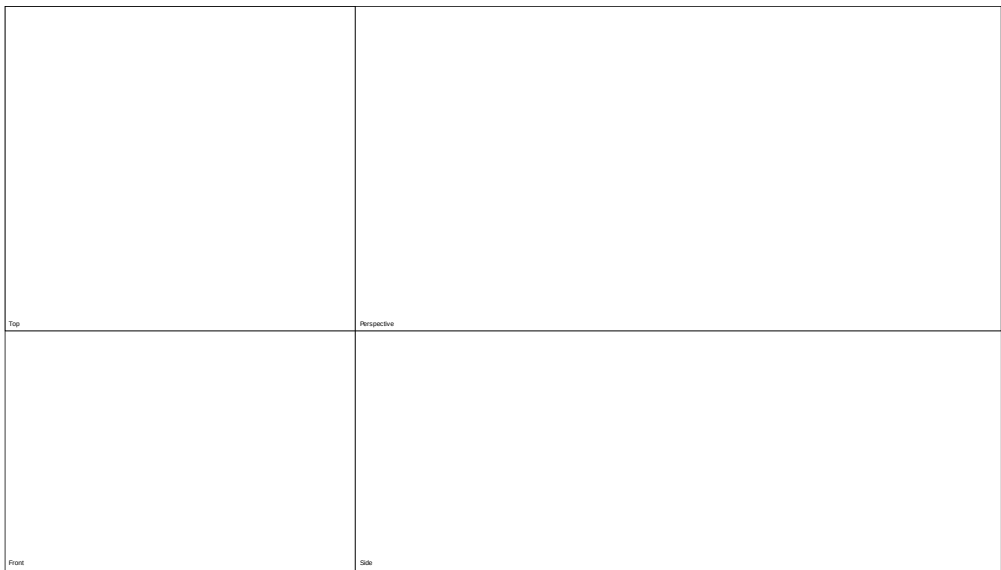
- Slope height [m]: 3.32
- Rock unit weight [t/m³]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.976	0.231	3.320
234	-9.108	-1.547	3.320
123	3.171	12.654	7.171

3 Deslizamiento cuña J1 / J2



Swedge Analysis Information

Document Name:

- cuña 2 muro 1

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 17/03/2025, 15:57:27

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Safety Factor: 1.5034
- Wedge height (on slope) [m]: 3.32
- Bench width (on upper face) [m]: 16.31
- Wedge volume [m³]: 74.377
- Wedge weight [tonnes]: 193.379
- Wedge area (joint1) [m²]: 27.80
- Wedge area (joint2) [m²]: 98.49
- Wedge area (slope) [m²]: 13.85
- Wedge area (upper face) [m²]: 82.03

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	31.79	200.42
Effective Normal stress [t/m ²]	1.14	2.03
Shear Strength [t/m ²]	0.42	1.42
Strength due to Waviness [t/m ²]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 101.04
- Resisting force [tonnes]: 151.90

Pressure:

Face	Trend [deg]	Plunge [deg]	Mode	Pressure [t/m ²]
Slope Face	350.00	20.00	Active	3.50

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.78	152.11	22.38

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.44	20.16
Joint 2	9.82	20.07

Persistence:

- Joint 1 [m]: 22.38
- Joint 2 [m]: 22.38

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	55.10	23.93
Joint 1 & Crest	105.13	77.43
Joint 2 & Crest	19.77	78.64

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	75.00	75.00
Joint Set 2	40.00	145.00
Slope	89.00	170.00
Upper Face	34.00	170.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 20.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m²]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 35.00

Slope Data:

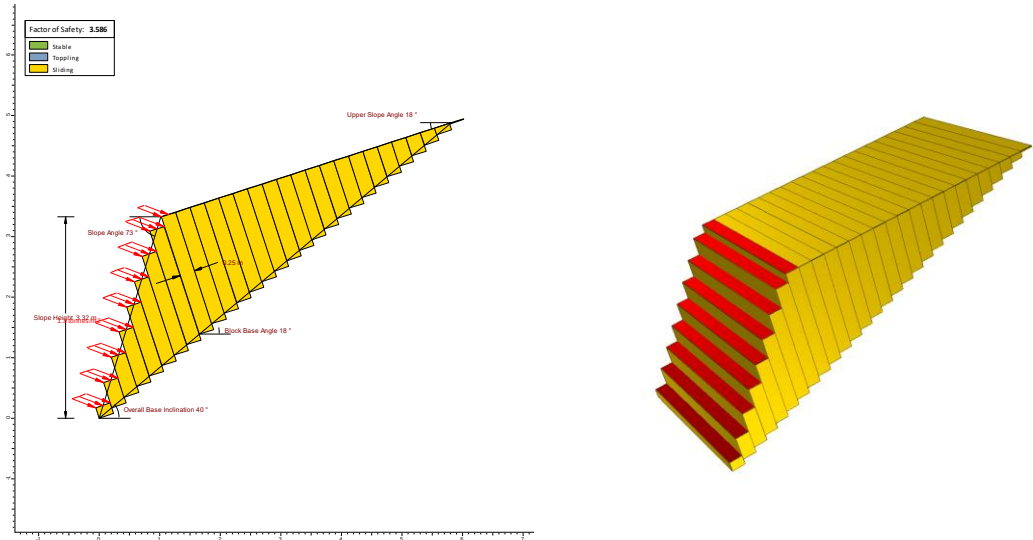
- Slope height [m]: 3.32
- Rock unit weight [t/m³]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.894	-0.099	3.320
234	-9.108	-1.547	3.320
123	-8.046	15.201	14.321

4 Toppling (Vuelco) E / J2



RocTopples Analysis Information

ROCTOPPLE - Rock Toppling Analysis

Project Summary

File Name vuelco muro 1
File Version 1.008

Project Title ROCTOPPLE - Rock Toppling Analysis
Date Created 17/03/2025, 16:04:17

General Settings

Units Metric, stress as tonnes/m2
Unit Weight of Water (tonnes/m³) 0.981
Analysis Type Deterministic

