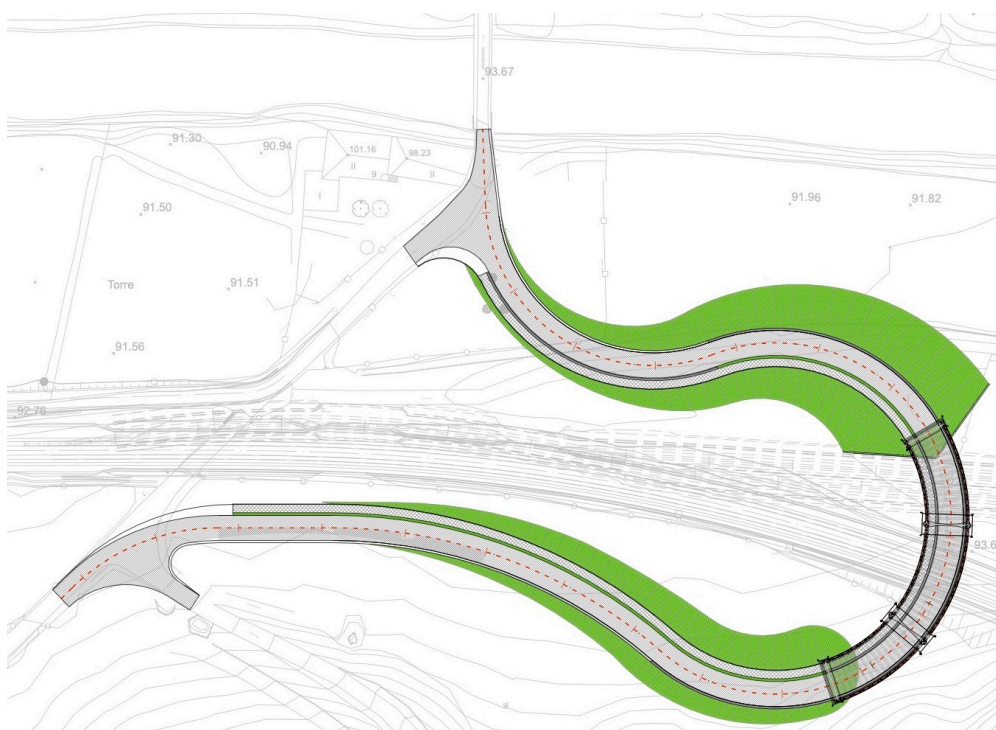


proyecto de construcción para la supresión del paso a nivel de bernabeitia

bernabeitiako trenbide pasagunearen kentzeko eraikuntza proiektua

anejo nº5. estudio geotécnico



mayo 2021
2021ko maiatza



p2001

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LA SUPRESIÓN

DEL PASO A NIVEL DE BERNABEITIA

- AMOREBIETA-ETXANO -



T-200606 – Octubre 2020



Parque Empresarial ZUATZU • Zubiberri Bidea nº 29
Edificio Ondarreta, Planta 2ª • Local 5
20018 Donostia • San Sebastián
Tfno.: 943 31 04 71 • Fax: 943 31 04 73
E-mail: ikerlur@ikerlur.com



INFORME GEOTÉCNICO

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LA SUPRESIÓN
DEL PASO A NIVEL DE BERNABEITIA
- AMOREBIETA-ETXANO -**

T-200606

Octubre 2020



Parque Empresarial ZUATZU • Zubiberri Bidea nº 29
Edificio Ondarreta, Planta 2ª • Local 5
20018 Donostia • San Sebastián
Tfno.: 943 31 04 71 • Fax: 943 31 04 73
E-mail: ikerlur@ikerlur.com



ÍNDICE

1.- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS ...	1
2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	8
2.1.- RELLENOS ARTIFICIALES	9
2.2.- SUELOS ALUVIALES	9
2.3.- SUBSTRATO ROCOSO	11
2.4.- INESTABILIDADES DEL TERRENO-DESLIZAMIENTOS	13
2.5.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	13
2.6.- CONDICIONES HIDROLÓGICAS	14
3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	17
3.1.1.- Excavaciones	17
3.1.1.1.- Excavabilidad de los materiales	17
3.1.1.2.- Aprovechamiento de los materiales excavados.....	17
3.1.1.3.- Taludes de excavación	17
3.1.2.- Rellenos	17
3.1.2.1.- Características y puesta en obra de rellenos	17
3.1.2.2.- Taludes de relleno	18
3.1.2.3.- Asientos previsibles	18
3.2.- CIMENTACIÓN DEL PUENTE	20
3.2.1.- Tipología de cimentación y carga admisible del terreno	20
3.2.1.1.- Cimentación superficial en roca	20
3.2.1.2.- Cimentación profunda mediante pilotes	24
3.2.1.3.- Cimentación profunda mediante micropilotes	27
3.2.3.- Agresividad del terreno	33
3.2.4.- Sismicidad	33
3.3.- CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO EN FASE DE OBRA	33

FIGURAS

- Figura 1.- Plano de Situación. E= 1/25.000
Figura 2.- Planta Geotécnica General. E= 1/1.000
Figura 3.- Corte interpretado del terreno por perfil longitudinal P-1. Eh= 1/1.000; Ev= 1/250

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

APÉNDICES

- A-1.- Escala de meteorización de la roca
A-2.- Caracteres geomecánicos del macizo rocoso
A-3.- Clave de descripción y Clasificación de suelos
A-4.- Registro de sondeos
A-5.- Ensayos de campo y de laboratorio
A-6.- Cálculos

1.- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

En el presente Informe se exponen las recomendaciones geotécnicas para el “*Proyecto de supresión del paso a nivel de Bernabeitia*”, en el Término Municipal de Amorebieta -Etxano.

Euskal Trenbide Sarea (ETS) ha definido una política de actuación sobre la red ferroviaria de su propiedad en la que, de forma paulatina, se está procediendo a la supresión de los pasos a nivel. Así, basándose en el “*Estudio de los Pasos a Nivel de la Red de Euskal Trenbide Sarea (ETS)*” se plantea la necesidad de proyectar la supresión del Paso a Nivel de Bernabeitia.

El PaN de Bernabeitia es un paso a nivel situado en el P.K. 27+042 de la línea Bilbao-Donostia. Se trata de un paso a nivel actualmente para el acceso a fincas y viviendas dispersas, siendo el uso de este paso, tanto peatonal, como rodado.

La eliminación del PaN conllevará la construcción de una estructura en puente sobre las vías. En total esta estructura tendrá unos 25 metros de longitud, con su estribo N de unos 150 metros y el Sur de 130 metros, aproximadamente.

En la Figura 1, a escala 1/25.000 puede verse un Plano de Situación de la zona, y más detalladamente en la Planta Geotécnica General a escala E= 1/1.000 de la Figura 2, donde se refleja la alternativa elegida para la supresión del PaN de Bernabeitia. En el Reportaje Fotográfico se adjuntan unas fotografías del estado actual de la parcela.

El Estudio ha sido realizado por encargo de la Ingeniería ANTA, responsable de la redacción del Proyecto de Construcción a desarrollar para ETS.

El objeto de este Estudio es determinar las características geotécnicas de los materiales que constituyen el subsuelo, así como analizar la excavabilidad, la carga admisible y la tipología de cimentación más adecuadas.

El Informe se ha elaborado conforme a la metodología que a continuación se describe, habiéndose completando las siguientes etapas:

A- Consulta de la bibliografía geológica de la zona:

Se han recopilado aquellos datos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos de interés preexistentes.

Concretamente, se ha consultado la siguiente documentación:

- “Mapa Geológico del EVE a escala 1/25.000, Hoja 62-IV (Durango) y 62-III (Galdakao)”
- Cartografía geológico-geotécnica y registro de sondeos del Anejo Geológico-Geotécnico del “*Proyecto de Construcción del desdoblamiento del tramo Euba-Iurreta de la línea férrea Bilbao-Donostia de Eusko Trenbideak-Ferrocarriles Vascos, S.A.*”, redactado por la Ingeniería Fulcrum en 2.004. Esta información nos fue facilitada por ETS.

B- Cartografía geológico-geotécnica:

Reconocimiento de superficie de la parcela y realización de un levantamiento geológico-geotécnico sobre topografía a escala E= 1/1.000 facilitada por el Cliente. En esta cartografía se diferencia la composición y disposición de los materiales, que ha permitido identificar los diferentes tipos suelos y rocas, así como la estructura geológica en la zona de estudio.

Se han identificado todas las zonas que pueden o no dar lugar a algún tipo de problemática de índole geológico – geotécnico. Se ha prestado atención al agua superficial y subterránea, así como a las propiedades de los suelos con una clara incidencia en las excavaciones.

En la cartografía geológico-geotécnica se indican las zonas en las que la roca aparece superficial (a menos de 1,50 m de profundidad), con su litología, datos geoestructurales y grado de meteorización.

Se han delimitado las formaciones de suelos (vertidos y rellenos antrópicos, coluviales y aluviales, con estimación de su espesor), deslizamientos y zonas potencialmente inestables.

También se indican los puntos de reconocimiento (sondeos), tanto preexistentes, como el sondeo efectuado para este estudio, y la profundidad de aparición del macizo rocoso sano comprobada en dichos puntos. La cartografía se completa con la red de drenaje: cursos de agua permanentes e intermitentes, zonas encharcadas, surgencias, manantiales, etc.

En el apartado “Reportaje fotográfico” de este documento, se incluye una fotografía aérea de la zona de actuación.

C- Reconocimientos directos del terreno

C.1.- Sondeos

El reconocimiento del subsuelo ha consistido en la realización de un sondeo mecánico (S-01) de 10 metros de profundidad, situado en el estribo Norte de la estructura a proyectar. Este sondeo sirvió para completar la campaña de sondeos preexistente (SE-14 y SE-15), realizados en el año 2.004.

El registro de todos estos sondeos se presenta en el Apéndice A-4, que incluye, a su inicio, la “Tabla 1-Resumen SONDEOS” donde, para S-01, se presenta la cota de inicio, la profundidad final y las profundidades de aparición de la roca meteorizada y roca sana.

La perforación del sondeo, realización de ensayos SPT y toma de muestras, corrieron a cargo de IKERLUR S.L., empresa acreditada e incorporada al Registro General de laboratorios de ensayos para el control de la calidad de la edificación -Lecce del CTE (Ministerio de Fomento)- con el código RG LECCE: PVS-L-026 para el área de actuación de GEOTECNIA.

Las técnicas de prospección fueron llevadas a cabo de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 (Seguridad y salud en el desarrollo de los trabajos).

La dirección y supervisión de los sondeos corrió a cargo de un Geólogo de IKERLUR S.L. con amplia experiencia en Geotecnia, que se encargó, de manera permanente y a pie de obra, del registro completo de los testigos obtenidos, así como de la supervisión de los ensayos SPT, y de la toma de muestras inalteradas representativas.

Finalizadas las labores de perforación se instaló en el sondeo tubería ranurada de PVC, para el control del posible nivel freático.

D- Ensayos SPT y toma de muestras

Durante la perforación del sondeo S-01, se efectuaron los siguientes ensayos SPT y toma de muestras, tanto inalteradas, como parafinadas:

- ✓ 1 ensayos de penetración estándar SPT
- ✓ 1 muestra inalterada
- ✓ 2 muestras parafinadas de roca

Los resultados de los ensayos SPT y la extracción de muestras, con los golpes obtenidos, se presentan en la “Tabla 2-Resumen muestras y ensayos SPT” incluido al comienzo del Apéndice A-5.

E- Ensayos de campo y de laboratorio

A partir de diversas muestras representativas del terreno extraídas en los sondeos se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- ✓ 3 Ud. transporte de muestra inalterada o testigo parafinado al laboratorio.
- ✓ 2 Ud. apertura y descripción de muestras.
- ✓ 1 Ud. ensayo granulométrico por tamizado (UNE 103-101).
- ✓ 1 Ud. de determinación de la humedad (UNE 103-300).
- ✓ 1 Ud. determinación de la densidad aparente o seca (UNE 103-301).
- ✓ 1 Ud. determinación de límites de Atterberg (UNE 103-103 y 103- 104).
- ✓ 1 Ud. ensayo de consolidación en edómetro (célula de 45 ó 70mm.), incluyendo curvas edométricas y de consolidación (mínimo 8 escalones de carga y 3 de descarga). (UNE 103-405).
- ✓ 1 Ud. ensayo de compresión simple, incluido diagrama, tensión deformación en suelos (muestra inalterada) (UNE 103-400).
- ✓ 1 Ud. incremento por remoldeo o preparación de probetas para ensayo de corte directo o triaxiales a humedad y/o densidad prefijada.
- ✓ 1Ud. ensayo de corte directo sobre muestra inalterada (3 puntos), consolidado y drenado (CD) (UNE 103-401).
- ✓ 2 Uds. determinación de la densidad aparente de una roca.
- ✓ 2 Uds. determinación de la humedad natural de una roca.
- ✓ 2 Uds. determinación de resistencia a compresión simple de testigos en roca, incluido tallado (UNE 22950-1).
- ✓ 5 Uds. ensayo de determinación de la resistencia a carga puntual (UNE 22 950-5:96).
- ✓ 3Uds. determinación de sulfatos cuantitativos (EHE anejo 5).
- ✓ 3 Ud. determinación del grado de acidez Baumann-Gully de un suelo (EHE anejo 5).

✓ 1Ud. ensayo de agresividad del agua al hormigón (según EHE anejo 5).

Los ensayos de laboratorio fueron efectuados por GEOTEK Cantabria, SLP (Nombre comercial GTK Laboratorio geotécnico), laboratorio acreditado e incorporado al registro General de Laboratorios de ensayo para la calidad de la edificación del CTE (Ministerio de Fomento) con el código RG LECCE: CTBL-L-008 para el área de actuación de ensayos de geotecnia (GT).

Los resultados de todos estos ensayos se incluyen en el Apéndice A-5, donde se adjuntan los informes entregados por el laboratorio. También se incluyen las Tablas correspondientes con el resumen de los resultados.

F- Figuras

Los datos de campo obtenidos sirvieron para completar la Planta Geotécnica General a escala 1/1.000, elaborándose posteriormente un corte interpretado del terreno por perfil longitudinal, a escala deformada $E_h = 1/1.000$ y $E_v = 1/250$, indispensable a la hora de visualizar las diferentes capas del subsuelo.

G- Cálculos y conclusiones

En fase de gabinete, tras el análisis de los datos de campo y laboratorio, se realizaron una serie de cálculos destinados a estimar los taludes estables y asientos previsibles, redactándose, en fusión de éstos, las conclusiones y recomendaciones del Estudio Geotécnico, que, junto a los planos, diagramas y registros, conforman el presente Informe.

A continuación, en el Apartado 2, se describen las características del terreno en la parcela, redactándose las conclusiones y recomendaciones del Informe en el Apartado 3.

En el Apartado de Figuras se presentan: en la Figura 1, un Plano de situación de la zona a escala 1/25.000; en la Figura 2, a escala 1/1.000, una Planta Geotécnica General, y en la Figura 3, un Corte interpretado del terreno realizado por un perfil longitudinal, a escalas $E_h = 1/1.000$ y $E_v = 1/250$.

Se completa el Informe con un Reportaje fotográfico de la zona de actuación, y una serie de apéndices que incluyen: en A-1, una tabla con la “Escala de meteorización de la roca”; en A-2 el registro de caracteres geomecánicos del macizo rocoso; A-3 la “Clave de descripción de suelos” y una tabla con el “Sistema unificado de clasificación de suelos – USCS”; en A-4 los registros de los sondeos; en A-5 los resultados de los ensayos de campo y de los ensayos de laboratorio, y finalmente, en A-6 los cálculos efectuados.

2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El PaN de Bernabeitia es un paso a nivel situado en el P.K. 27+042 de la línea Bilbao-Donostia. El paso a nivel da acceso rodado y también peatonal a fincas y viviendas dispersas.

En esta zona, el trazado del ferrocarril discurre paralelo al cauce del Ibaizabal. Este río circula en dirección O-E a unos 75 metros de distancia al Norte de la línea ferroviaria. Antes de llegar al PaN de Bernabeitia desde la N-634 es necesario atravesar un estrecho puente sobre el río Ibaizabal.

En la Figura 2 (Planta Geotécnica General, E= 1/1.000), se indica la Alternativa de trazado estudiada para la eliminación del paso a nivel.

El trazado del ferrocarril a su paso por la parcela configura dos sectores: sector Norte, entre el río Ibaizabal y la línea ferroviaria, y sector Sur, correspondiente a la franja de terreno comprendida entre el ffcc y una ladera de suave pendiente.

La morfología del terreno es subhorizontal. En el sector Norte varía entre las cotas +92 y +93, en el Sector Sur entre la +93 y +95, aproximadamente. Estas cotas están referidas a la altimetría de la Figura 2.

En la Planta Geotécnica General a escala E= 1/1.000 de la Figura 2 se indican los elementos anteriormente citados, así como la situación de los sondeos, cuyos registros se presentan en el Apéndice A-4.

Los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados se incluyen en el Apéndice A-4.

El subsuelo de la zona investigada se caracteriza por existir sobre la roca una terraza de suelos aluviales de aproximadamente 4,00-4,50 metros de espesor. Existen acumulaciones de rellenos artificiales bien compactados asociados a la plataforma del ferrocarril, y puntuales acopios de relleno sin compactar.

A continuación, se describen, en diferentes subapartados, las características geotécnicas de los diferentes materiales presentes en la franja de terreno atravesada por la alternativa de trazado estudiada.

En el corte interpretado del terreno por un perfil longitudinal, a escalas $E_h = 1/1.000$ y $E_v = 1/250$, se puede observar la distribución en profundidad de las diferentes capas del terreno que se describen a continuación:

2.1.- RELLENOS ARTIFICIALES

Se trata de materiales antropogénicos, generalmente asociados a obras lineales y zonas urbanizadas.

En la Planta Geotécnica General de la Figura 2 se indican, en gris los rellenos bien compactados constitutivos de la plataforma del ferrocarril.

En la parcela existen otros rellenos vertidos, que constituyen acopios de balasto, dispuestos en montoneras. Estas zonas se indican en color beige en la Figura 2.

En el sector Norte de la parcela existe, sobre el terreno natural, una pequeña acumulación de rellenos artificiales, de espesor inferior a 1,50 metros.

Estos rellenos, investigados con el sondeo S-01, donde alcanza 0,90 m de espesor, están constituidos por gravas y bolos grises con indicios de arcilla y arena, medianamente densos.

En el Apéndice A-3 se adjunta una Clave de descripción y Clasificación de suelos, que deberá consultarse para comprender la terminología seguida en las descripciones del terreno.

2.2.- SUELOS ALUVIALES

Bajo 20-40 cm de tierra vegetal aparece una terraza aluvial que alcanza 4,0-4,50 metros de espesor.

Está constituida por una capa superficial de arcilla limosa, veteadas marrón anaranjado y gris, con indicios de arena, moderadamente firme a firme (CL según la clasificación del S.U.C.S.), con frecuentes intercalaciones de arena arcillosa marrón anaranjado, floja (SC según el S.U.C.S.).

En el Apéndice A-3 se adjunta una Clave de descripción y Clasificación de Suelos.

En los puntos de investigación (sondeos), el espesor de esta capa aluvial queda comprendido entre 1,0-3,0 metros, aproximadamente.

Ensayos Vane Test efectuados sobre esta capa de arcilla revelan valores de C_u generalmente comprendidos entre 0,40-0,80 kg/cm². Para esta capa, en S-01 se ha obtenido $N_{spt}=4$.

Sobre una muestra de esta capa obtenida en el sondeo S-01 se han realizado ensayos de identificación y agresividad, resistencia a compresión simple y de corte directo consolidado-drenado.

Por debajo de este nivel superficial de composición arcillo-arenosa aparece una capa de grava marrón con indicios a algo de arcilla y arena, medianamente densa a densa (GC del S.U.C.S.).

Las gravas están bien rodadas, y son de granulometría media a gruesa (6,3 a 63 mm.), si bien en profundidad aparecen algunas intercalaciones de bolos grises (GP siguiendo el S.U.C.S.), también perfectamente rodados.

Estas gravas y bolos son predominantemente de limolita, arenisca y caliza.

Los mayores espesores de la capa de grava parecen en las cercanías del cauce del Ibaizabal, acuniándose conforme nos alejamos del río. En SE-14, el más próximo al cauce, se midió un espesor para esta capa de grava de 2,8 metros; en SE-15, su espesor fue 1,40 metros, y en S-01, alcanzó 0,85 metros de potencia.

2.3.- SUBSTRATO ROCOSO

El substrato rocoso presente en el subsuelo de la zona investigada es de edad Cretácico Inferior (Albiense superior-Cenomaniense inferior) y está constituido por limolitas y argilitas gris oscuras, con intercalaciones de areniscas gris claras, depositadas en estratos de espesor cm-mm.

La profundidad de aparición de la roca, comprobada en los sondeos, se indica en la Planta Geotécnica General de la Figura 2.

En los sondeos disponibles se han comprobado que la roca aparece meteorizada en los primeros 4,70 m (S-01); 9,80 metros (SE-14) y 1,60 metros (SE-15).

Hasta esas profundidades, la roca aparece muy meteorizada o moderadamente meteorizada (Grados IV y III de la escala de meteorización de la roca que se adjunta en el Apéndice A-1), de color gris oscuro, con tonalidades marrones.

En el corte interpretado del terreno de la Figura 3, a escalas $E_h = 1/1.000$ y $E_v = 1/250$, se representa el contacto de la roca meteorizada con la roca sana (— · — · —).

Esta roca da lugar a la roca sana (Grado II) de una forma gradual, de manera que dentro de la roca Grado II pueden existen intercalaciones de roca Grado III.

En S-01, la roca aparece fracturada, generalmente con 4-16 fracturas/30 cm de testigo.

En cuanto al índice R.Q.D. de la roca, en S-01, varía entre 40-60 (roca de calidad Mala-Media).

En los registros de sondeos que se presentan en A-4 se indica, en diferentes columnas, la evolución en profundidad de la meteorización de la roca, su fracturación (expresada en nº fracturas/30 cm), y el índice RQD (relación entre la suma de las longitudes de los fragmentos de testigo mayores de 10 cm y la longitud total del tramo de maniobra considerado).

Se han efectuado dos ensayos de compresión simple sobre sendos testigos de roca sana G-II, del sondeo S-01, obteniéndose un valor de resistencia a la compresión simple que varía entre $q_u = 3,51$ y $8,54$ MPa ($35,79$ kp/cm² y $87,08$ kp/cm²). Estos valores resultan muy bajos, debido a que la rotura de la probeta se realizó en algún caso a través de un plano de debilidad (estratificación).

Los 5 ensayos de carga puntual PLT (Point Load Test) o Franklin efectuados en roca G-III y II dan los siguientes valores de resistencia a la carga puntual corregida: $0,65$; $0,48$; $0,52$; $0,30$; $0,37$ MPa. Un valor promedio de resistencia puntual corregida es $0,464$ MPa, correspondiente a una resistencia a compresión simple de 108 kp/cm².

Las actas de resultados de todos estos ensayos se incluyen en Apéndice A-5.

Se puede concluir que las limolitas ensayadas, atendiendo a la resistencia a la compresión simple, se trata de una roca Blanda ($5-12,5$ MPa según la ISRM (1981), Moderadamente blanda ($5-12,5$ MPa según la Geological Society of London (1970), o Muy baja según Bieniawski (1.973).

Con respecto a la estructura que presenta el macizo rocoso, se han podido medir buzamientos de los planos de estratificación y de las juntas en los testigos de roca obtenidos en los sondeos.

En el sondeo S-01 la estratificación presenta valores de buzamiento comprendidos entre 20° y 45° .

A partir de la toma de datos geoestructurales efectuada en afloramientos de roca próximos (Véase, en Apéndice A-2, el Registro de caracteres geomecánicos del macizo rocoso), se han obtenido valores medios de dirección de buzamiento/buzamiento, próximos a $E=105^\circ/35^\circ$.

2.4.- INESTABILIDADES DEL TERRENO-DESLIZAMIENTOS

La ladera existente al Sur de la zona de actuación está afectada por deslizamientos e inestabilidades superficiales.

Se trata de deslizamientos rotacionales que afectan a acumulaciones de suelos coluviales y a la roca muy meteorizada (Grado IV-V).

La alternativa de trazado estudiada no queda afectada por estas inestabilidades de ladera.

2.5.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

En el Cuadro I que se incluye en la página siguiente se presentan los parámetros geotécnicos de las diferentes capas del terreno.

Los parámetros geomecánicos para rellenos, suelos aluviales y roca, han sido obtenidos mediante los diferentes ensayos realizados “in situ” y en laboratorio, y se han confrontado también con los valores orientativos establecidos para estos materiales en la bibliografía geotécnica y CTE.

Por otro lado, todos estos parámetros están suficientemente avalados por la experiencia de **IKERLUR** en los numerosos estudios realizados en la zona.

En alguno de estos parámetros existe dificultad a la hora de establecer unos valores específicos, ya que puede existir una ligera variabilidad entre unas zonas y otras dentro de la misma parcela.

En estos casos se ha optado por establecer unos intervalos generales de mínimos y máximos. Los valores más frecuentes se encontrarán en la parte central de este intervalo.

	Relleno	Aluvial: Arcilla limosa (CL)	Aluvial: Arena arcillosa (SC)	Aluvial: Grava con arcilla y arena (GC)	Roca: Limolita GM IV-V	Roca: Limolita GM III - II
Densidad aparente γ_{ap} (kN/m ³)	18,0-19,0	19,5-20,0	19,5-20,5	18,5-19,5	22,0-24,0	24,0-27,0
Resistencia al corte sin drenaje (C_u) (kPa)	0	40-80	20-30	—	150-200	—
Rozamiento interno ϕ' (°)	30-32	24-26	28-30	32-34	25-30	30-40
Cohesión (c') - (kPa)	0	25-35	0-10	0	200-250	250-300
Resistencia a compresión simple q_u - (kPa)	—	80-100	—	—	300-400	10.000- 35.000
Módulo de elasticidad E (MPa)	30-50	40-60	≤ 8	60-100	100-200	1.000- 10.000
Coefficiente de permeabilidad k_z (cm/s)	$1 \cdot 10^{-1}$	10^{-3} - 10^{-4}	10^{-2} - 10^{-3}	$1 \cdot 10^{-1}$	10^{-4} - 10^{-6}	10^{-5} - 10^{-7}

Cuadro I - Parámetros geotécnicos del terreno

2.6.- CONDICIONES HIDROLÓGICAS

Se ha realizado un seguimiento de los niveles de agua existentes en el sondeo durante su ejecución, así como una vez finalizado.

Para conocer las condiciones hidrogeológicas del subsuelo, en S-01 se instaló tubería ranurada de PVC, con el fin de poder medir, si existiera, el nivel freático o piezométrico.

Finalizado el sondeo, se efectuó a su achique, y posteriormente, una vez transcurrido el tiempo suficiente para que el nivel de agua se recuperara se procedió a su medida mediante sonda hidronivel.

Con el seguimiento de niveles de agua efectuado se pudo comprobar que existe nivel freático.

En la zona de estudio, el nivel de agua se sitúa en la parte inferior de suelos aluviales (gravas), cerca de la roca.

En el Cuadro II se representan los niveles freáticos medidos en el sondeo S-01.

SONDEO	PROF. SONDEO (m)	FECHA	PROFUNDIDAD NIVEL (m)	OBSERVACIONES
S-01	10,00	22/07/20	2,91	1 h tras finalizar el sondeo
S-01	10,00	22/07/20	3,11	2,5 h tras finalizar sondeo
S-01	10,00	23/07/20	3,24	Al día siguiente de finalizar sondeo
S-01	10,00	29/07/20	3,29	Se obtiene muestra de agua a los 7 días de la finalización del sondeo
S-01	10,00	15/09/20	3,43	Nf. a largo plazo

Cuadro II – Resumen de mediciones de nivel de agua en S-01

3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El PaN de Bernabeitia, en el Término Municipal de Amorebieta-Etxano, es un paso a nivel situado en el P.K. 27+042 de la línea Bilbao-Donostia. Se trata de un paso a nivel que da actualmente acceso a fincas y viviendas dispersas, siendo su uso, tanto peatonal, como rodado.

Euskal Trenbide Sarea (ETS), basándose en el “*Estudio de los Pasos a Nivel de la Red de Euskal Trenbide Sarea (ETS)*”, plantea la necesidad de proyectar la supresión del Paso a Nivel de Bernabeitia.

El “*Proyecto de supresión del paso a nivel de Bernabeitia*”, conllevará la construcción de una estructura en puente sobre las vías. En total esta estructura tendrá 25 metros de longitud, con su estribo N de unos 150 metros y el Sur de 130 metros, aproximadamente.

La alternativa de trazado estudiada se puede observar en la Planta Geotécnica General de la Figura 2.

En el Reportaje Fotográfico anejo a este informe se adjuntan unas fotografías del estado del terreno durante la investigación de campo del presente Informe Geotécnico.

Los reconocimientos de campo y ensayos de laboratorio se describen en el Capítulo 1. Las características geotécnicas del terreno han sido descritas en el apartado anterior.

En Figura 3 se presenta un corte interpretado del terreno efectuado por un perfil longitudinal, a escala deformada, $E_h = 1/1.000$ y $E_v = 1/250$, se puede observar la distribución en profundidad de las diferentes capas del terreno.

A continuación, se describen, en diferentes subapartados, las recomendaciones geotécnicas para el movimiento de tierras y la cimentación del puente.

3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.1.1.- Excavaciones

3.1.1.1.- Excavabilidad de los materiales

Para el acondicionamiento del terreno previo a la ejecución del terraplén se recomienda efectuar una sobreexcavación del terreno, de al menos, los 1,50 m más superficiales.

Estas excavaciones afectarán a rellenos y suelos aluviales, y se podrán efectuar utilizando medios mecánicos convencionales.

3.1.1.2.- Aprovechamiento de los materiales excavados

Los materiales que se obtengan de las excavaciones de rellenos y suelos aluviales, debido a su alto contenido en finos y humedad, no deberán utilizarse en los rellenos, debiendo transportarse a vertedero o utilizarse para crear zonas ajardinadas.

3.1.1.3.- Taludes de excavación

Se recomienda tender los taludes de excavación resultantes a una pendiente 4V:5H (38, 5°).

3.1.2.- Rellenos

3.1.2.1.- Características y puesta en obra de rellenos

Para la ejecución de los rellenos deberá cumplirse con el PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Fomento), en sus Capítulos 330 Terraplenes, y/o 331 Pedraplenes, y/o 333 todo uno.

3.1.2.2.- Taludes de relleno

En los estribos, la altura máxima de rellenos alcanzará los 7,50 m, con inclinaciones de talud 1V: 2H (26, 5°). Respetando estas inclinaciones, los taludes resultarán estables (Véase los cálculos efectuados en Apéndice A-6).

Se ha analizado, mediante el programa SLIDE de Rocscience para el cálculo de estabilidad de taludes, la estabilidad del nuevo relleno a ejecutar.

Para ello, se han seguido los métodos de Spencer, Lowi-Karafiath y Gle/Morgenstern-Price, obteniéndose en todos los casos FS=1,50 y observando que no se produce rotura a través del terreno bajo el relleno terraplén.

3.1.2.3.- Asientos previsibles

También en el Apéndice A-6, se presentan los cálculos realizados para evaluar los posibles asientos que se pudieran generar en el terreno tras la ejecución del nuevo relleno.

Para ello se ha utilizado el programa PHASE2 de Rocscience, que utiliza el método de elementos finitos (MEF) para calcular los desplazamientos generados en el terreno, asientos en este caso.

El modelo utilizado, ha sido idéntico al utilizado para el cálculo de la estabilidad de los taludes del nuevo relleno a colocar, con los mismos parámetros, añadiendo los módulos de elasticidad considerados para cada capa.

Asientos generados por el nuevo relleno sobre el terreno actual

En el primer cálculo que se puede apreciar en el Anejo A-6, se han calculado los asientos generados sobre el terreno actual, prestando especial atención, tanto a las dos capas superiores (relleno medianamente denso y arena floja), como a la tercera (arcilla moderadamente firme a firme).

Tal y como se puede observar, el máximo asiento calculado se produciría en el cuerpo del nuevo relleno, el cual sería del orden de 4,50 cm.

Para calcular el asiento del terreno actual se han generado dos líneas de consulta: una sobre el relleno actual y otra sobre la capa arcillosa. Se puede comprobar que el asiento máximo, en el centro del modelo, sobre las dos capas superiores sería de unos 3,80 cm y sobre la capa arcillosa de unos 2,20 cm.

Asientos generados por el nuevo relleno sobre un relleno que sustituya las dos capas superiores

En el segundo cálculo incluido en el Anejo A-6, se han calculado los asientos generados por el relleno sobre un nuevo relleno que sustituya las dos capas superiores (relleno medianamente denso y arena floja).

Tal y como se puede observar, el máximo asiento calculado que se produciría en el nuevo relleno, bajaría hasta los 3,00 cm aproximadamente.

Se han vuelto a generar las dos mismas líneas de consulta que para el cálculo anterior: sobre el relleno que sustituye las dos capas actuales y sobre la capa arcillosa. Se puede comprobar que el asiento máximo, en el centro del modelo, en el nuevo relleno que sustituye las dos capas superficiales, sería de unos 2,40 cm, casi 1,50 cm menos que en el cálculo anterior. El asiento que se produciría en la capa arcillosa no variaría, manteniéndose en 2,10 cm.

Cabe destacar, que a la hora de realizar el cálculo mediante elementos finitos no se ha tenido en cuenta la ejecución del relleno mediante tongadas, ni el espesor de estas, por lo que los asientos obtenidos son orientativos y podrían ser algo superiores, del orden del 1% de la altura del relleno colocado.

3.2.- CIMENTACIÓN DEL PUENTE

3.2.1.- Tipología de cimentación y carga admisible del terreno

En el emplazamiento previsto para el puente, el substrato rocoso aparecerá a unos 4-5 metros de profundidad (Ver Corte interpretado del terreno por perfil longitudinal P-01).

En estas circunstancias, y también considerando las características geotécnicas de la roca y su horizonte de meteorización, se plantea, como opción más apropiada, recurrir a una cimentación profunda mediante pilotes o micropilotes empotrados en roca. En este informe se ha analizado también la cimentación superficial.

En los siguientes subapartados se exponen las recomendaciones de diseño, para el caso de una cimentación superficial o profunda de la estructura del puente.

Debido a la heterogeneidad de los suelos aluviales, arcilla limosa moderadamente firme, con presencia de intercalaciones de arena arcillosa floja, se desaconseja cimentar el puente y sus estribos en las arcillas aluviales.

Se estudia por tanto la cimentación sobre el macizo rocoso tanto superficial como profunda.

3.2.1.1.- Cimentación superficial en roca

En este subapartado se analiza la cimentación superficial en roca grado II-III (ver Apéndice A-1), siguiendo los criterios del Código Técnico de la Edificación (CTE 2006) y la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera (GCOC 2009).

El substrato rocoso grado II-III aparece entre cinco y nueve metros de profundidad con respecto a la superficie del terreno. Señalar, por tanto, que la cimentación en roca, conllevará la ejecución de pozos de cimentación muy profundos, por lo que esta alternativa no parece la más adecuada.

Código Técnico de la Edificación (CTE 2006)

Para la utilización de la formulación propuesta por el CTE, el macizo rocoso debe cumplir entre otras las siguientes condiciones:

- Resistencia a compresión simple de la roca sana, $q_u \geq 2,5$ mPa.
- Grado de meteorización > IV.
- Valor del RQD ≥ 25 .

El CTE para estimar la carga admisible de cimentación directa en roca utiliza la siguiente formulación (apartado 4.3.4.2):

$$q_d = K_{sp} \cdot q_u (*)$$

Donde:

q_d : carga admisible de la cimentación directa en roca.

q_u : resistencia a la compresión simple de la roca sana. En el caso que nos ocupa considerar un valor desfavorable **$q_u = 10$ MPa.**

K_{sp} : coeficiente que es función de las dimensiones de la zapata y de las fracturación y distribución de las discontinuidades. En concreto, toma el siguiente valor:

$$K_{sp} = \frac{3 + \frac{s}{B}}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{a}{s}}}$$

Donde:

s : espaciamiento entre juntas; $s > 300$ mm. **Considerar en este caso $s = 30$ cm.**

B : anchura de cimiento en metros; $0,05 < s/B < 2$

a : apertura de juntas; $a < 5$ mm en junta limpia; $a < 25$ mm en junta rellena con suelo o con fragmentos de roca alterada; siendo $0 < a/s < 0,02$. **Considerar $a = 0,50$ cm.**

Se trata de una expresión que considera un coeficiente de minoración variable en función de la calidad de la roca, con valores comprendidos entre 0,115 y 0,5.

A efectos de verificación del estado límite último de hundimiento el valor de q_d determinado a través de la expresión (*) puede considerarse que lleva incorporado un coeficiente de seguridad $\gamma_R = 3$.

Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera (GCOC 2009)

Para la utilización de la formulación propuesta por el GCOC, el macizo rocoso debe cumplir entre otras las siguientes condiciones:

- Resistencia a compresión simple de la roca sana, $q_u \geq 1$ MPa.
- Grado de meteorización \geq IV.
- Valor del RQD ≥ 10 .

La presión admisible puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$p_{v,adm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

Donde:

$p_{v,adm}$ = Presión admisible.

p_0 = Presión de referencia. Deberá tomarse un valor de 1 MPa.

q_u = Resistencia a compresión simple de la roca sana. En el caso que nos ocupa considerar un valor desfavorable **$q_u = 10$ MPa**.

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ = Parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas, según se indica a continuación:

α_1 : *influencia del tipo de roca*

Coefficiente definido por la siguiente expresión:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{10 \cdot q_t}{q_u}}$$

Donde:

q_t : resistencia a tracción simple

q_u : resistencia a compresión simple. **Considerar 10 MPa**

A falta de información específica respecto al parámetro q_t se puede utilizar el valor que se obtenga de la tabla siguiente tomada de GCOC (tabla 4.3). **Considerar $\alpha_1 = 0,6$.**

TABLA 4.3. VALORES DE α_1 SEGÚN EL TIPO DE ROCA

GRUPO N.º	NOMBRE GENÉRICO	EJEMPLOS	α_1
1	Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	<ul style="list-style-type: none"> Calizas, dolomías y mármoles puros Calcarenitas de baja porosidad 	1,0
2	Rocas ígneas y rocas metamórficas (*)	<ul style="list-style-type: none"> Granitos, cuarcitas Andesitas, riolitas Pizarras, esquistos y gneises (esquistosidad subhorizontal) 	0,8
3	Rocas sedimentarias (**) y algunas metamórficas	<ul style="list-style-type: none"> Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados Pizarras y esquistos (esquistosidad verticalizada) Yesos 	0,6
4	Rocas poco soldadas	<ul style="list-style-type: none"> Areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados Margas 	0,4

(*) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3.

(**) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4.

α_2 : *influencia del grado de meteorización*

Coefficiente definido en Cuadro III: **Considerar $\alpha_2 = 0,50$**

DESCRIPCIÓN	α_2
GM-I: Roca sana o fresca	1,0
GM-II: Roca ligeramente meteorizada	0,7
GM-III: Roca moderadamente meteorizada	0,5

Cuadro III – Coeficiente α_2 para carga admisible según la Guía de Carreteras de 2009

α_3 : *Influencia del espaciamiento entre litoclasas*

Coeficiente definido por la siguiente expresión:

$$\alpha_3 = \min \left(\sqrt{\frac{s}{1m}}; \sqrt{\frac{RQD(\%) }{100}} \right)$$

Donde:

s: espaciamiento entre las juntas expresado en metros. **Considerar 0,30 m.**

RQD: relación entre la suma de las longitudes de los fragmentos de testigo mayores de 10 cm y la longitud total del tramo de maniobra considerado). Considera en este caso **RQD=40**

3.2.1.2.- Cimentación profunda mediante pilotes en roca

El substrato rocoso grado II-III aparece entre cinco y nueve metros de profundidad con respecto a la superficie del terreno, por lo que se ha estudiado también la posibilidad de cimentar el puente y estribos mediante pilotes.

La estimación de la capacidad de carga de los pilotes se podrá hacer en base a los criterios recogidos en el “*Código Técnico de Edificación (CTE-2006)*” y la “*Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras (2009)*” publicada por el Ministerio de Fomento.

Para el dimensionamiento de los pilotes, se recomienda llevarlo a su tope estructural en aquellos casos en los que se garantice el empotramiento adecuado en roca.

La longitud de empotramiento en roca deberá definirse para cada caso en concreto.

La carga de hundimiento Q_h del pilote se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$Q_h = A_p \cdot r_p + A_f \cdot r_f$$

Donde:

A_p : área de la punta del pilote

r_p : resistencia unitaria por punta del pilote

A_f : área del fuste del pilote

r_f : resistencia unitaria por fuste del pilote

En fase de diseño de la cimentación, se determinará el diámetro de la punta del pilote (A_p), el perímetro de la sección transversal del pilote (p_f) y su empotramiento (L) en roca.

Seguidamente se definen los criterios para estimar el valor de la resistencia por punta y por fuste para la litología que constituye el substrato rocoso en la zona de proyecto.

Resistencia por punta

Código Técnico de la Edificación (CTE 2006)

En el caso de pilotes en roca, se puede determinar directamente el valor de la resistencia por punta de cálculo (R_{cd}), es decir, afectada por el factor de seguridad, a través de los valores $q_{p,d}$ y $\tau_{f,d}$ determinados según se indica en el anejo F.2.4.

En concreto, el CTE recoge la siguiente expresión:

$$q_{p,d} = K_{sp} \cdot q_u \cdot d_f$$

Donde:

$q_{p,d}$: valor de cálculo de la resistencia unitaria por punta.

K_{sp} : coeficiente utilizado en cimentaciones superficiales en roca definido en subapartado 3.2.1.1. del presente informe.

d_f : coeficiente que tiene en cuenta el empotramiento y que se define mediante la siguiente expresión:

$$d_f = 1 + 0,4 \cdot \frac{L_r}{D} \leq 2$$

Donde:

L_r : longitud de empotramiento

D : diámetro del pilote

Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera (GCOC 2009)

Por su parte, la *Guía de Cimentaciones de Carreteras* del Ministerio de Fomento recomienda la siguiente expresión:

$$q_p = 2 \cdot p_{v,adm}$$

Donde:

q_p : resistencia unitaria por punta para estimar la carga de hundimiento

$p_{v,adm}$: carga admisible en cimentaciones superficiales en roca definido en subapartado 3.2.1.1.

En cualquier caso, y salvo justificación expresa en contra, el valor de q_p se limitará a un valor máximo de 20 MPa.

Resistencia por fuste

Por su parte, la estimación de la **resistencia unitaria por fuste** suele referirse a la resistencia unitaria por punta obtenida, o bien a la resistencia a compresión simple.