Analysis Results

Factor of Safety

Factor of Safety 3.586

Block Details

Index	Height (m)	Weight (t)	Yn/x	Type	Base Tension	Pn-1,t (t)	Pn-1,s (t)	Pn-1 (t)	Pn,t (t)	Pn,s (t)	Pn (t)	Qn (t)	Rn (t)	Sn (t)	Sn/Rn	Mode
29	0.016	0.011	0.063	Group	No	-0.079	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.002	0.1952	Sliding
28	0.117	0.079	0.467	Group	No	-0.067	0.011	0.011	-0.079	0.001	0.001	0.000	0.074	0.014	0.1952	Sliding
27	0.218	0.147	0.871	Group	No	-0.052	0.030	0.030	-0.067	0.011	0.011	0.001	0.138	0.027	0.1952	Sliding
26	0.319	0.215	1.275	Group	No	-0.033	0.057	0.057	-0.052	0.030	0.030	0.003	0.202	0.039	0.1952	Sliding
25	0.420	0.283	1.679	Group	No	-0.012	0.092	0.092	-0.033	0.057	0.057	0.006	0.266	0.052	0.1952	Sliding
24	0.521	0.351	2.083	Group	No	0.012	0.137	0.137	-0.012	0.092	0.092	0.009	0.330	0.064	0.1952	Sliding
23	0.622	0.420	2.487	Group	No	0.039	0.189	0.189	0.012	0.137	0.137	0.014	0.394	0.077	0.1952	Sliding
22	0.723	0.488	2.891	Group	No	0.069	0.251	0.251	0.039	0.189	0.189	0.019	0.458	0.089	0.1952	Sliding
21	0.824	0.556	3.295	Group	No	0.102	0.321	0.321	0.069	0.251	0.251	0.025	0.522	0.102	0.1952	Sliding
20	0.925	0.624	3.699	Group	No	0.138	0.399	0.399	0.102	0.321	0.321	0.033	0.586	0.114	0.1952	Sliding
19	1.026	0.692	4.103	Group	No	0.176	0.486	0.486	0.138	0.399	0.399	0.041	0.650	0.127	0.1952	Sliding
18	1.127	0.761	4.507	Group	No	0.218	0.582	0.582	0.176	0.486	0.486	0.049	0.714	0.139	0.1952	Sliding
17	1.228	0.829	4.911	Group	No	0.262	0.686	0.686	0.218	0.582	0.582	0.059	0.778	0.152	0.1952	Sliding
16	1.329	0.897	5.315	Group	No	0.309	0.799	0.799	0.262	0.686	0.686	0.070	0.842	0.164	0.1952	Sliding
15	1.430	0.965	5.719	Group	No	0.359	0.921	0.921	0.309	0.799	0.799	0.081	0.906	0.177	0.1952	Sliding
14	1.531	1.033	6.123	Group	No	0.412	1.051	1.051	0.359	0.921	0.921	0.093	0.969	0.189	0.1952	Sliding
13	1.632	1.101	6.527	Group	No	0.467	1.189	1.189	0.412	1.051	1.051	0.107	1.033	0.202	0.1952	Sliding
12	1.733	1.170	6.931	Group	No	0.526	1.337	1.337	0.467	1.189	1.189	0.121	1.097	0.214	0.1952	Sliding
11	1.834	1.238	7.335	Group	No	0.587	1.492	1.492	0.526	1.337	1.337	0.136	1.161	0.227	0.1952	Sliding
10	1.935	1.306	7.739	Group	No	0.651	1.657	1.657	0.587	1.492	1.492	0.151	1.225	0.239	0.1952	Sliding
9	2.036	1.374	8.143	Group	No	0.639	1.679	1.679	0.651	1.657	1.657	0.168	1.405	0.274	0.1952	Sliding
8	1.971	1.330	7.883	Group	No	0.609	1.545	1.545	0.639	1.679	1.679	0.170	1.479	0.289	0.1952	Sliding
7	1.715	1.157	6.859	Group	No	0.616	1.390	1.390	0.609	1.545	1.545	0.157	1.317	0.257	0.1952	Sliding
6	1.459	0.985	5.835	Group	No	0.550	1.212	1.212	0.616	1.390	1.390	0.141	1.154	0.225	0.1952	Sliding
5	1.203	0.812	4.811	Group	No	0.476	1.013	1.013	0.550	1.212	1.212	0.123	0.992	0.194	0.1952	Sliding
4	0.947	0.639	3.786	Group	No	0.395	0.793	0.793	0.476	1.013	1.013	0.103	0.830	0.162	0.1952	Sliding
3	0.691	0.466	2.762	Group	No	0.307	0.550	0.550	0.395	0.793	0.793	0.080	0.668	0.130	0.1952	Sliding
2	0.435	0.293	1.738	Group	No	0.217	0.286	0.286	0.307	0.550	0.550	0.056	0.506	0.099	0.1952	Sliding
1	0.179	0.120	0.714	Toe	No	-0.213	0.000	0.000	0.217	0.286	0.286	0.029	0.344	0.067	0.1952	Sliding

Note: Index 1 is the toe of the slope.

Proyecto de Trazado de la Bici pista del Ibaizabal (Linea 1).
Tramo: Bengoetxe – Guturribai

Apéndice nº2.3: Cálculos

Slope Geometry

Property	Value
Slope Angle (°)	73
Slope Height (m)	3.32
Upper Slope Angle (°)	18
Toppling Joint Spacing (m)	0.25
Toppling Joint Dip (°)	72
Overall Base Inclination (°)	40

Rock Properties

Property	Value
Rock Unit Weight (tonnes/m3)	2.7
Base Shear Strength Model	Mohr-Coulomb
Base Cohesion (tonnes/m2)	0
Base Friction Angle (°)	35
Base Tensile Strength (tonnes/m2)	0
Toppling Joint Shear Strength Model	Mohr-Coulomb
Toppling Joint Cohesion (tonnes/m2)	0
Toppling Joint Friction Angle (°)	20
Toppling Joint Tensile Strength (tonnes/m2)	0

External Loads

Distributed Load

Slope Face Pressure (tonnes/m²)	1.3
Slope Face Pressure Angle (°)	160