Código Técnico de la Edificación (CTE 2006)

El CTE recoge la siguiente expresión:

$$\tau = 0,2 \cdot q_u^{0,5}$$

Donde:

τ : resistencia unitaria por fuste de cálculo.

q_u : resistencia a compresión simple, expresada en MPa. **Considerar 10 MPa.**

Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera (GCOC 2009)

La *Guía de Cimentaciones de Carreteras* dentro de la zona de empotramiento en roca se puede considerar, para la evaluación de la capacidad de carga de los pilotes perforados, una resistencia unitaria por fuste, τ_f , igual a:

$$\tau_f = 0,1 \cdot q_p$$

Donde:

τ_f = Resistencia unitaria por fuste, dentro del empotramiento en roca.

q_p = Resistencia unitaria por punta que correspondería a dicha roca según se ha determinado en este epígrafe, antes de ser afectada por el factor d_f , en su caso.

En cualquier caso, y salvo justificación expresa en contra, el valor y τ_f se limitará a un valor máximo de 2 MPa.

3.2.1.3.- Cimentación profunda mediante micropilotes

En caso de optarse por una cimentación del puente y estribos mediante micropilotes, se pueden seguir las indicaciones recogidas en la “*Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera*”, editada por el Ministerio de Fomento, octubre de 2.005.

Se define como micropilote al elemento estructural cilíndrico, de diámetro inferior a 300 mm, perforados en el terreno y armados con tubería de acero, en ocasiones reforzada con una o varias barras corrugadas, e inyectado con lechada o mortero de cemento en una o varias fases.

Estos elementos resisten fundamentalmente frente a esfuerzos axiales, presentando una resistencia frente a corte y a flexión generalmente baja.

El que se inyecte la perforación en la que se aloja la armadura metálica puede suponer una mejora del terreno circundante, efecto beneficioso de difícil cuantificación.

Mediante la investigación geotécnica realizada se ha comprobado la relativa proximidad del substrato rocoso respecto a la superficie del terreno actual, por lo que se deberán empotrar los micropilotes en la roca sana.

La respuesta resistente de los micropilotes es análoga a la de los pilotes, componiéndose de resistencia por punta y resistencia por fuste.

Generalmente, la resistencia por punta será baja, dado el escaso valor del área de un micropilote, por lo que el mecanismo resistente fundamental de un micropilote suele ser la resistencia por fuste, incluso en el caso de empotrar en roca.

En consecuencia, la resistencia frente a hundimiento de un micropilote puede indicarse de la siguiente manera:

$$R_{c,d} = R_{p,d} + R_{fc,d}$$

Donde:

$R_{c,d}$: Resistencia de cálculo frente al modo de fallo de hundimiento

$R_{p,d}$: Resistencia por punta de cálculo

$R_{fc,d}$: Resistencia por fuste de cálculo frente a esfuerzo de compresión

Para considerar que un micropilote está empotrado en roca, han de verificarse las siguientes condiciones:

- El grado de meteorización de la roca será inferior o igual a GM-III.
- El valor del RQD será mayor del 60%.
- **La resistencia a compresión simple de la roca será superior a 20 MPa.**
- El empotramiento en la roca será superior a seis diámetros, medidos sobre el nivel de la punta.

En el caso de empotrar los micropilotes en roca, las resistencias por punta y por fuste pueden calcularse según las siguientes expresiones:

$$R_{c,d} = A_{l,e} \cdot f_{e,d} + A_{p,e} \cdot q_{pe,d}$$

Donde:

$A_{l,e}$: área lateral del micropilote en el empotramiento en roca

$A_{p,c}$: área de la sección recta de la punta en el empotramiento de la roca

$f_{e,d}$: resistencia unitaria por fuste de cálculo en el empotramiento en roca

$q_{pe,d}$: resistencia unitaria por punta de cálculo en el empotramiento en roca

Los valores de cálculo son los indicados en el siguiente Cuadro:

TIPO DE ROCA	$f_{e,d}$ (MPa)	$q_{pc,d}$
Margas y margocalizas	0,15 – 0,40	$0,07 \cdot q_u$
Pizarras y otros esquistos	0,20 – 0,30	$0,07 \cdot q_u$
Areniscas	0,30 – 0,45	$0,07 \cdot q_u$
Calizas y dolomías	0,40 – 0,50	$0,10 \cdot q_u$
Granitos y basaltos	0,40 – 0,60	$0,10 \cdot q_u$

Cuadro IV – Resistencia unitaria de cálculo para micropilotes empotrados en roca

Donde:

q_u : Resistencia a compresión simple de la roca matriz

En las expresiones anteriores, al tratarse de valores de cálculo, ya llevan implícitos los factores de seguridad a aplicar.

La “*Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera*” **no contempla el caso de rocas blandas**, ya que las exigencias para considerar un micropilote en roca exigen una resistencia a compresión simple de 20 MPa, mientras que para suelos la resistencia a compresión máxima considerada es de 0,4 MPa.

En nuestro caso en concreto, se han alcanzado valores de resistencia a compresión simple para la roca GM-III-II del orden de 10 MPa. En este caso extremo, este tipo de roca blanda es asimilable a un suelo cohesivo duro.

En la Imagen 1, extraída de la Guía de referencia, se adjuntan los valores de rozamiento unitario límite de los micropilotes empotrados en suelos granulares y en suelos cohesivos a partir de correlaciones con parámetros geotécnicos habituales (golpeos SPT, presiones límite medidas en presiómetros y resistencias a compresión simple).

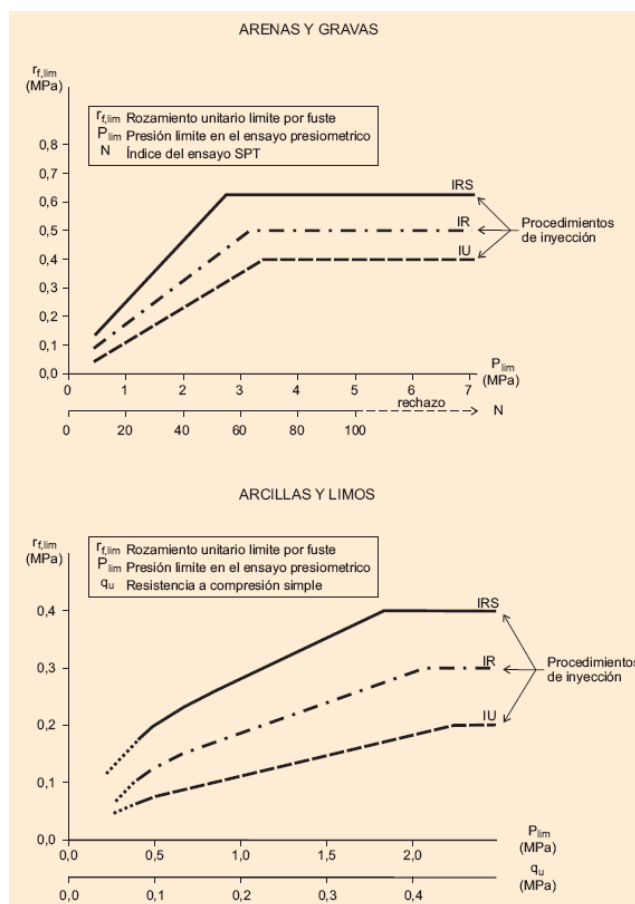


Imagen 1 – Rozamiento unitario límite por fuste para micropilotes en suelos

Teniendo en cuenta que los valores de las gráficas anteriores son valores últimos o límite, los valores de cálculo se obtendrán aplicando los siguientes factores de seguridad:

DURACIÓN	F.S.
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración inferior o igual a seis meses	1,45
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a seis meses	1,65

Cuadro V – Factores de seguridad para micropilotes empotrados en suelos

A la vista de los diseños desarrollados en proyecto, no se prevé que ninguna de las cimentaciones previstas sea necesario colocar pilotes inclinados con el objeto de soportar esfuerzos horizontales.

En principio, no se prevé la ejecución de pilotes inclinados. Si se diera esta posibilidad, se recomienda no inclinarlos más de 20° a 30° respecto la vertical.

En esta situación, es posible que los esfuerzos horizontales se repartan en la distribución geométrica de micropilotes como esfuerzos de compresión y tracción. En el caso de que alguno de los pilotes se vea sometido a una resultante de tracción, de cara al diseño y al cálculo deberán tenerse en cuenta las consideraciones de la *“Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera”* del Ministerio de Fomento.

En concreto, la resistencia del fuste a tracción debe minorarse según el siguiente Cuadro:

SITUACIÓN DE CÁLCULO	COEFICIENTE DE MINORACIÓN
Micropilotes sometidos alternativamente a esfuerzos de compresión y tracción	0,60
Micropilotes sometidos únicamente a esfuerzos de tracción	0,75

Cuadro VI – Coeficientes de minoración de fuste en micropilotes bajo tracción

3.2.2.- Excavación de pozos de cimentación y medidas de achique

Los pozos de cimentación para los encepados de los micropilotes o de los pilotes se excavarán con medios mecánicos convencionales.

El talud de excavación de las zapatas o encepados no será más vertical que el 1(H):1(V) para facilitar la salida de la trinchera del personal y equipos.

Deberá disponerse en obra de los medios de achique necesarios para evitar la inundación de los pozos y zanjas por agua proveniente de la escorrentía superficial.

3.2.3.- Agresividad del terreno

La muestra de agua tomada en el sondeo S-01, ha resultado agresiva con un grado de agresividad Débil (Qa) según el contenido de sulfatos y CO₂ libre, de acuerdo con las indicaciones de la norma vigente EHE-08.

3.2.4.- Sismicidad

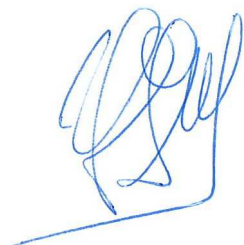
Para valorar la sismicidad se ha empleado la normativa vigente NCSE-02. Según esta norma, la valoración de la aceleración de cálculo dependerá de la situación geográfica (aceleración sísmica básica a_b), el riesgo admisible de la obra en diseño y el comportamiento del terreno frente a las acciones sísmicas.

De acuerdo con el Mapa de Peligrosidad Sísmica incluido anteriormente, la zona estudiada se localiza en una zona cuyo valor de la aceleración sísmica básica $a_b < 0,04$ g, donde no es necesario considerar las acciones sísmicas sobre las estructuras proyectadas.

3.3.- CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO EN FASE DE OBRA

Se recomienda que los trabajos de movimiento de tierras y de cimentación del puente, sean supervisados por personal técnico especialista en Geotecnia, que a la vista de las características del terreno compruebe que éstas se ajustan a las descritas en el presente Informe e introduzca en su caso las modificaciones que considere oportunas.

San Sebastián, a 30 de octubre de 2.020



Fdo.: **Ioseba Jugo Meabe**
Ingeniero de Caminos
(Col. N°: 6.963)



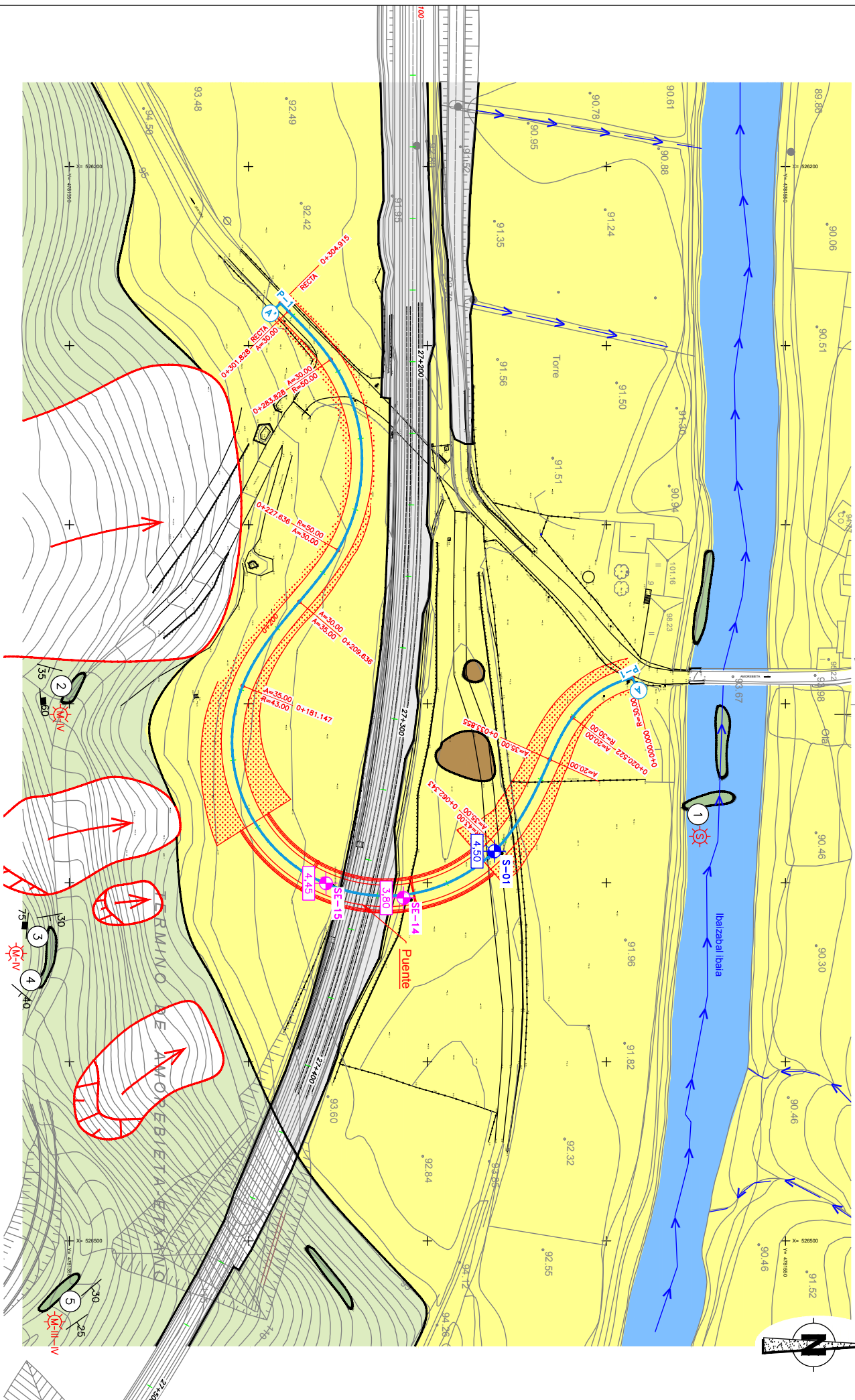
Fdo.: **Iñaki Ibarbia Ilarraz**
Geólogo
(Col. N°: 1.452)

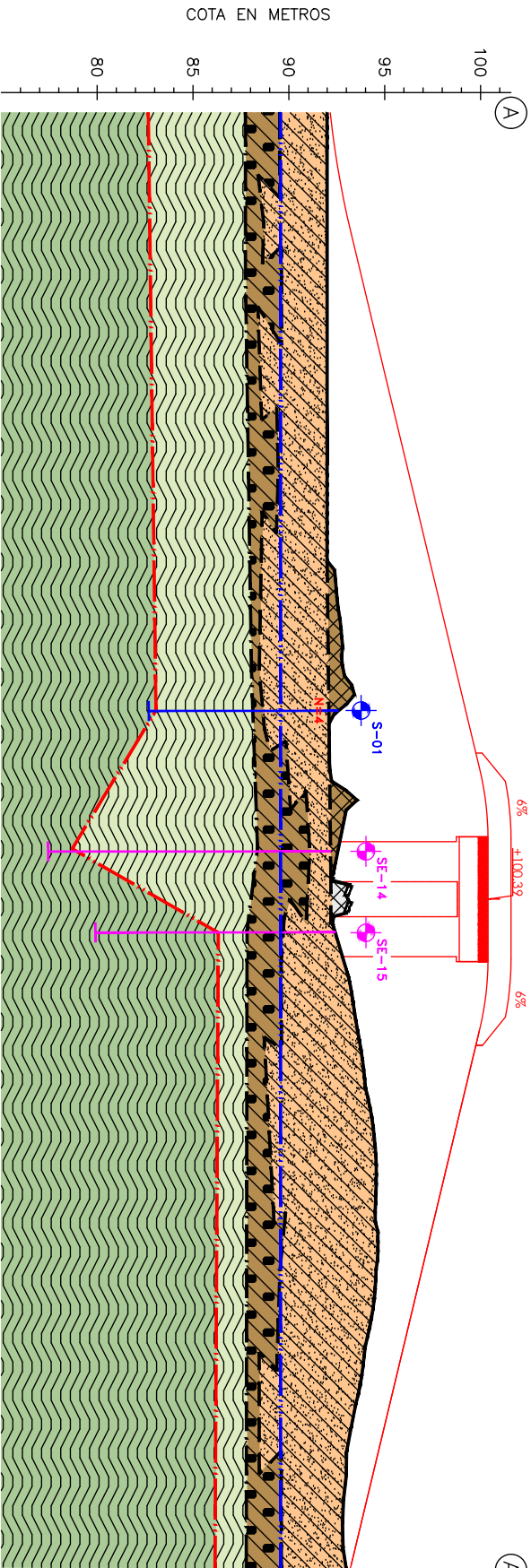


Fdo.: **Alejandro Bocanegra Manzano**
Ingeniero de Caminos
(Col. N°: 32.430)

FIGURAS

Profundidad comprobada de aparición de la roca (en m)





RELLENOS ARTIFICIALES

- Plataforma FFCC (rellenos compactados)
- Rellenos heterogéneos sin compactar
- Gravas y bolos grises con indicios de arcilla y arena.
- Mediamente densos

SUELOS

Edad: Cuaternario

Aluvial

- Arcilla limosa, vetada marrón anaranjada y gris con indicios de arena arcillosa marrón anaranjada. Fioja
- (CL/SC) arena, moderadamente firme a firme. Frecuentes intercalaciones de arena arcillosa marrón anaranjada. Fioja
- (GC) Grava marrón con indicios a algo de arcilla y arena. Mediamente densa a densa. Ocasionales bolos

ROCA

Edad: Cretácico Inferior (Ablense Superior-Cenomaniense Inferior)

Complejo Supraurgoniano

- Limolitas y arcillas grises oscuras con ocasionales intercalaciones de areniscas grises claras, en estratos de espesor cm-mm

SIMBOLOGÍA

- Roca meteorizada (Grado V-II), de color marrón grisáceo o gris oscuro
- Roca sana (Grado II), de color gris oscuro
- Contacto entre diferentes tipos de rellenos y/o suelos
- Contacto suelo-roca
- Contacto roca meteorizada-roca sana
- Situación del nivel freático (Sep-2020)
- Nº de golpes/30 cm en ensayo SPT
- Trazado y puente proyectados

LEYENDA

PUNTOS DE INVESTIGACION

- Sondeo con extracción continua de testigo (supervisado por IKERLUR)
- Sondeo geotécnico preexistente (*)

(*) "Proyecto de construcción del desdoblamiento del tramo Euba-Iurreta de la línea férrea Bilbao-Domostia de Eusko Trenbideak-Ferrocarriles Vascos S.A.", redactado por la Ingeniería Fulcrum en 2.004

EV:1/250
EH:1/1.000

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



APÉNDICES

A-1

Escala de meteorización de la roca

ESCALA DE METEORIZACIÓN DE LA ROCA ¹

Grado de meteorización	Denominación	Criterios de reconocimiento
I	Sana	Roca no meteorizada. Conserva el color y el lustre en toda la masa.
II	Sana con juntas teñidas de óxido	Las caras de las juntas están manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre ellas mantiene el color y el lustre de la roca sana.
III	Moderadamente Meteorizada	Claramente meteorizada a través de la petrofábrica reconociéndose el cambio de color respecto de la roca sana. El cambio de color puede ser desde simples manchas a variación de color en toda la masa, generalmente a colores típicos de óxidos de hierro, la resistencia de la roca puede variar desde muy análoga a la roca grado II a bastante más baja, pero tal que <i>trozos de 25 cm² de sección no pueden romperse a mano</i> .
IV	Muy Meteorizada	Roca intensamente meteorizada, que puede desmenuzarse y romperse a mano, aunque sus elementos son perfectamente reconocibles.
V	Completamente Meteorizada	Material con aspecto de suelo, completamente descompuesto por meteorización "in-situ", pero en el cual se puede reconocer la estructura de la roca original. Los elementos constitutivos de la roca se encuentran diferenciados, aunque totalmente descompuestos.

¹ Escala de meteorización de las rocas sedimentarias detríticas (Basada en la de D.G. Moye)

A-2

Caracteres geomecánicos del macizo rocoso

CARACTERES GEOMECÁNICOS DEL MACIZO ROCOSO

Datos de campo - Hoja 1 de 1

Datos obtenidos por: I.I.I.

Título Trabajo Supresión Paso a nivel Bernabeitia										Localidad AMOREBIETA				Fecha 15/09/2020				Ref. Trabajo T-200606																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Punto observación	TIPO DE PLANO	ORIENTACIÓN		CONTINUIDAD (m)						ESPACIADO (m)				SUPERFICIE		RELLENO		PARÁMETROS GEOMECÁNICOS						LITOLOGÍA	METEORIZACIÓN	RESISTENCIA	AGUA	Observaciones																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		Dir.Buzam. (°)	Buzamiento (°)	s/ RUMBO						< 0,5	0,5 - 2	2 - 4	> 4	ONDUL.	RUGOS.	ESPES. (mm)	TIPO	Jv	Jn	Jr	Ja	Jw	SRF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				0,5	1	2	4	8	>8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Observaciones

- 1 Afloramiento en cauce de río.
- 2 Limolitas y argilitas Grado IV.
- 3 Limolitas y argilitas, con intercalaciones de arenisca (dm-cm). Las argilitas cm.

A-3

Clave de descripción y Clasificación de suelos

CLAVE DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE SUELO SEGÚN SU TAMAÑO ¹

Tipo de suelo	Denominación	Tamaño de partículas en mm.
GRANO MUY GRUESO	Bloques Grandes	> 630
	Bloques	> 200 a 630
	Bolos	> 63 a 200
GRANO GRUESO	Grava Gruesa	> 20 a 63
	Grava Media	> 6,3 a 20
	Grava Fina	> 2,0 a 6,3
	Arena Gruesa	> 0,63 a 2,0
	Arena Media	> 0,2 a 0,63
	Arena Fina	> 0,063 a 0,2
GRANO FINO	Limo	> 0,002 a 0,063
	Arcilla	≤ 0,002

Descripción adicional de FRACCIONES SECUNDARIAS

Descripción	Proporción (% en peso)
Aplica a grava-arena-limo-arcilla: Indicios	5 a 10
Algo	10 a 20
Bastante	20 a 35
sufijo OSO / OSA	35 a 50

SUELOS DE GRANO GRUESO – Densidad relativa según ENSAYO S.P.T.


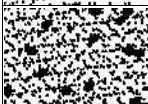
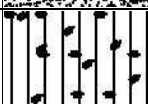





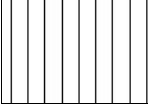


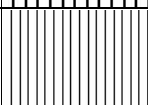
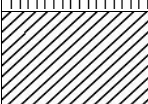
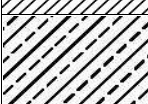
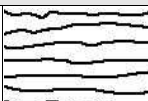
Densidad	Golpeo S.P.T. / 30 cm.
Muy Flojo	< 5
Flojo	5 a 10
Medianamente Denso	11 a 30
Denso	31 a 50
Muy Denso	> 50

SUELOS DE GRANO FINO – Resistencia según COHESIÓN sin drenaje

Resistencia	Cohesión (Kp/cm ²)
Muy blando	< 0,125
Blando	0,125 a 0,25
Moderadamente Firme	0,25 a 0,50
Firme	0,50 a 1
Muy Firme	1 a 2
Duro	> 2

¹ Fuente: UNE-EN ISO 14688-1:2003-Ingeniería geotécnica-Identificación y clasificación de suelos

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

GRUPOS PRINCIPALES			Símbolo GRÁFICO	Símbolo LETRAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUELOS DE GRANO GRUESO Más del 50% material <u>retenido</u> por tamiz n° 200	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA Más del 50% fracción gruesa <u>retenida</u> por tamiz n° 4	GRAVA LIMPIA		GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
				GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo.
				GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-limo
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS Más del 50% fracción gruesa <u>pasa</u> por tamiz n° 4	ARENA LIMPIA		SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
				SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		SM	Arenas limosas, mezclas de arena-Limo.
				SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO Más del 50% material <u>pasa</u> por tamiz n° 200	LIMO Y ARCILLA Límite líquido <u>menor</u> de 50		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos arcillosos poco plásticos	
			CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras	
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco pláticas	
	LIMO Y ARCILLA Límite líquido <u>mayor</u> de 50		MH	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas, o suelos limosos	
			CH	Arcillas inorgánicas muy plástica, arcillas grasas	
			OH	Limos orgánicos de plasticidad mediana o muy plásticas, limos orgánicos	
		SUELOS MUY ORGÁNICOS			PT

A-4

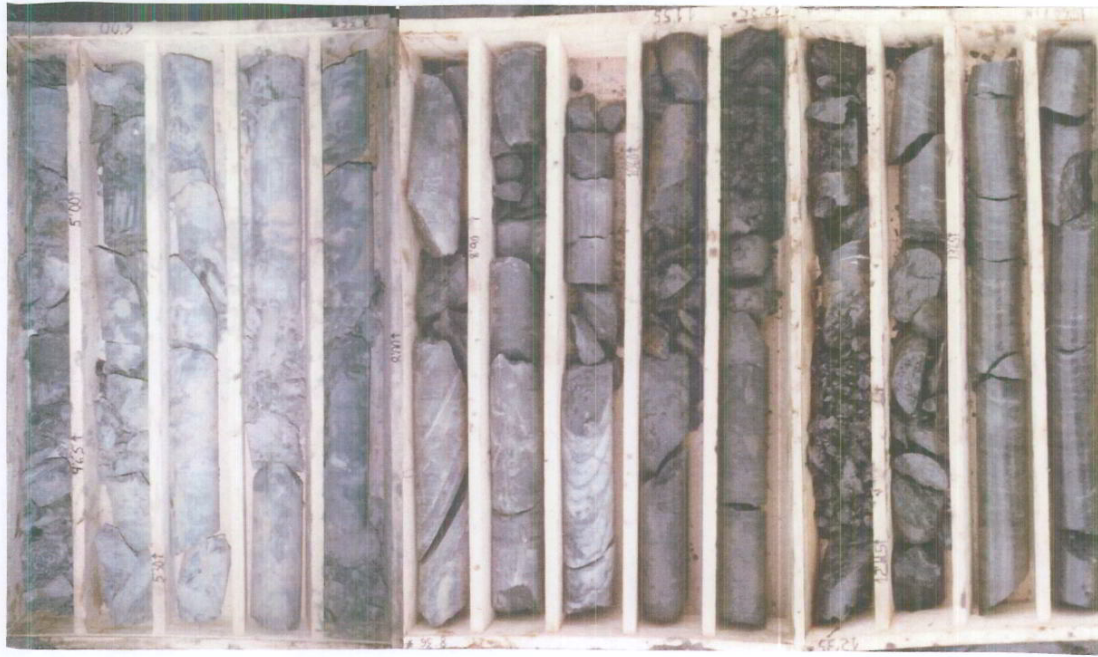
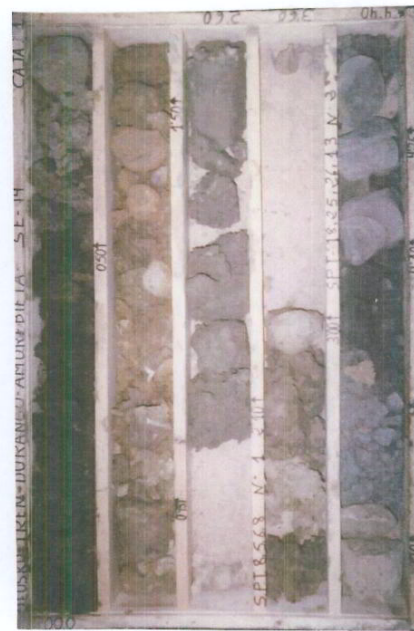
Registro de sondeos

- Resumen de sondeos
- Presentación de los registros de sondeos
 - o Sondeos preexistentes: Fulcrum, 2.004, “*Proyecto de Construcción del desdoblamiento del tramo Euba-Iurreta de la línea férrea Bilbao-Donostia de Eusko Trenbideak-Ferrocarriles Vascos, S.A.*”
 - o Sondeos efectuados para este estudio

Ref. Trabajo: **T-200606** Supresión Paso a nivel Bernabeitia

Localidad: AMOREBIETA

Sondeo	Cota inicio (m)	Prof. roca METEORIZA DA (m)	Prof. roca SANA (m)	Profundidad FINAL (m)	Fecha inicio sondeo	Fecha fin sondeo
S-01	93.000	4.45	6.00	10.00	22-07-20	22-07-20



PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO DEL TRAMO EUBA-IURRETA DE LA
LÍNEA FÉRREA BILBAO-DONOSTIA DE EUSKO TREBIDEAK-FERROCARRILES VASCOS, S.A.
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SE-14

FECHA: ENERO 2004
SITUACION (P.K): 27+350
DISTANCIA A EJE: 11 m OCHA

COORDENADAS

X: 92.8

Y:

Z:

SUPERVISOR: R. SANCHEZ

EMPRESA: GEODECAN

TIPO SONDIA: ROLATEC 400

SONDISTA: SANTIAGO

SONDEO SE-15

ENSAYOS DE LABORATORIO

H.MEDIO NATURAL %	DENSIDAD SECA T ₂₀₀	LÍMITES DE ATERRERO			R.C. kg/cm ³	
		% GRASA	% ARENA	% FINOS		
20	1.68	25.9	0	13	87	0.91
22	1.68	33.15	0	15	85	1.44

DESCRIPCION

SUELO VEGETAL: CL- ARCILLA NEGRA CON RAICES (BLANDA)

SUELO ALUVIAL:
CL-ARCILLA MARRON ANARANJADO Y GRIS CON ALGO DE ARENA (BLANDA A MOD. FIRME)

AUMENTA CONSISTENCIA A (MOD. FIRME A FIRME)

GC- GRAVIA CON BASTANTE ARENA Y ARCILLA GRIS (DENSA) GRAVIA REDONDEADA DE ARENISCA Y LIMOLITA

PASA A REGISTRO DE ROCA

RECUPERACION %

MUESTRA N°

GOLPES / 30 cm

SIMBOLO GRAFICO

SONDEO SE-15

ENSAYOS DE LABORATORIO

H.MEDIO NATURAL %	DENSIDAD SECA T ₂₀₀	LÍMITES DE ATERRERO			R.C. kg/cm ³	
		% GRASA	% ARENA	% FINOS		
20	1.68	25.9	0	13	87	0.91
22	1.68	33.15	0	15	85	1.44

DESCRIPCION

SUELO VEGETAL: CL- ARCILLA NEGRA CON RAICES (BLANDA)

SUELO ALUVIAL:
CL-ARCILLA MARRON ANARANJADO Y GRIS CON ALGO DE ARENA (BLANDA A MOD. FIRME)

AUMENTA CONSISTENCIA A (MOD. FIRME A FIRME)

GC- GRAVIA CON BASTANTE ARENA Y ARCILLA GRIS (DENSA) GRAVIA REDONDEADA DE ARENISCA Y LIMOLITA

PASA A REGISTRO DE ROCA

RECUPERACION %

MUESTRA N°

GOLPES / 30 cm

SIMBOLO GRAFICO

DATOS ESTRUCTURALES

BUZAMIENTO DE LA DISCONTINUIDAD PRINCIPAL

BUZAMIENTO (9 DE OTRAS DISCONTINUIDADES)

32° 45'

15° 45'

AZIMUT

A B C D E

LECTURAS DEL NIVEL FREATICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACION

PROFUNDIDAD m	+1	+2	+3	+4	+5	+14	+21
TIEMPO EN DIAS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3

REGISTRO DE SONDEO

LECTURAS DEL NIVEL FREATICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACION

PROFUNDIDAD m	+1	+2	+3	+4	+5	+14	+21
TIEMPO EN DIAS	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3

REGISTRO DE SONDEO

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL DESDOBLAMIENTO DEL TRAMO EUBA-IURRETA DE LA
LÍNEA FÉRREA BILBAO-DONOSTIA DE EUSKO TRENBIDEAK-FERROCARRILES VASCOS, S.A.
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SE-15



Ref. Trabajo: T-200606
Título: Supresión Paso a nivel Bernabeitia
Localidad: AMOREBIETA
Fecha inicio: 22/07/2020 Fecha fin: 22/07/2020

Ref. Trabajo: T-200606
Título: Supresión Paso a nivel Bernabeitia
Localidad: AMOREBIETA
Fecha inicio: 22/07/2020 Fecha fin: 22/07/2020
Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (526391.0000 ; 4781468.0000 ; 93.000)

Profundidad final: 10.00 m.

SONDEO: S-01

Registro procedido con GINT - V.8.30.004 - C3341 - T-200606 - AMOREBIETA.GPJ

Ensayos campo

ROCA

Estructura

MUESTRAS

Ensayos Laboratorio



T-200606
S-01
Hoja 1 de 2

PROFUNDIDAD (m)		NIVEL FREÁTICO		RECUPERACIÓN (%)		Clasificación S.U.C.S.		SÍMBOLO GRÁFICO		DESCRIPCIÓN		Vane Test (kg/cm²)		Penetrómetro de bolsillo (kg/cm)²		GRADO de METEORIZACIÓN		FRACTURAS - N° / 30 cm		RQD %		ESTRUCTURA - Esquistosidad		ESTRUCTURA - Estratificación		JUNTAS - Orientación/Buzamiento		Tipo de muestra		N° de MUESTRA		N° de golpes / 15 cm. (Valor N en SPT)		% finos		Límite líquido		Límite plástico		Índice de plasticidad		Humedad %		Densidad húmeda (gr/cm³)		RCS-Resistencia compresión simple (KPa)		REGISTRO FOTOGRÁFICO		COTA (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
										Espesor de capa 0.00 m. RELLENO ARTIFICIAL . Gravas y bolos grises con indicios de arcilla y arena. Mediamente densos. - Grava de grano de arena gruesa, compuesta por caliza y oñita verde. 0.90 m. SUELO ALUVIAL . Arena arcillosa marrón anaranjada (beige) con indicios de grava. Floja.		Cota de capa 92.71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

REGISTRO FOTOGRÁFICO



NOTAS: Fin del sondeo en roca Grado II. Se instala tubería piezométrica de PVC.

Muestra Nivel freático SPT cerrado con puntaza Medio durante sondeo Muestra inalterada Final de sondeo (corto plazo) Muestra parafinada Después de sondeo (largo plazo)

Geólogo: I.L.L.



Ref. Trabajo: T-200606

Título: Supresión Paso a nivel Bernabeitia

Localidad: AMOREBIETA

Fecha inicio: 22/07/2020 Fecha fin: 22/07/2020

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (526391.0000 ; 4781468.0000 ; 93.000)



Profundidad final: 10.00 m.

SONDEO: S-01



T-200606
S-01
Hoja 2 de 2

Registro procedido con GINT - V.8.30.004 - C33441 - T-200606, AMOREBIETA.GPJ

Geopuntos										Ensayos campo	ROCA	Estructura	MUESTRAS	Ensayos Laboratorio						Hoja 2 de 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Registro procesado con gINT v. 8.30.004 - CG3641 - T.200606_AVOHERBETIA.GPJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
PROFUNDIDAD (m)										NIVEL FREÁTICO	RECUPERACIÓN (%)	Clasificación S.U.C.S.	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm)²	GRADO de METEORIZACIÓN	FRACTURAS - N° / 30 cm	RQD %	ESTRUCTURA - Esquistosidad	ESTRUCTURA - Estratificación	JUNTAS - Orientación/Buzamiento	Tipo de muestra	N° de MUESTRA	N° de golpes / 15 cm. (Valor N en SPT)	% finos	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm³)	RCS-Resistencia compresión simple (KPa)	REGISTRO FOTOGRÁFICO	COTA (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
										100					Espesor de capa Cota de capa 1.00 - 0.30 - 0.20 - 0.30 - - La roca presenta aspecto algo leccionizado. 83.9 83.5 83.3 83.0						30° C/70°																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			



NOTAS: Fin del sondeo en roca Grado II. Se instala tubería piezométrica de PVC.

Muestra SPT cerrado con puntaza Medido durante sondeo Muestra lateralada Final de sondeo (corto plazo) Muestra parafinada Después de sondeo (largo plazo)

Geólogo: I.L.L.

A-5

Ensayos de campo y de laboratorio

- Resumen de ensayos SPT y muestras extraídas
- Ensayos de campo
- Ensayos de laboratorio

ENSAYOS DE CAMPO

Realizados por: **IKERLUR S.L.**

- Resumen de ensayos realizados

Ref. Trabajo: **T-200606** Supresión Paso a nivel Bernabeitia
Localidad: AMOREBIETA

Sondeo	Prof. superior (m)	Prof. inferior (m)	MUESTRA	Golpeo1	Golpeo2	Golpeo3	Golpeo4
S-01	1.20	1.80	SPT-C-01	3	1	3	5
S-01	3.00	3.60	MI-01	3	5	6	16
S-01	6.10	6.40	MP-01				
S-01	7.50	7.70	MP-02				

ENSAYOS DE LABORATORIO

Subcontratados a: **GTK, S.L.P.**

- Acta de resultados de ensayo

INFORME DE RESULTADOS

INFORME Nº: E130820

REF. MUESTRAS: 7152-7155 / 7360 - 7364

PETICIONARIO: IKERLUR GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
Edificio Ondarreta, Planta 2ª, Local 5
20018 SAN SEBASTIÁN

SOLICITUD / OBRA:
Ensayos de suelos, rocas y aguas / T-200606 - Amorebieta (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 31 hojas, incluida ésta.

En Liendo, a 1 de octubre 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 2
	RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS	

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):			T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.		
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS			7152	7153	7154	7155	7360
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S-01	S-01	S-01	S01	S01
	TIPO DE MUESTRA		MI-1	TP-1	TP-2	Agua	MR1
	PROFUNDIDAD (m)		3,00-3,60	6,10-6,40	7,50-7,70	-	4,80-5,70
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		SC				
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 μ (%)	38,2				
		SUPERIOR A 5 mm (%)	0,0				
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L	28,9				
		LÍMITE PLÁSTICO W _P	17,8				
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p	11,1				
	HUMEDAD NATURAL ω (%)		22,9				
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		2,02				
	DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1,65				
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm ³)						
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)						
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)		40	16	16		
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)		39	119	71		
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)					DÉBIL	
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.)		0,365				
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)		0,068/0,098				
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)		2,454/0,0031				
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)		95				
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)		48				
	COHESIÓN (kPa)		57				
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)			8,54	3,51		
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						0,65
	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 2 de 2
	RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS	

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):			T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.	
REFERENCIA			7361	7362	7363	7364
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO		S01	S01	S01	S01
	TIPO DE MUESTRA		MR2	MR3	MR4	MR5
	PROFUNDIDAD (m)		5,70-7,00	7,00-7,80	7,80-8,40	8,40-9,30
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.					
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 μ (%)				
		SUPERIOR A 5 mm (%)				
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W_L				
		LÍMITE PLÁSTICO W_p				
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I_p				
	HUMEDAD NATURAL ω (%)					
	DENSIDAD APARENTE (g/cm^3)					
	DENSIDAD SECA (g/cm^3)					
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm^3)					
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)					
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)					
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; $\text{mg SO}_4/\text{kg}$)					
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)					
	CONTENIDO EN YESO (%)					
	CONTENIDO EN SALES (%)					
	CONTENIDO EN CARBONATOS ($\%\text{CaCO}_3$)					
	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.)					
	MÓDULOS Edométrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)					
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)					
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO ($^\circ$)					
	COHESIÓN (kPa)					
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)					
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)		0,48	0,52	0,30	0,37
	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%					

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS


Hoja 1 de 2

PETICIONARIO (CLIENTE):	Ikerlur, S.L.		
OBRA:	T-200606 Amorebieta		
REALIZADO POR:	MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.	INFORME N°:	E130820
REVISADO POR:	PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:	01/10/2020


Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7152	3,00-3,60	S-01	MI-1	-	7153	6,10-6,40	S-01	TP-1	Positiva
					<p>La foto de la muestra se puede ver en el acta de compresión uniaxial</p>				
Arena arcillosa color anaranjado/gris, con algún fragm. rocoso					Limolita calcárea gris				

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7154	7,50-7,70	S-01	TP-2	Positiva	7155	-	S01	Agua	-
<p>La foto de la muestra se puede ver en el acta de compresión uniaxial</p>									
Limolita calcárea gris					Agua				

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
				Positiva					Positiva
									
Limolita calcárea y arenisca gris					Limolita calcárea gris				


 Fdo. Pablo Salvarrey
 Director del Laboratorio

Observaciones:


 Fdo. Ignacio San José
 Director Técnico

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

Hoja 2 de 2

PETICIONARIO (CLIENTE):	Ikerlur, S.L.		
OBRA:	T-200606 Amorebieta		
REALIZADO POR:	MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.	INFORME N°:	E130820
REVISADO POR:	PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:	01/10/2020

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
1	7,00-7,80	S01	MR3	Positiva	2	S01	7,80-8,40	MR4	Positiva



Limolita calcárea gris




Limolita calcárea gris

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
3	8,40-9,30	S01	MR5	Positiva					





Limolita calcárea gris

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Observaciones:


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 HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1)	

Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01 3,00-3,60 m		
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	24/07/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

Masa del agua	m_w (g)	22,27
Muestra húmeda	m_1 (g)	179,11
Muestra seca	m_2 (g)	156,84
Masa del recipiente	m_c (g)	59,45
Masa muestra seca	m_d (g)	97,39
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	22,9

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:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	3,00-3,60 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	24/07/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.


Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	22,27
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	179,11
Tara+suelo	$t+s$	156,84
Tara	t	59,45
Suelo	s	97,39
% Humedad	$w = a/s \times 100$	22,9

Masa muestra	m (g)	54,32
Masa muestra con relleno de huecos	m_f (g)	54,32
Masa muestra+parafina	m_c (g)	56,27
Densidad parafina	γ_p (Mg/m ³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	γ_{fl} (Mg/m ³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m_g (g)	27,10
Volumen muestra	$V = [(m_c - m_g)/\gamma_{fl}] - [(m_c - m_f)/\gamma_p] \times 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$	26,85
Densidad húmeda	$\gamma_{ap} = m / V$ (Mg/m ³)	2,02
Densidad seca	$\gamma_d = \gamma_{ap} / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m ³)	1,65

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

Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	3,00-3,60 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	31/07/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	876,30
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _t)	0,00
E	Fracción fina previa al cuarteo	876,30
E	Relac. Masas por el cuarteado	13,65
G	Fracción fina ensayada (m _s)	64,20

Masa del agua	m _w (g)	1,33
Muestra húmeda	m ₁ (g)	169,10
Muestra seca	m ₂ (g)	167,77
Masa del recipiente	m _c (g)	60,80
Masa muestra seca	m _d (g)	106,97
% Humedad	m _w /m _d x100	1,2

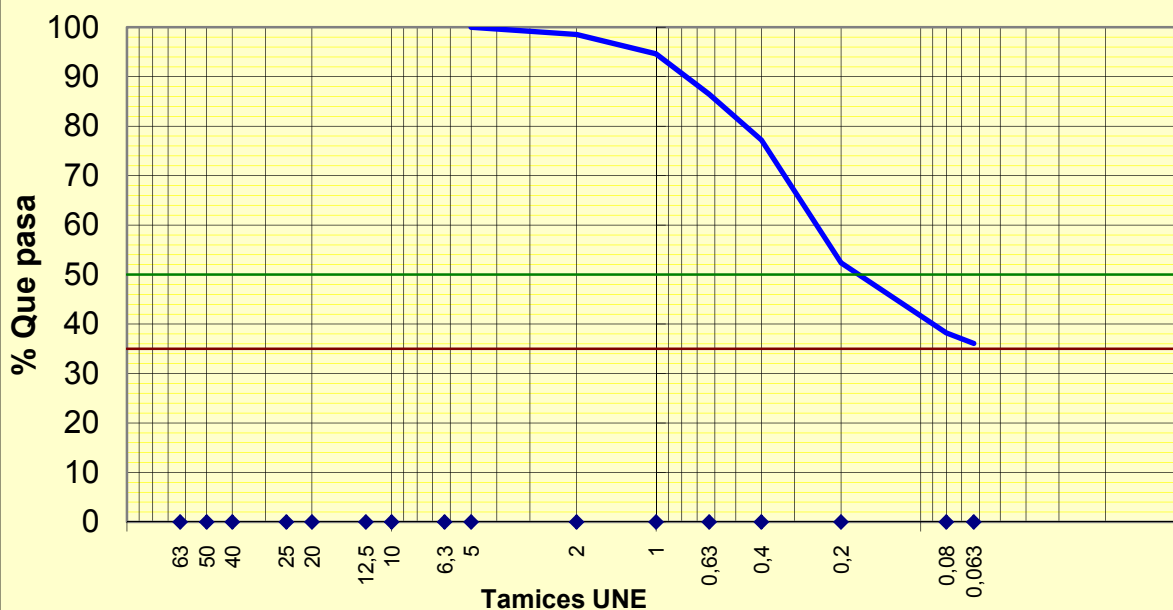
Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

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	
						876,3	100,0	
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,00	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			0,00	0,00	100,0	
12,5	1/2"	12,700	0,00	0,00		0,00	100,0	
10	3/8"	9,520	0,00	0,00		0,00	100,0	
6,3	1/4"	6,350	0,00	0,00		0,00	100,0	
5	Nº 4	4,750	0,00	0,00		0,00	100,0	
2	Nº 10	2,000	0,93	12,69		0,01	98,6	
1	Nº 18	1,000	2,53	34,53		0,05	94,6	
0,63	Nº 30	0,590	5,23	71,39		0,14	86,5	
0,40	Nº 40	0,420	5,94	81,08		0,23	77,2	
0,20	Nº 80	0,180	15,95	217,71		0,48	52,4	
0,08	Nº 200	0,074	9,08	123,94		0,62	38,2	
0,063	Nº 230	0,063	1,38	18,84		0,64	36,1	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,11					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		876,30					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,00					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,75	(Valor calculado)
--------------------------------	----------------------	------	-------------------

Nº Referencia Muestra: 7152

CURVA GRANULOMÉTRICA (% PASA)



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	98,6	94,6	86,5	77,2	52,4	38,2	36,1

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	1,4
ARENA	61,8	62,5
FINOS	38,2	36,1

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

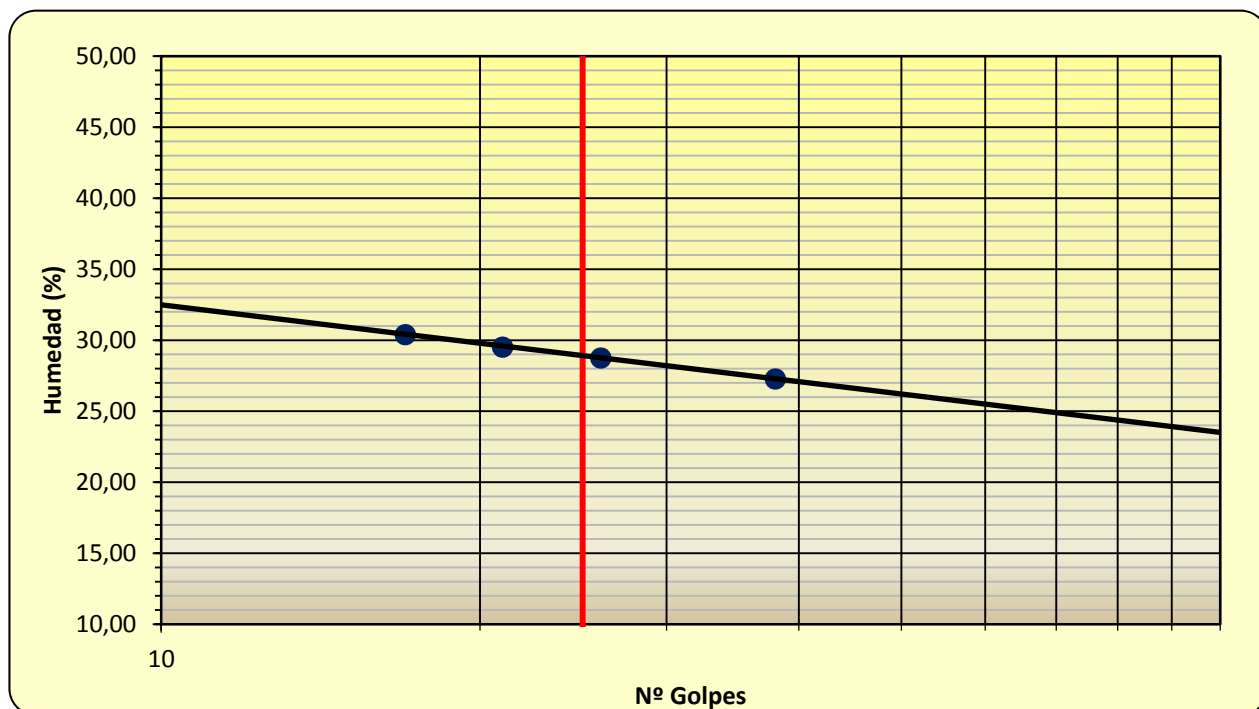
	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 2
	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)		

Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	3,00-3,60 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	03/08/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta Ikerlur, S.L.		

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	26	38
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	26,42	28,94	26,70	25,64
t+s	Tara+suelo	25,35	27,96	25,78	24,71
t	Tara	21,83	24,64	22,58	21,30
s=(t+s)-t	Suelo	3,52	3,32	3,20	3,41
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,07	0,98	0,92	0,93
w=100x a / s	Humedad (%)	30,40	29,52	28,75	27,27
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)	70,1	W (Muestra original):			22,87
		W (Previa al ensayo):			1,24
		m1 (g)	345,20	mr (g)	101,88
Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C			LÍMITE LÍQUIDO:		28,9

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



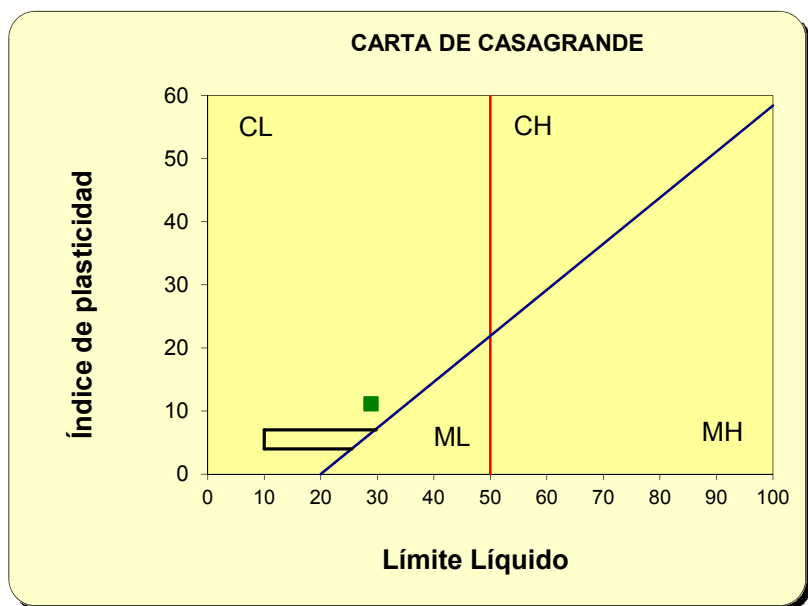
	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 2 de 2
	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)	

Nº Referencia Muestra: 7152

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,30	23,68
t+s	Tara+suelo	26,90	23,30
t	Tara	24,67	21,14
s=(t+s)-t	Suelo	2,23	2,16
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,40	0,38
w=100x a / s	Humedad (%)	17,94	17,59

LÍMITE PLÁSTICO
17,8

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	38,2
LÍMITE LÍQUIDO, LL	28,9
LÍMITE PLÁSTICO, LP	17,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	11,1
CLASIFICACIÓN SUCS	SC
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arena arcillosa	
ÍNDICE DE LIQUEDAD, I _L	0,5
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I _c	1,2
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I _a	-

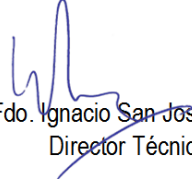


Método de preparación:

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

 GTK Laboratorio Geotécnico	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 1
	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN. SUELOS AGRESIVOS (UNE-EN 16502; UNE 83963)		

Nº Referencia Muestra:	7152		Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	3,00-3,60 m		
Fecha de Toma:	22/07/2020			
Fecha de Ensayo:	03/08/2020	Fecha de emisión del Informe:		01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.	

Peso de suelo seco ensayado (g)	100
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	50
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	1,0
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	40

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	126,3545
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	126,3592
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0047
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	38,6904
Contenido en ión SO₄²⁻ (%) (UNE 83963)	0,004

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	40	> 200	–	–
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	39	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo para el hormigón

OBSERVACIONES:


El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

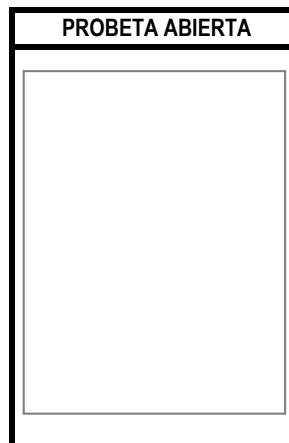
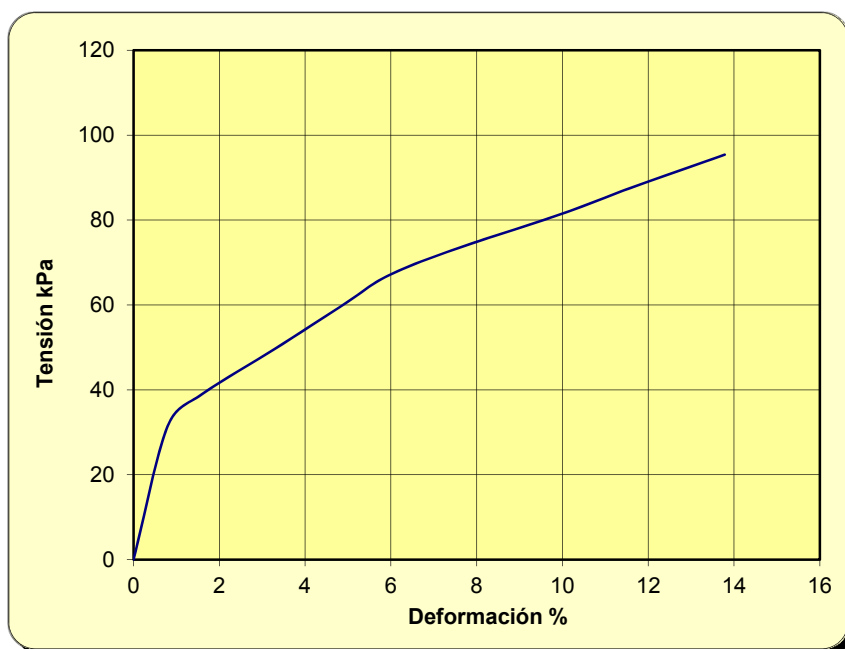
Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN PROBETAS DE SUELO (UNE-EN ISO 17892-7)

Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	3,00-3,60 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	04/08/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta	Ikerlur, S.L.	

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA
Diámetro	d (mm)	5,62	
Lado	m (mm)	-	
Lado	n (mm)	-	
Altura	h (mm)	10,97	
Humedad	w (%)	23,91	
Densidad aparente	γ_{ap} (Mg/m ³)	2,19	
Densidad seca	γ_d (Mg/m ³)	1,77	
Resistencia compresión simple	q_u (kPa)	95	
Velocidad de rotura de la probeta	v (mm/min)	2	
Deformación en rotura	ϵ (%)	13,8	



OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

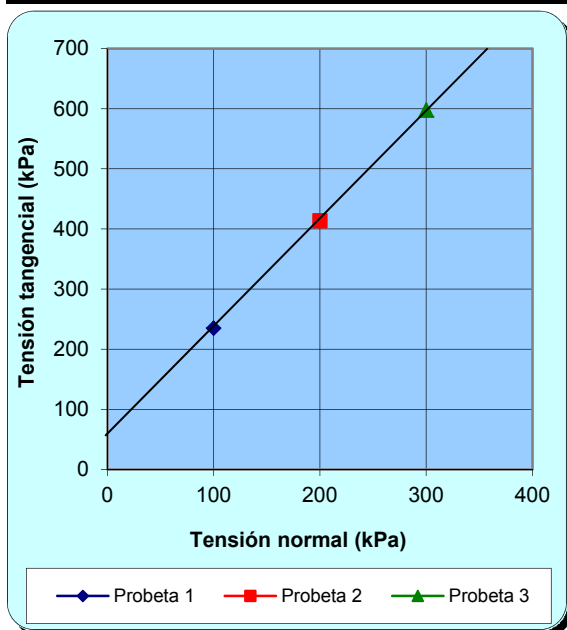

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-EN ISO 17892-10)

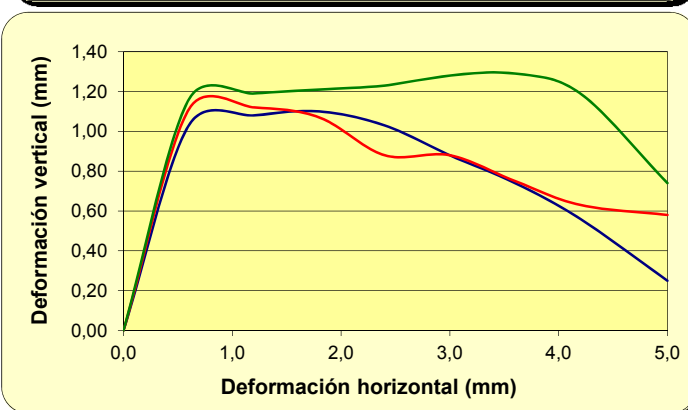
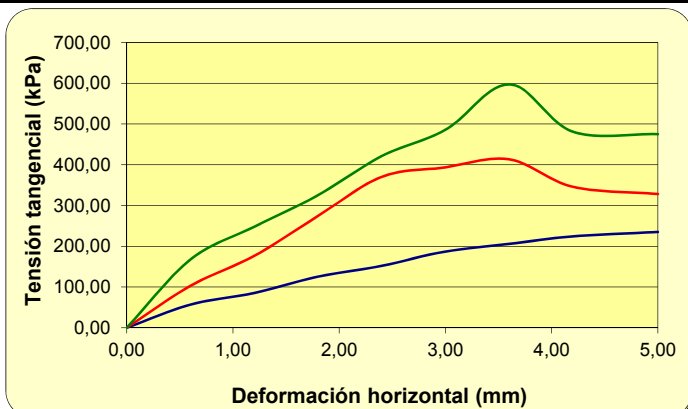
Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01 3,00-3,60 m	Tipo Ensayo:	CD _{CD}
Fecha de Toma:	22/07/2020	Tipo Muestra:	MI
Fecha de Ensayo:	10/08/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta Ikerlur, S.L.		

PROBETA	1	2	3
Tensión normal, σ (kPa)	100	200	300
Tensión tang. de pico, τ_p (kPa)	235,09	413,37	597,53
Tensión tang. residual, τ_r (kPa)	-	-	-
Diámetro (mm)	50,50	50,50	50,50
Altura (mm)	25,00	25,00	25,00
Humedad inicial, ω_i (%)	20,20	21,80	21,73
Humedad final, ω_f (%)	19,02	20,67	20,60
Densidad aparente inicial, γ_{ap} (Mg/m ³)	1,96	2,07	2,08
Densidad seca inicial, γ_d (Mg/m ³)	1,63	1,70	1,70
Velocidad de ensayo (mm/min)	0,01	0,01	0,01
Consolidación (mm)	0,96	1,05	1,11

FRICCIÓN INTERNA EFECTIVA (°):	48
COHESIÓN EFECTIVA(kPa):	57



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



OBSERVACIONES:

El ensayo se ha realizado sobre una muestra sumergida en agua.

Presencia significativa de fragmentos rocoso en la muestra ensayada.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

 GTK Laboratorio Geotécnico	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 7
	ENSAYO DE EDOMÉTRICO DE CARGA INCREMENTAL (ISO 17892-5:2017)	

Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	3,00-3,60 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	29/07/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta Ikerlur, S.L.		

Altura del anillo h_0 (mm)	19,98	Diámetro interior del anillo (mm)	49,68
Sección (mm ²)	1938,44	Volumen interior del anillo (cm ³)	38,73

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	210,26
Tara+suelo	(t+s)	196,12
Tara	(t)	132,25
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$	14,14
Suelo	$s = (t+s) - t$	63,87
% Humedad	$\omega_i = (a/s) \times 100$	22,14

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	209,10
Tara+suelo	(t+s)	196,12
Tara	(t)	132,25
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$	12,98
Suelo	$s = (t+s) - t$	63,87
% Humedad	$\omega_f = (a/s) \times 100$	20,32

Densidad aparente inicial (Mg/m ³)	$\gamma_{ap} = s / V$	2,01
Densidad seca inicial (Mg/m ³)	$\gamma_d = g / 1 + (h_i/100)$	1,65

3 kPa	0 De deformación	4,61
-------	------------------	------

CARGA			
5 kPa	-	150 kPa	3,84
10 kPa	4,52	300 kPa	3,54
20 kPa	4,40	600 kPa	3,19
40 kPa	4,27	1200 kPa	2,765
80 kPa	4,06	1500 kPa	-

DESCARGA			
1500 kPa	-	80 kPa	3,250
1000 kPa	-	40 kPa	-
600 kPa	-	20 kPa	-
300 kPa	2,83	10 kPa	-
150 kPa	-	5 kPa	-

I. de compresión, C_c	0,068
I. de entumecimiento, C_s	0,098

Módulo edo. secante, E_m (Mpa)	2,454
Coef. compresibilidad, a_v (m ² /KN)	0,00310

$P_{hinchamiento}$	$(Q / S) \times 1000$ (kPa)	0
Grado saturación inicial (%)	$S_r = (W_0 G) / e_0$	166,66
Índice de poros inicial	$e_0 = (G / g_d) - 1$	0,365
Densidad de partículas sólidas	d_L ; Mg/m ³	2,75

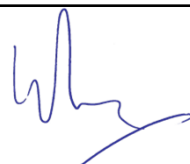
OBSERVACIONES: Los parámetros C_c , E_m y a_v se han determinado para el rango 150 - 300 Kpa;

el índice de entumecimiento se ha determinado para el rango 1200 kPa - 80 kPa

La temperatura de ensayo en el laboratorio varió entre 23-25°C.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

ENSAYO DE EDOMÉTRICO DE CARGA INCREMENTAL (ISO 17892-5:2017)

Nº Referencia Muestra:

7152

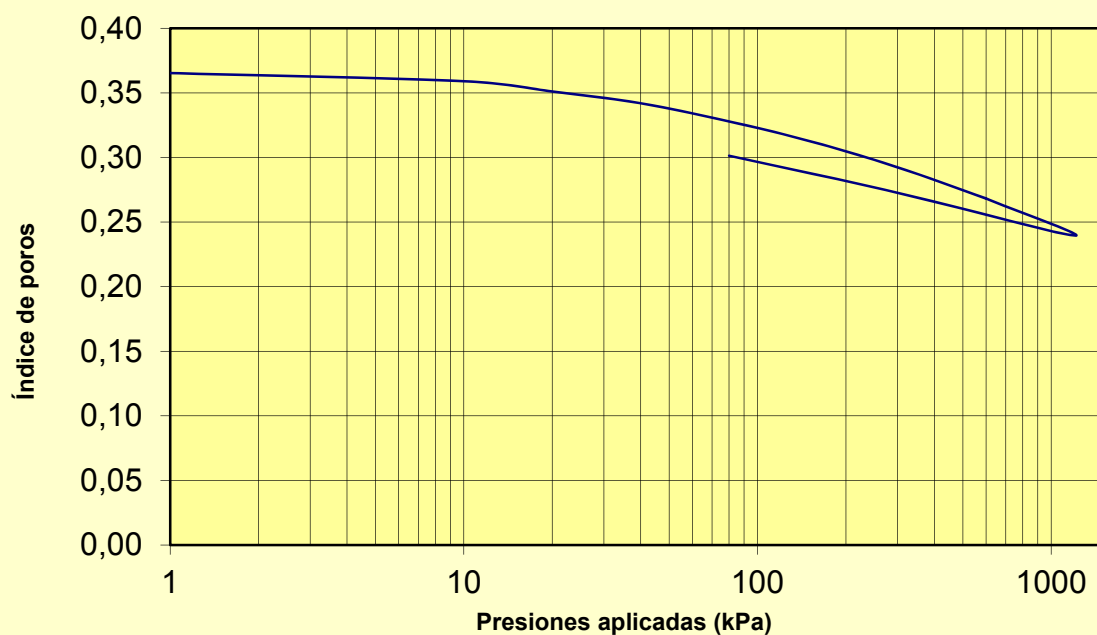
Altura del sólido (mm)

$H_s = H_0 / (1 + e_0)$

14,63

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	19,980	0,365	0,000
10	0,092		19,888	0,359	0,017
20	0,117		19,771	0,351	0,039
40	0,133		19,638	0,342	0,064
80	0,206		19,432	0,328	0,103
150	0,221		19,211	0,313	0,144
300	0,298		18,913	0,292	0,200
600	0,354		18,559	0,268	0,266
1200	0,421		18,138	0,239	0,345
300	-0,065		18,624	0,273	0,254
80	-0,420		19,044	0,301	0,175

CURVA EDOMÉTRICA



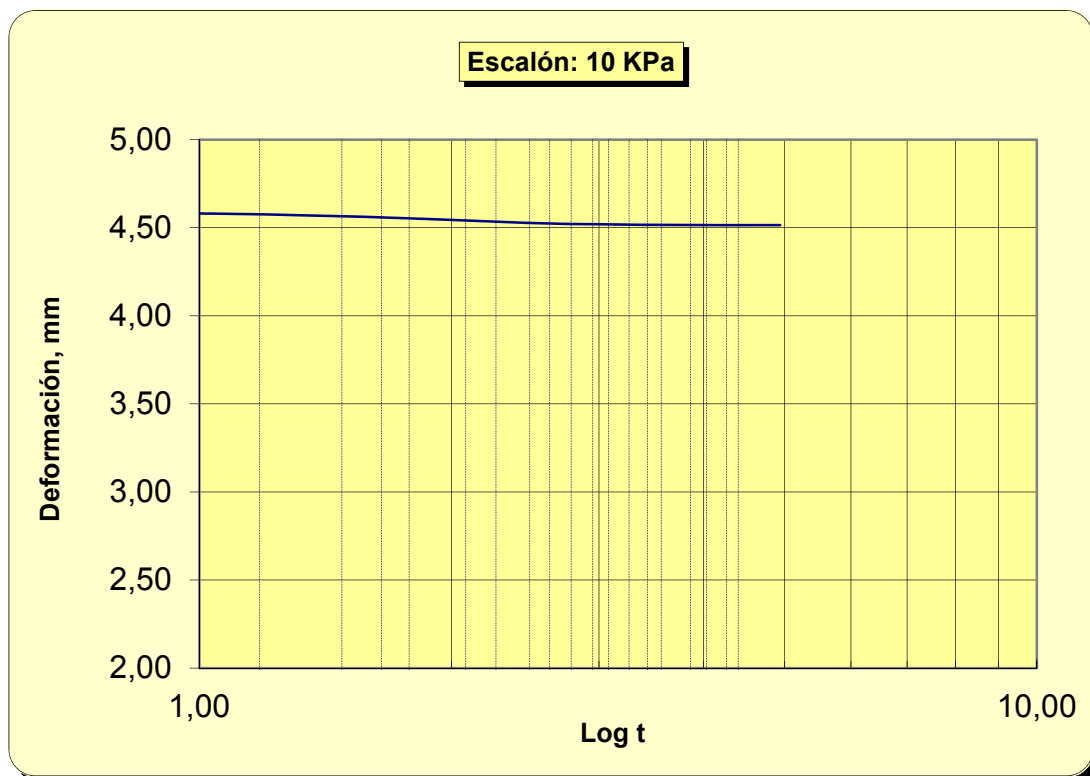
Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
------------------------	------	-------------	---------

CURVA DE CONSOLIDACIÓN PARA CADA ESCALÓN DE CARGA

Tiempo	Asiento, mm							
	10 kPa	20 kPa	40 kPa	80 kPa	150 kPa	300 kPa	600 kPa	1200 kPa
10 s	4,581	4,473	4,352	4,168	3,954	3,678	3,346	2,928
20 s	4,572	4,467	4,339	4,149	3,931	3,643	3,303	2,890
30 s	4,565	4,461	4,330	4,139	3,916	3,631	3,288	2,870
40 s	4,560	4,457	4,325	4,129	3,908	3,621	3,275	2,862
50 s	4,557	4,450	4,316	4,123	3,900	3,614	3,269	2,857
1 m	4,553	4,447	4,312	4,120	3,895	3,610	3,263	2,851
2 m	4,541	4,435	4,299	4,104	3,882	3,598	3,250	2,835
4 m	4,530	4,427	4,293	4,099	3,872	3,587	3,239	2,828
8 m	4,522	4,421	4,285	4,091	3,867	3,579	3,231	2,818
15 m	4,520	4,419	4,279	4,088	3,860	3,573	3,223	2,810
30 m	4,518	4,415	4,275	4,080	3,853	3,567	3,219	2,800
1 h	4,515	4,412	4,272	4,078	3,850	3,562	3,216	2,796
2 h	4,515	4,410	4,270	4,075	3,848	3,558	3,209	2,790
4 h	4,515	4,410	4,269	4,072	3,846	3,551	3,209	2,787
8 h	4,515	4,410	4,267	4,069	3,845	3,550	3,198	2,778
24 h	4,515	4,398	4,265	4,059	3,838	3,540	3,186	2,765
Tª	23	24	23	25	25	24	23	25

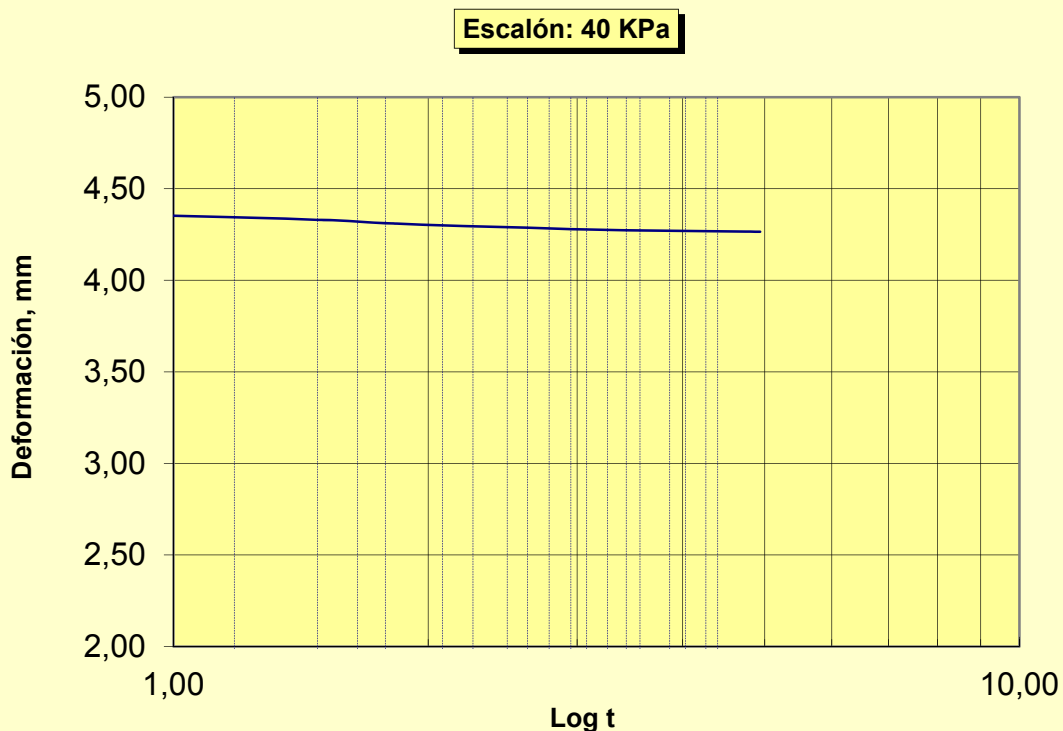
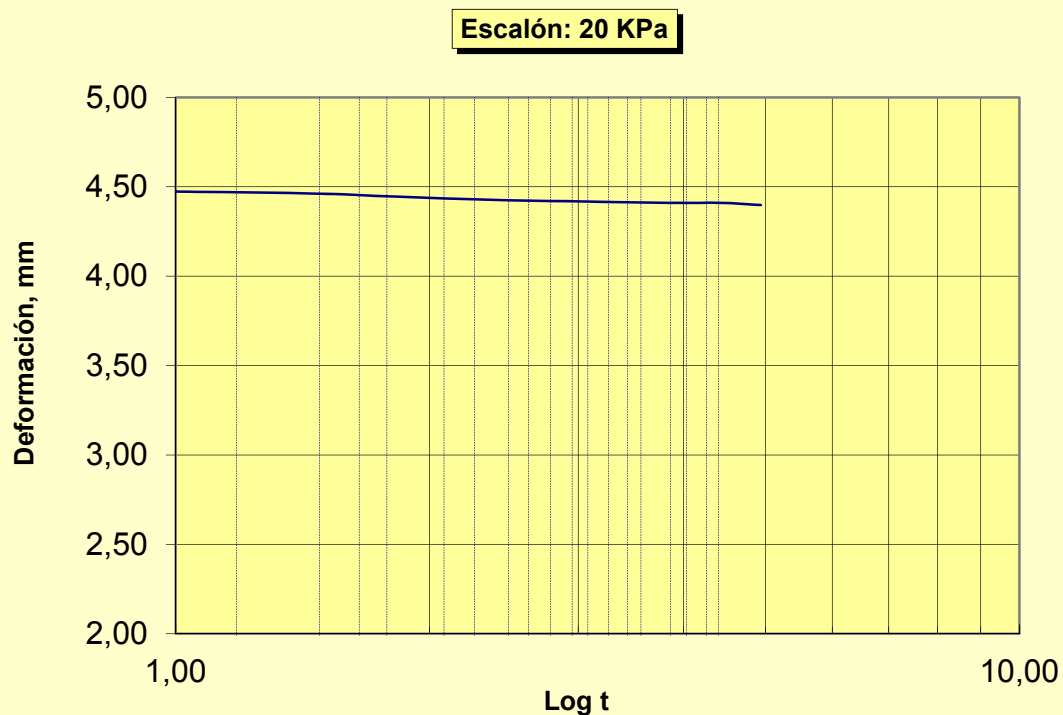


Nº Referencia Muestra:

7152

Informe Nº:

E130820

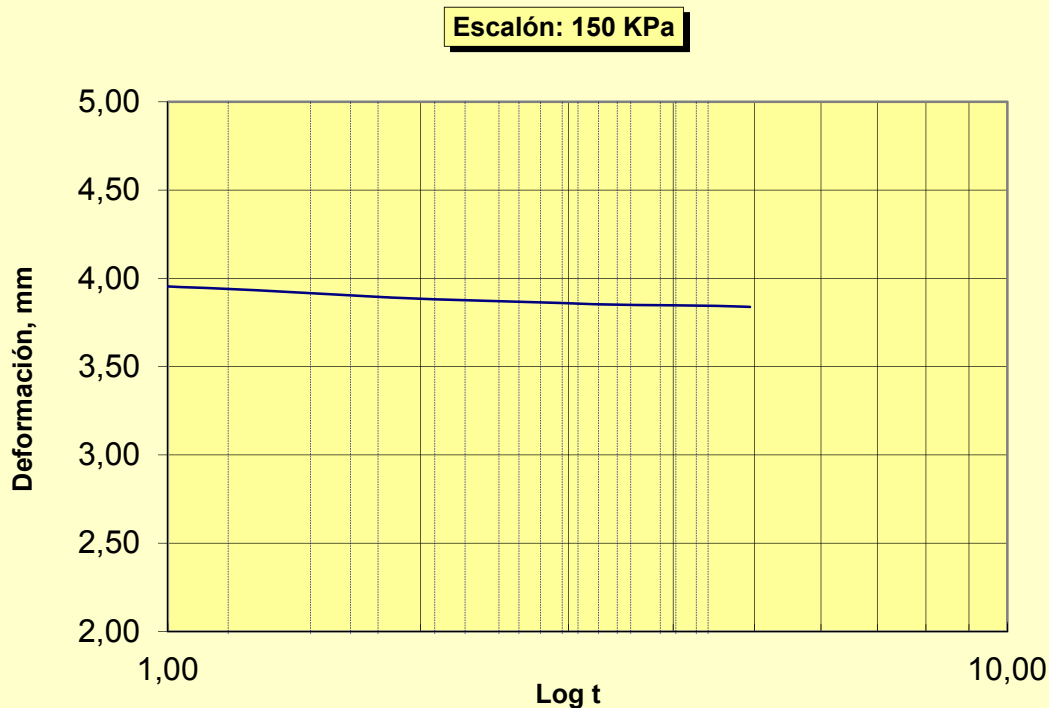
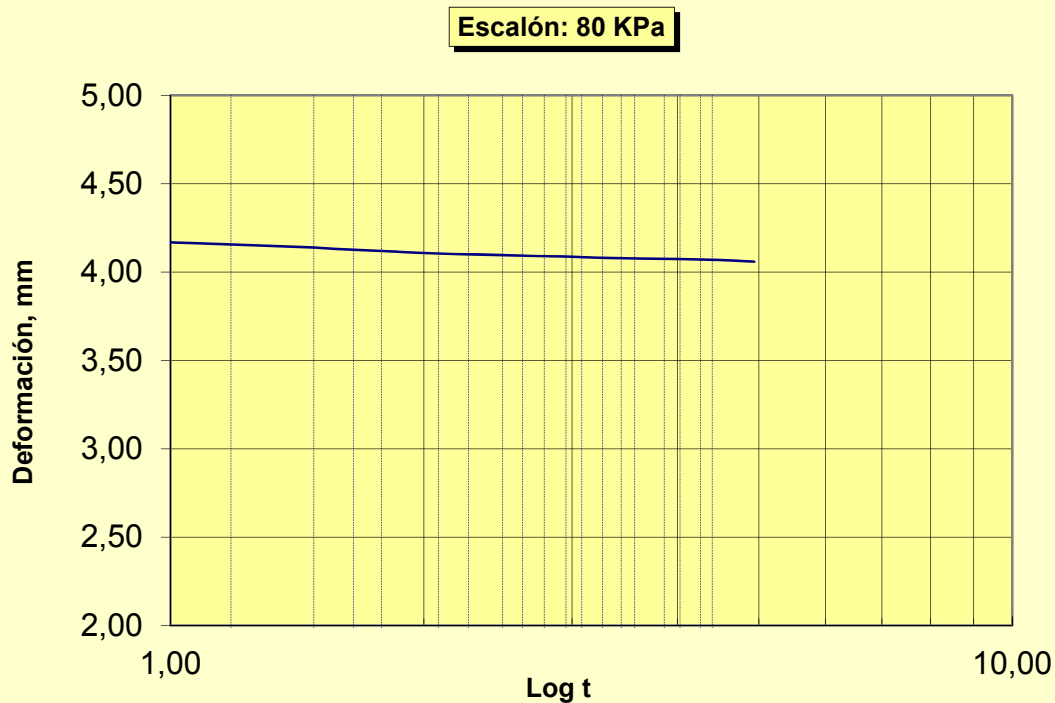


Nº Referencia Muestra:

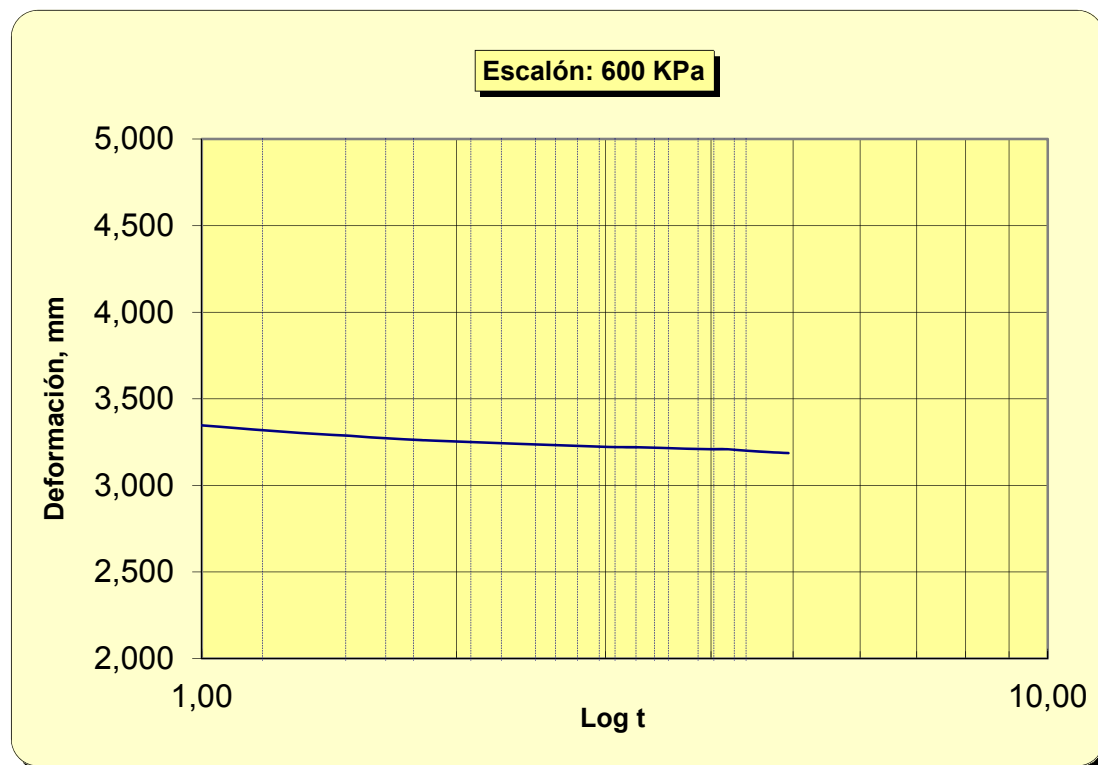
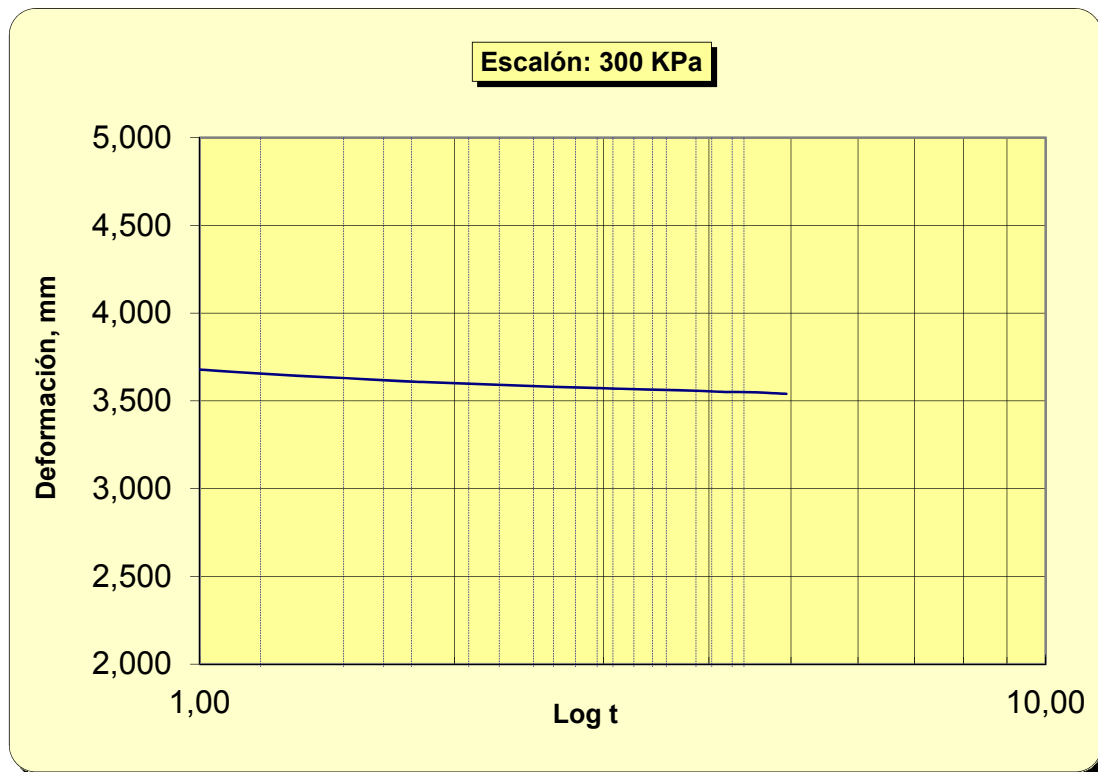
7152

Informe Nº:

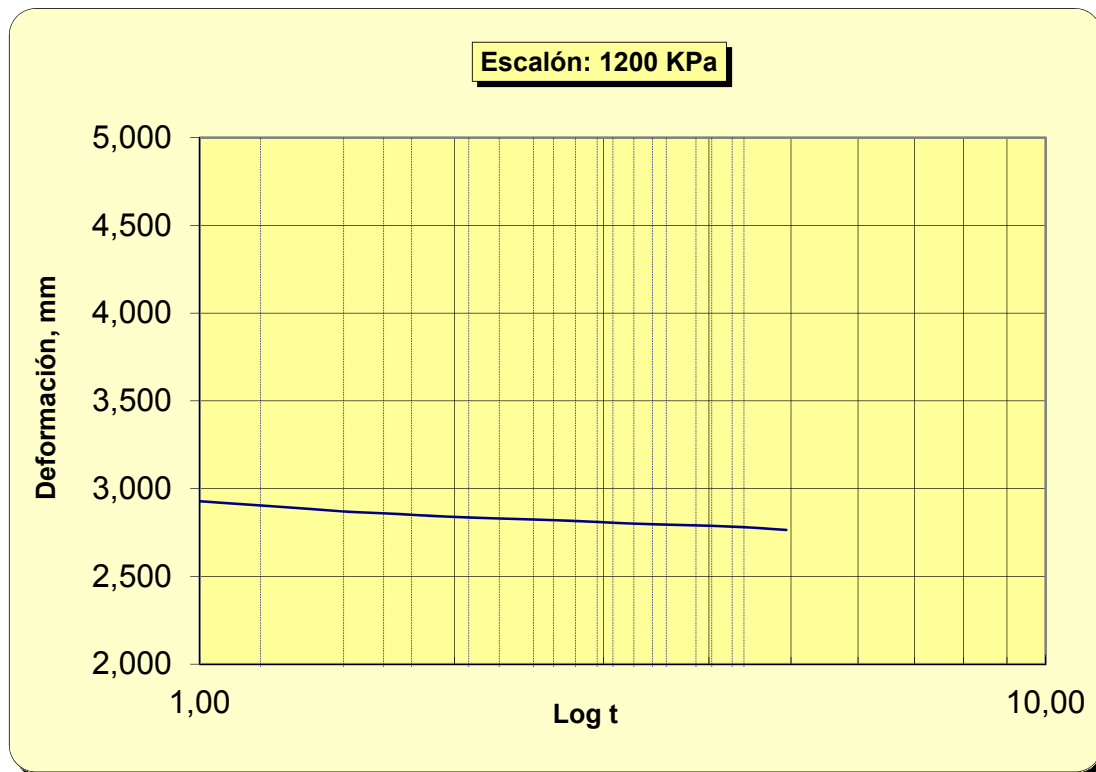
E130820



Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
------------------------	------	-------------	---------



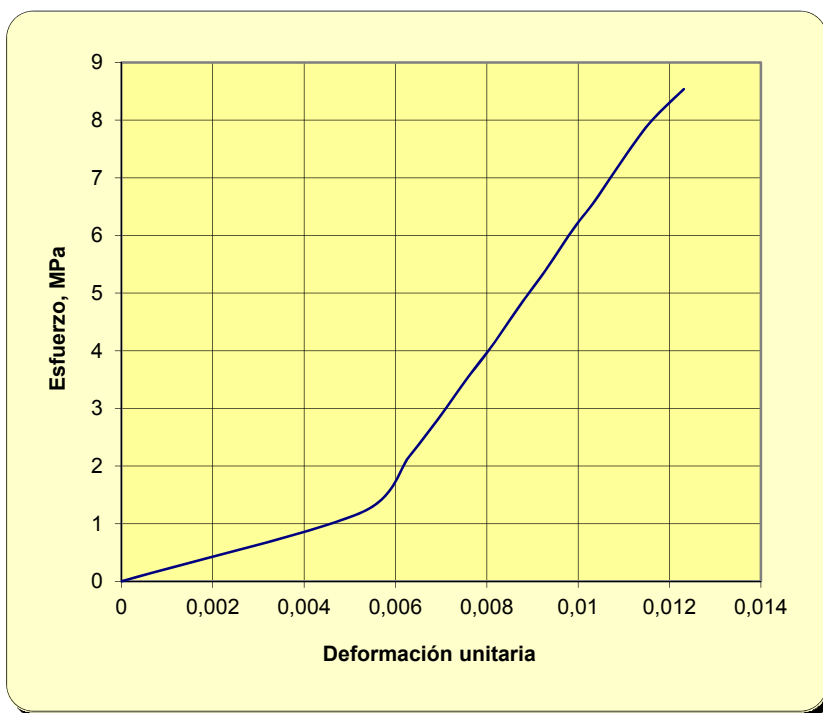
Nº Referencia Muestra:	7152	Informe Nº:	E130820
------------------------	------	-------------	---------



	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 1
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (UNE 22 950-1:90)	

Nº Referencia Muestra:	7153	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	6,10-6,40 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	03/08/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

Diámetro de la probeta D (cm)	7,09	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	2048,01
Altura de la probeta L (cm)	18,60	PESO PROBETA SECA + tara	2012,64
Carga de rotura P (Kg)	3438	TARA	142,07
Humedad (%)	1,89	AGUA	35,37
Densidad aparente (g/cm ³)	2,60	ROCA SECA	1870,57
Densidad seca (g/cm ³)	2,55		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P/(\pi D^2/4)$, MPa		8,54	



Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES: La probeta rompe por un plano de debilidad.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

 GTK Laboratorio Geotécnico	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 1
	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN. SUELOS AGRESIVOS (UNE-EN 16502; UNE 83963)		

Nº Referencia Muestra:	7153		Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	6,10-6,40 m		
Fecha de Toma:	22/07/2020			
Fecha de Ensayo:	06/08/2020	Fecha de emisión del Informe:		01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.	

Peso de suelo seco ensayado (g)	100
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	50
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	0,4
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	16

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	121,1979
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	121,2124
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0145
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	119,364
Contenido en ión SO₄²⁻ (%) (UNE 83963)	0,012

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	16	> 200	–	–
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	119	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo para el hormigón

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

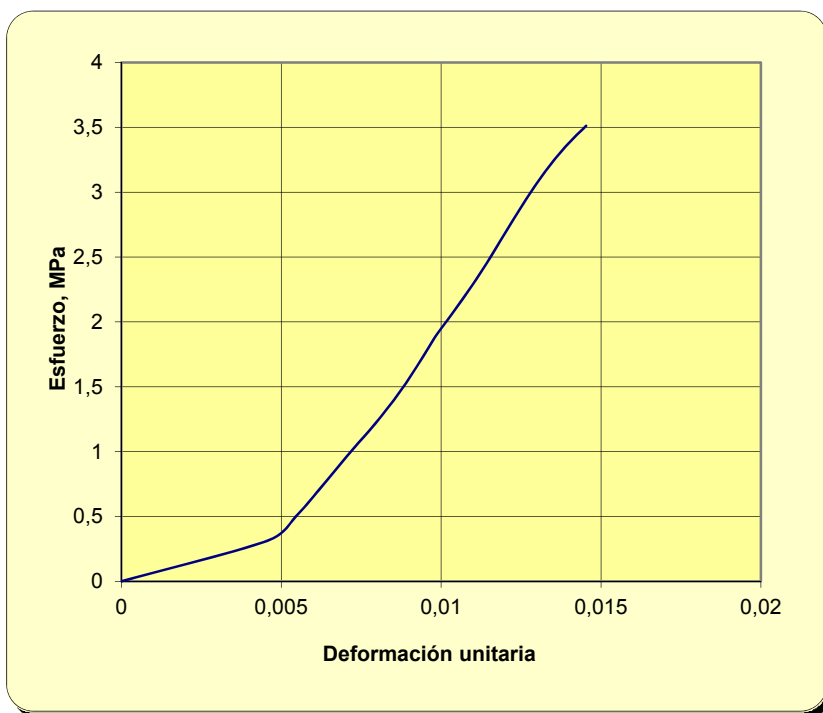
Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 1
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (UNE 22 950-1:90)	

Nº Referencia Muestra:	7154	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	7,50-7,70 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	03/08/2020	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta Ikerlur, S.L.		

Diámetro de la probeta D (cm)	7,11	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	1697,57
Altura de la probeta L (cm)	15,00	PESO PROBETA SECA + tara	1664,49
Carga de rotura P (Kg)	1422	TARA	167,27
Humedad (%)	2,21	AGUA	33,08
Densidad aparente (g/cm³)	2,57	ROCA SECA	1497,22
Densidad seca (g/cm³)	2,51		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P/(\pi D^2/4)$, MPa		3,51	



Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES: La probeta rompe por un plano de debilidad.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

 GTK Laboratorio Geotécnico	GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil		Hoja 1 de 1
	DURABILIDAD DEL HORMIGÓN. SUELOS AGRESIVOS (UNE-EN 16502; UNE 83963)		

Nº Referencia Muestra:	7154		Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	7,50-7,70 m		
Fecha de Toma:	22/07/2020			
Fecha de Ensayo:	06/08/2020	Fecha de emisión del Informe:		01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.	

Peso de suelo seco ensayado (g)	100
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	50
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	0,4
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	16

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	125,6619
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	125,6705
Peso precipitado = (C + F + Precipitado) - (C + F)	0,0086
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	70,7952
Contenido en ión SO₄²⁻ (%) (UNE 83963)	0,007


DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	16	> 200	—	—
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	71	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo para el hormigón

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 AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)	

Nº Referencia Muestra:	7155	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	-	
Fecha de Toma:	-	Hora de Toma:	-
Fecha de Ensayo:	04/08/2020	Fecha de emisión de Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.


ANÁLISIS DE AGUA		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	RESULTADO ENSAYOS	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
VALOR DEL pH (UNE 83952) Tª de ensayo: 10,9° C	7,0	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
RESIDUO SECO A 110° C (mg / l) (UNE 83957)	608	150 - 75	75 - 50	< 50
CONTENIDO EN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l) (UNE 83956)	248	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CONTENIDO EN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l) (UNE 83955)	29	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
CO ₂ LIBRE (mg CO ₂ /l) (UNE-EN 13577)	37	15 - 40	40 - 100	> 100
CONTENIDO EN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l) (UNE 83954)	1	15 - 30	30 - 60	> 60

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD

DÉBIL

OBSERVACIONES:

El resultado de este análisis 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
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)		

Nº Referencia Muestra:	7360	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	4,80-5,70 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	01/10/2020		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta Ikerlur, S.L.		

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	62	54	61
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	64	68	68
Carga de rotura P (kN)	2,36	2,40	1,44	0,59	1,52
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	6238,86	5052,20	4675,32	5281,39
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,17	1,15	1,18
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0005	0,0005	0,0003	0,0001	0,0003

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	29	48	34	20	29
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	68	69	70	54
Carga de rotura P (kN)	5,93	1,74	2,96	1,68	2,61
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	2584,67	4155,84	2987,01	1782,53	1993,89
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0023	0,0004	0,0010	0,0009	0,0013
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,01	1,12	1,04	0,93	0,95
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0023	0,0005	0,0010	0,0009	0,0012

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm ²)	0,0007
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	0,65

OBSERVACIONES:

El resultado 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
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)		

Nº Referencia Muestra:	7361	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	5,70-7,00 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	01/10/2020		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	70	70
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	2,21	3,10	1,64	0,70	1,87
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0004	0,0005	0,0003	0,0001	0,0003
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0004	0,0006	0,0003	0,0001	0,0004

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	70	27
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	3,32	1,87	3,60	1,97	3,13
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86	2406,42
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0005	0,0003	0,0006	0,0003	0,0013
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,23	1,23	0,99
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0007	0,0004	0,0007	0,0004	0,0013

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm ²)	0,0005
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	0,48

OBSERVACIONES:

El resultado 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
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)		

Nº Referencia Muestra:	7362	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	7,00 - 7,80 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	01/10/2020		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	70	70
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	3,09	1,71	1,35	2,05	2,66
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0005	0,0003	0,0002	0,0003	0,0004
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0006	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	39	29	70
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	2,64	2,95	2,24	2,24	2,55
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	6238,86	3475,94	2584,67	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0004	0,0005	0,0006	0,0009	0,0004
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,08	1,01	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0005	0,0006	0,0007	0,0009	0,0005

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm ²)	0,0005
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	0,52

OBSERVACIONES:

El resultado 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
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)		

Nº Referencia Muestra:	7363	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	7,80 - 8,40 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	01/10/2020		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	70	70
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	0,63	1,88	1,11	1,10	0,97
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	35	34	37	41	38
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	68
Carga de rotura P (kN)	0,97	1,14	0,98	1,21	1,64
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	3119,43	3030,30	3297,68	3654,19	3290,04
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,05	1,04	1,06	1,09	1,06
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0003	0,0004	0,0003	0,0004	0,0005

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm ²)	0,0003
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	0,30

OBSERVACIONES:

El resultado 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
	PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)		

Nº Referencia Muestra:	7364	Informe Nº:	E130820
Muestra (Origen / Profundidad):	S-01	8,40-9,30 m	
Fecha de Toma:	22/07/2020		
Fecha de Ensayo:	01/10/2020		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	01/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	T-200606 Amorebieta		Ikerlur, S.L.

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	19	39	24	48
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	70	70	70	63	70
Carga de rotura P (kN)	0,53	0,84	1,67	0,96	2,58
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	6238,86	1693,40	3475,94	1925,13	4278,07
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,23	0,92	1,08	0,94	1,13
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0007

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	32	36	25	18	34
Diámetro de la probeta $W = (W_1 + W_2)/2$ (mm)	61	60	53	49	48
Carga de rotura P (kN)	0,47	0,39	0,68	0,66	0,73
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm ²)	2485,36	2750,19	1687,04	1122,99	2077,92
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0002	0,0001	0,0004	0,0006	0,0004
Factor de corrección por tamaño $F = (D_e/50)^{0,45}$	1,00	1,02	0,92	0,84	0,96
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0002	0,0001	0,0004	0,0005	0,0003

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm ²)	0,0004
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	0,37

OBSERVACIONES:

El resultado es válido para esta muestra



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

A-6

Cálculos

- Estabilidad de rellenos
- Cálculo de asientos mediante método de elementos finitos MEF

ESTABILIDAD DE RELLENOS

Programa **SLIDE 6.0**

Método de cálculo: Spencer, Lowi-Karafiath y Gle/Morgenstern-Price

CÁLCULO DE ESTABILIDAD SUPERFICIAL

Slide Analysis Information

T-200606_Supresión paso a nivel de Bernabeitia-AMOREBIETA

Project Summary

- File Name: T-200606_Supresión paso a nivel de Bernabeitia-AMOREBIETA
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: T-200606_Supresión paso a nivel de Bernabeitia-AMOREBIETA
- Company: IKERLUR SL
- Date Created: 22/10/2020, 16:00:10

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Left to Right
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
- Lowe-Karafiath
- Spencer
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check $\alpha < 0.2$: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None







Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Relleno artificial	Relleno	Arena arcillosa (SC)	Arcilla limosa (CL)	Grava (GP)	Roca G V-III
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m ³]	19	18.5	20	20	19	23
Saturated Unit Weight [kN/m ³]	20	19.5	21	21	20	23.5
Cohesion [kPa]	1	0	0	30	0	200
Friction Angle [deg]	33	30	28	25	33	27
Water Surface	Water Table	Water Table	Water Table	Water Table	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1	1	1	1	1

Slice Data

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.49867

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.586071	2.78111	Relleno artificial	1	33	1.87542	2.81064	2.78814	0	2.78814
2	0.586071	6.00663	Relleno artificial	1	33	3.46567	5.19389	6.45802	0	6.45802
3	0.586071	8.16927	Relleno artificial	1	33	4.61065	6.90984	9.10035	0	9.10035
4	0.586071	10.0398	Relleno artificial	1	33	5.65935	8.4815	11.5205	0	11.5205
5	0.586071	11.6361	Relleno artificial	1	33	6.61005	9.90629	13.7145	0	13.7145
6	0.586071	12.9737	Relleno artificial	1	33	7.46102	11.1816	15.6783	0	15.6783
7	0.586071	14.0666	Relleno artificial	1	33	8.21055	12.3049	17.4079	0	17.4079
8	0.586071	14.9267	Relleno artificial	1	33	8.85672	13.2733	18.8992	0	18.8992
9	0.586071	15.5647	Relleno artificial	1	33	9.39787	14.0843	20.148	0	20.148
10	0.586071	15.9903	Relleno artificial	1	33	9.83178	14.7346	21.1495	0	21.1495
11	0.586071	16.212	Relleno artificial	1	33	10.1565	15.2213	21.8989	0	21.8989
12	0.586071	16.2375	Relleno artificial	1	33	10.3698	15.5409	22.3909	0	22.3909
13	0.586071	16.0735	Relleno artificial	1	33	10.4691	15.6897	22.6202	0	22.6202
14	0.586071	15.7264	Relleno artificial	1	33	10.4519	15.6639	22.5804	0	22.5804
15	0.586071	15.2016	Relleno artificial	1	33	10.3152	15.4591	22.2651	0	22.2651
16	0.586071	14.5043	Relleno artificial	1	33	10.0562	15.0709	21.6672	0	21.6672
17	0.586071	13.6388	Relleno artificial	1	33	9.67138	14.4942	20.7794	0	20.7794
18	0.586071	12.6095	Relleno artificial	1	33	9.15732	13.7238	19.5929	0	19.5929
19	0.586071	11.4199	Relleno artificial	1	33	8.51001	12.7537	18.0991	0	18.0991
20	0.586071	10.0733	Relleno artificial	1	33	7.72532	11.5777	16.2882	0	16.2882
21	0.586071	8.57292	Relleno artificial	1	33	6.79865	10.1889	14.1497	0	14.1497
22	0.586071	6.92129	Relleno artificial	1	33	5.72505	8.57996	11.6721	0	11.6721
23	0.586071	5.12085	Relleno artificial	1	33	4.49914	6.74272	8.84301	0	8.84301
24	0.586071	3.17376	Relleno artificial	1	33	3.11504	4.66841	5.64884	0	5.64884
25	0.586071	1.0819	Relleno artificial	1	33	1.58964	2.38235	2.12863	0	2.12863

Interslice Data

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.49867

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	28.1026	100.5	0	0	0
2	28.6887	99.9701	0.37843	0.154499	22.2084
3	29.2748	99.4693	1.58176	0.645774	22.2084
4	29.8608	98.9956	3.19082	1.3027	22.2085
5	30.4469	98.5473	5.03944	2.05742	22.2084
6	31.033	98.1228	6.98712	2.85259	22.2084
7	31.6191	97.721	8.91587	3.64003	22.2084
8	32.2051	97.3405	10.7278	4.37977	22.2084
9	32.7912	96.9804	12.3431	5.03923	22.2084
10	33.3773	96.6398	13.6983	5.59254	22.2085
11	33.9633	96.3179	14.7454	6.02004	22.2085
12	34.5494	96.0139	15.4504	6.30786	22.2085
13	35.1355	95.7272	15.7927	6.44759	22.2084
14	35.7216	95.4573	15.7643	6.43601	22.2085
15	36.3076	95.2035	15.3698	6.27493	22.2084
16	36.8937	94.9655	14.6254	5.97103	22.2084
17	37.4798	94.7427	13.5593	5.53579	22.2085
18	38.0658	94.5348	12.2114	4.98546	22.2084
19	38.6519	94.3415	10.633	4.34106	22.2084
20	39.238	94.1624	8.8875	3.62845	22.2084
21	39.824	93.9973	7.05035	2.87841	22.2085
22	40.4101	93.8459	5.20931	2.12677	22.2084
23	40.9962	93.7079	3.465	1.41464	22.2085
24	41.5823	93.5832	1.93144	0.788539	22.2085
25	42.1683	93.4715	0.736694	0.300766	22.2084
26	42.7544	93.3728	0	0	0

Slice Data

• Global Minimum Query (lowe-karafiath) - Safety Factor: 1.50238

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.596088	2.82958	Relleno artificial	1	33	1.78608	2.68337	2.59216	0	2.59216
2	0.596088	6.18644	Relleno artificial	1	33	3.25753	4.89405	5.99631	0	5.99631
3	0.596088	8.7441	Relleno artificial	1	33	4.52575	6.79939	8.93028	0	8.93028
4	0.596088	10.9465	Relleno artificial	1	33	5.7071	8.57423	11.6633	0	11.6633
5	0.596088	12.8193	Relleno artificial	1	33	6.80498	10.2237	14.2032	0	14.2032
6	0.596088	14.3843	Relleno artificial	1	33	7.81094	11.735	16.5304	0	16.5304
7	0.596088	15.6605	Relleno artificial	1	33	8.7167	13.0958	18.6259	0	18.6259
8	0.596088	16.6641	Relleno artificial	1	33	9.51457	14.2945	20.4717	0	20.4717
9	0.596088	17.4095	Relleno artificial	1	33	10.1972	15.32	22.0508	0	22.0508
10	0.596088	17.9093	Relleno artificial	1	33	10.7579	16.1625	23.3481	0	23.3481
11	0.596088	18.1744	Relleno artificial	1	33	11.1908	16.8128	24.3496	0	24.3496
12	0.596088	18.2148	Relleno artificial	1	33	11.4903	17.2628	25.0425	0	25.0425
13	0.596088	18.039	Relleno artificial	1	33	11.6516	17.5052	25.4157	0	25.4157
14	0.596088	17.655	Relleno artificial	1	33	11.6703	17.5333	25.459	0	25.459
15	0.596088	17.0695	Relleno artificial	1	33	11.5426	17.3414	25.1635	0	25.1635
16	0.596088	16.2887	Relleno artificial	1	33	11.2649	16.9242	24.5211	0	24.5211
17	0.596088	15.3182	Relleno artificial	1	33	10.8343	16.2772	23.5249	0	23.5249
18	0.596088	14.163	Relleno artificial	1	33	10.248	15.3964	22.1685	0	22.1685
19	0.596088	12.8273	Relleno artificial	1	33	9.50379	14.2783	20.4468	0	20.4468
20	0.596088	11.3151	Relleno artificial	1	33	8.59956	12.9198	18.3549	0	18.3549
21	0.596088	9.62993	Relleno artificial	1	33	7.53365	11.3184	15.889	0	15.889
22	0.596088	7.77485	Relleno artificial	1	33	6.30471	9.47207	13.0458	0	13.0458
23	0.596088	5.75255	Relleno artificial	1	33	4.91151	7.37895	9.82271	0	9.82271
24	0.596088	3.5654	Relleno artificial	1	33	3.35318	5.03775	6.21758	0	6.21758
25	0.596088	1.21545	Relleno artificial	1	33	1.65816	2.49118	2.29621	0	2.29621

Interslice Data

• Global Minimum Query (lowe-karafiath) - Safety Factor: 1.50238

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	28.2049	100.5	0	0	0
2	28.801	99.9243	0.428709	0.266446	31.8613
3	29.397	99.3842	1.7281	1.16289	33.9378
4	29.9931	98.8766	3.56619	2.32165	33.0648
5	30.5892	98.3992	5.73651	3.61434	32.2133
6	31.1853	97.9498	8.06715	4.92058	31.3812
7	31.7814	97.5267	10.4102	6.14835	30.5664
8	32.3775	97.1284	12.6398	7.22935	29.7675
9	32.9736	96.7534	14.6508	8.11528	28.9827
10	33.5697	96.4006	16.3577	8.77495	28.211
11	34.1658	96.0691	17.694	9.19169	27.451
12	34.7618	95.7577	18.6115	9.3613	26.7017
13	35.3579	95.4658	19.0795	9.29013	25.9622
14	35.954	95.1927	19.0846	8.99348	25.2318
15	36.5501	94.9376	18.6303	8.49406	24.5095
16	37.1462	94.7	17.7364	7.82073	23.7947
17	37.7423	94.4794	16.4388	7.00722	23.0867
18	38.3384	94.2753	14.7891	6.09105	22.3848
19	38.9345	94.0873	12.8545	5.11247	21.6886
20	39.5305	93.915	10.7174	4.1135	20.9976
21	40.1266	93.7582	8.47537	3.13699	20.311
22	40.7227	93.6165	6.24091	2.2258	19.6286
23	41.3188	93.4897	4.14131	1.42191	18.9498
24	41.9149	93.3776	2.31859	0.765648	18.2743
25	42.511	93.2799	0.929498	0.294882	17.6016
26	43.1071	93.1965	0	0	0

Slice Data

• Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.4989

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.586071	2.78111	Relleno artificial	1	33	1.9426	2.91177	2.94387	0	2.94387
2	0.586071	6.00663	Relleno artificial	1	33	3.62643	5.43565	6.8303	0	6.8303
3	0.586071	8.16927	Relleno artificial	1	33	4.74162	7.10721	9.40428	0	9.40428
4	0.586071	10.0398	Relleno artificial	1	33	5.71758	8.57008	11.6569	0	11.6569
5	0.586071	11.6361	Relleno artificial	1	33	6.57836	9.86031	13.6437	0	13.6437
6	0.586071	12.9737	Relleno artificial	1	33	7.34192	11.0048	15.4062	0	15.4062
7	0.586071	14.0666	Relleno artificial	1	33	8.02102	12.0227	16.9734	0	16.9734
8	0.586071	14.9267	Relleno artificial	1	33	8.62346	12.9257	18.3639	0	18.3639
9	0.586071	15.5647	Relleno artificial	1	33	9.15291	13.7193	19.586	0	19.586
10	0.586071	15.9903	Relleno artificial	1	33	9.60865	14.4024	20.6379	0	20.6379
11	0.586071	16.212	Relleno artificial	1	33	9.98606	14.9681	21.5091	0	21.5091
12	0.586071	16.2375	Relleno artificial	1	33	10.2767	15.4037	22.1797	0	22.1797
13	0.586071	16.0735	Relleno artificial	1	33	10.4686	15.6914	22.6228	0	22.6228
14	0.586071	15.7264	Relleno artificial	1	33	10.5477	15.8099	22.8052	0	22.8052
15	0.586071	15.2016	Relleno artificial	1	33	10.4981	15.7356	22.6909	0	22.6909
16	0.586071	14.5043	Relleno artificial	1	33	10.3044	15.4452	22.2436	0	22.2436
17	0.586071	13.6388	Relleno artificial	1	33	9.95257	14.9179	21.4316	0	21.4316
18	0.586071	12.6095	Relleno artificial	1	33	9.43238	14.1382	20.231	0	20.231
19	0.586071	11.4199	Relleno artificial	1	33	8.73847	13.0981	18.6294	0	18.6294
20	0.586071	10.0733	Relleno artificial	1	33	7.87144	11.7985	16.6282	0	16.6282
21	0.586071	8.57292	Relleno artificial	1	33	6.83872	10.2506	14.2446	0	14.2446
22	0.586071	6.92129	Relleno artificial	1	33	5.65409	8.47492	11.5104	0	11.5104
23	0.586071	5.12085	Relleno artificial	1	33	4.33687	6.50054	8.47008	0	8.47008
24	0.586071	3.17376	Relleno artificial	1	33	2.91021	4.36211	5.1772	0	5.1772
25	0.586071	1.0819	Relleno artificial	1	33	1.39884	2.09672	1.6888	0	1.6888

Interslice Data

• Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.4989

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	28.1026	100.5	0	0	0
2	28.6887	99.9701	0.421552	0.0264478	3.58998
3	29.2748	99.4693	1.71706	0.213755	7.09618
4	29.8608	98.9956	3.39327	0.625298	10.4411
5	30.4469	98.5473	5.26885	1.27061	13.5583
6	31.033	98.1228	7.20494	2.11993	16.3956
7	31.6191	97.721	9.09398	3.11623	18.915
8	32.2051	97.3405	10.8515	4.18546	21.0918
9	32.7912	96.9804	12.4106	5.24538	22.9115
10	33.3773	96.6398	13.7179	6.21334	24.3675
11	33.9633	96.3179	14.7309	7.01308	25.4582
12	34.5494	96.0139	15.4171	7.58081	26.184
13	35.1355	95.7272	15.7533	7.87019	26.5463
14	35.7216	95.4573	15.7257	7.85644	26.5464
15	36.3076	95.2035	15.3319	7.53891	26.184
16	36.8937	94.9655	14.5816	6.942	25.4582
17	37.4798	94.7427	13.4984	6.11391	24.3675
18	38.0658	94.5348	12.1211	5.12301	22.9115
19	38.6519	94.3415	10.5047	4.05171	21.0919
20	39.238	94.1624	8.72024	2.98817	18.9151
21	39.824	93.9973	6.8535	2.01653	16.3957
22	40.4101	93.8459	5.00324	1.20656	13.5583
23	40.9962	93.7079	3.27812	0.604077	10.4411
24	41.5823	93.5832	1.79307	0.223217	7.09617
25	42.1683	93.4715	0.665647	0.0417622	3.58999
26	42.7544	93.3728	0	0	0

List Of Coordinates

Water Table

X	Y
0	90
48.5	90

External Boundary

X	Y
0	84
48.5	84
48.5	88.6
48.5	89
48.5	89.4
48.5	90
48.5	91.2
48.5	92
48.5	92.1
48.5	93
43.5	93
28.5	100.5
20	100.5
5	93
0	93
0	92.1
0	91.2
0	90
0	89.4
0	89
0	88.6

Material Boundary

X	Y
0	91.2
48.5	91.2

Material Boundary

X	Y
0	90
48.5	90

Material Boundary

X	Y
0	89.4
48.5	89.4

Material Boundary

X	Y
0	88.6
48.5	88.6

Material Boundary

X	Y
5	93
43.5	93

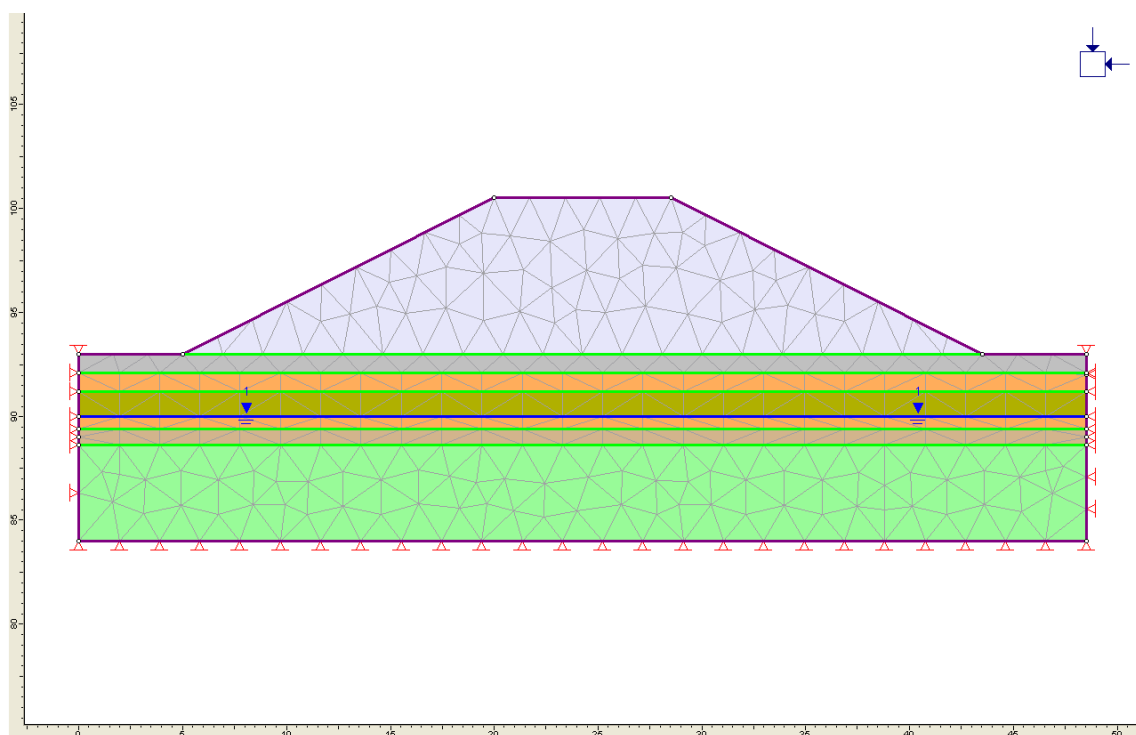
Material Boundary

X	Y
0	92.1
48.5	92.1

CÁLCULO DE ASIENTO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

Programa **PHASE2 6.0**

CÁLCULO DE ASIENTOS DEL TERRENO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS (Terreno actual)



Phase2 Analysis Information

Document Name

T-200606_Supresión paso Bernabeitia-AMOREBIETA.fea

Project Settings

General

Project Title: T-200606_Supresión paso a nivel de Bernabeitia-AMOREBIETA-ETXANO

Company: IKERLUR SL

Single stage model

Analysis Type: Plane Strain

Solver Type: Gaussian Elimination

Units: Metric, stress as kPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 1000

Tolerance: 0.0001

Number of Load Steps: Automatic

Groundwater

Method: Piezometric Lines

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Field Stress

Field stress: constant

Sigma one: 10 kPa (compression positive)

Sigma three: 10 kPa (compression positive)

Sigma Z: 10 kPa (compression positive)

Angle from the horizontal to sigma 1: 0 degrees (counter-clockwise)

Mesh

Mesh type: graded
Element type: 3 noded triangles
Number of elements: 546
Number of nodes: 310

Mesh Quality

55 of 546 Elements (10.1 % of elements) are poor quality elements
1 of 546 Elements (0.2 % of elements) are poor quality elements because of the side length ratio
55 of 546 Elements (10.1 % of elements) are poor quality elements because of the minimum interior angle
0 of 546 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because of the maximum interior angle
(elements can be of poor quality for more than one reason)

Mesh Quality Statistics

The worst element has (ratio = 19.43), (min angle = 2.95) (max angle = 105.93)
10.0% of elements have: (ratios > 3.4), (min angles < 17.2) (max angles > 93.2)
20.0% of elements have: (ratios > 2.6), (min angles < 22.4) (max angles > 90.0)
30.0% of elements have: (ratios > 2.4), (min angles < 24.9) (max angles > 90.0)
40.0% of elements have: (ratios > 1.9), (min angles < 31.7) (max angles > 90.0)
50.0% of elements have: (ratios > 1.6), (min angles < 39.2) (max angles > 90.0)
60.0% of elements have: (ratios > 1.5), (min angles < 42.4) (max angles > 78.8)
70.0% of elements have: (ratios > 1.4), (min angles < 45.0) (max angles > 75.8)
80.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 47.9) (max angles > 73.1)
90.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 50.2) (max angles > 69.8)
100.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 52.7) (max angles > 66.1)

Poor quality elements are those with:
(maximum side length) / (minimum side length) > 10.00
Minimum interior angle < 20.0 degrees
Maximum interior angle > 120.0 degrees

Material Properties

Material: Relleno artificial
Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 19 kN/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 80000 kPa
Poisson's ratio: 0.28
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 33 degrees
Peak cohesion: 1 kPa
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 31 degrees
Residual Cohesion: 0.75 kPa
Piezo to use: None
Ru value: 0

Material: Relleno

Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 18.5 kN/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 40000 kPa
Poisson's ratio: 0.3
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 30 degrees
Peak cohesion: 0 kPa
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 25 degrees
Residual Cohesion: 0 kPa
Piezo to use: None
Ru value: 0

Material: Arena arcillosa (SC)

Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 20 kN/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 8000 kPa
Poisson's ratio: 0.3
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 28 degrees
Peak cohesion: 0 kPa
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 27 degrees
Residual Cohesion: 0 kPa
Piezo to use: 1
Hu Type: Custom
Hu value: 1

Material: Arcilla limosa (CL)

Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 20 kN/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 50000 kPa
Poisson's ratio: 0.28
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 25 degrees
Peak cohesion: 30 kPa
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 24 degrees
Residual Cohesion: 25 kPa
Piezo to use: None
Ru value: 0

Material: Grava (GP)

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 19 kN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 80000 kPa

Poisson's ratio: 0.27

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 kPa

Peak friction angle: 33 degrees

Peak cohesion: 0 kPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 32 degrees

Residual Cohesion: 0 kPa

Piezo to use: 1

Hu Type: Custom

Hu value: 1

Material: Roca G V-III

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 23 kN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150000 kPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 kPa

Peak friction angle: 27 degrees

Peak cohesion: 200 kPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 25 degrees

Residual Cohesion: 150 kPa

Piezo to use: 1

Hu Type: Custom

Hu value: 1

Excavation Areas**Original Un-deformed Areas**

External Boundary Area: 612.750 m²

External Boundary Perimeter: 118.541 m

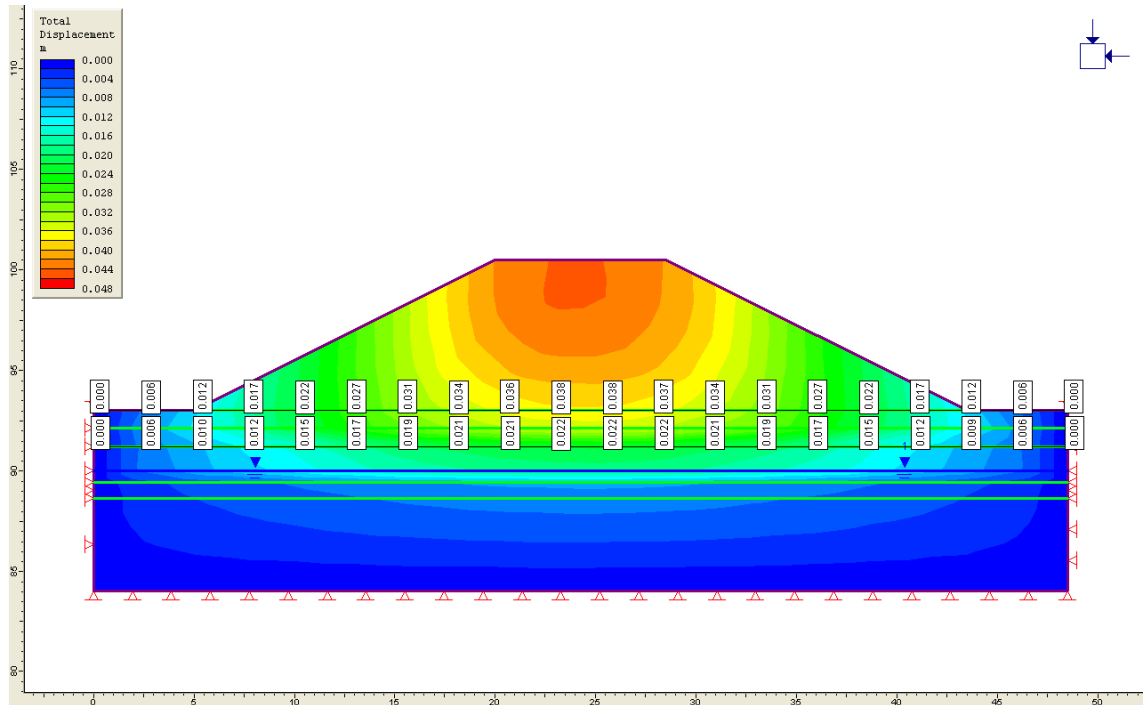
Stage 1

External Boundary Area: 611.554 m² (-1.19634 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 118.511 m (-0.0297355 m change from original perimeter)

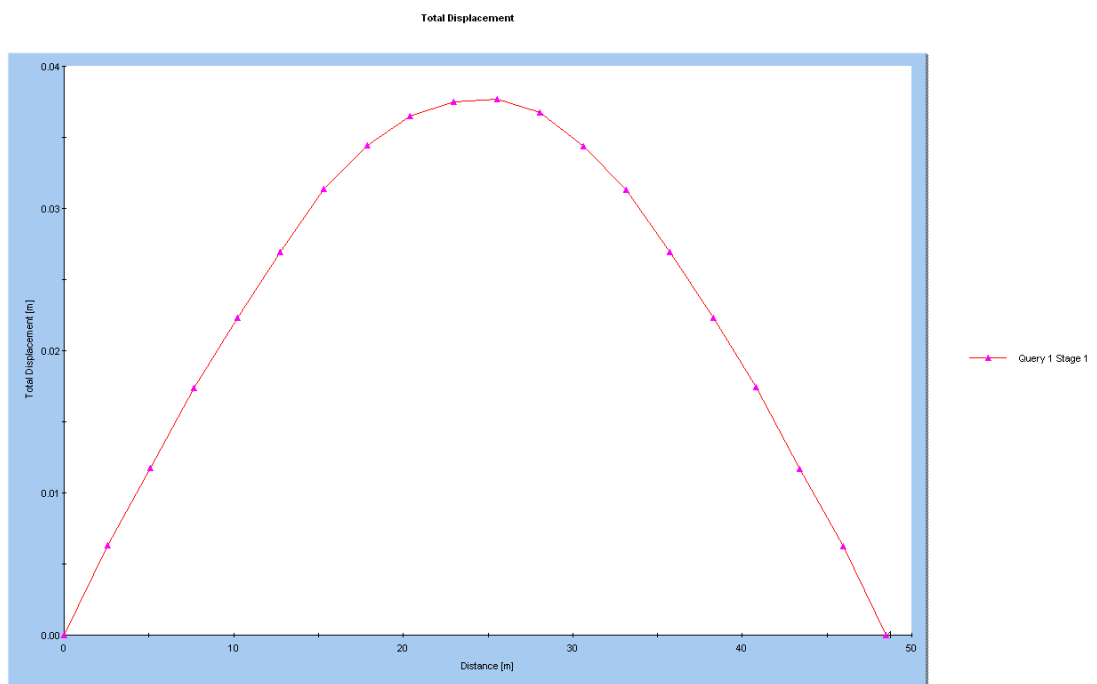
Asientos

Asiento máximo: 0.044297 m



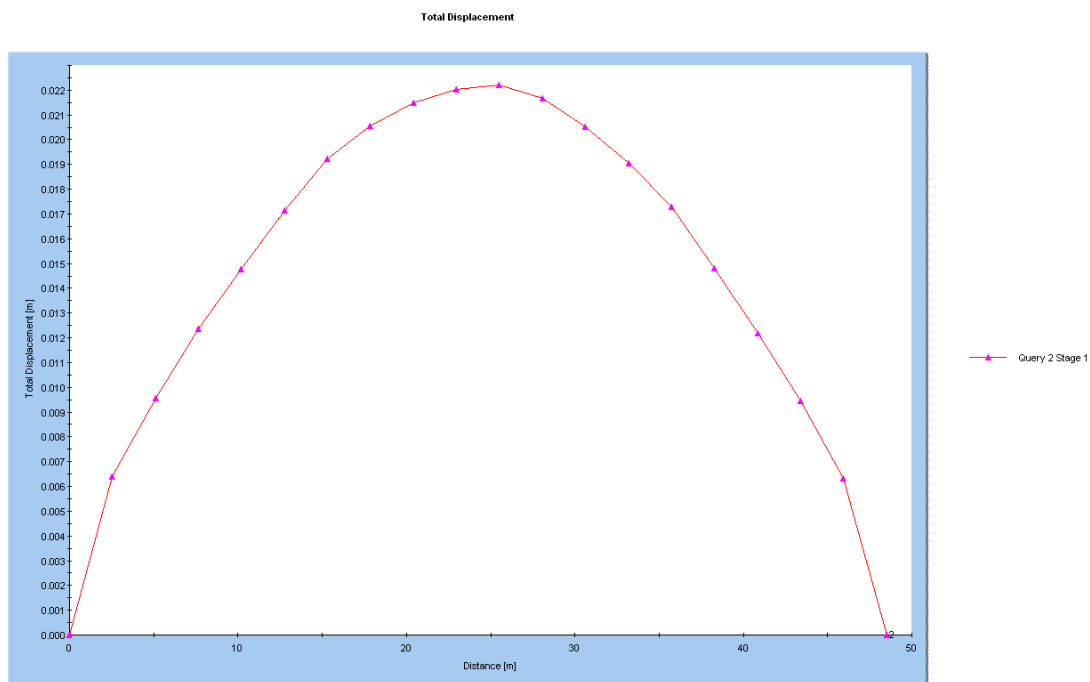
Asientos sobre la capa de relleno y arena floja actuales

Asiento máximo: 0.038 m

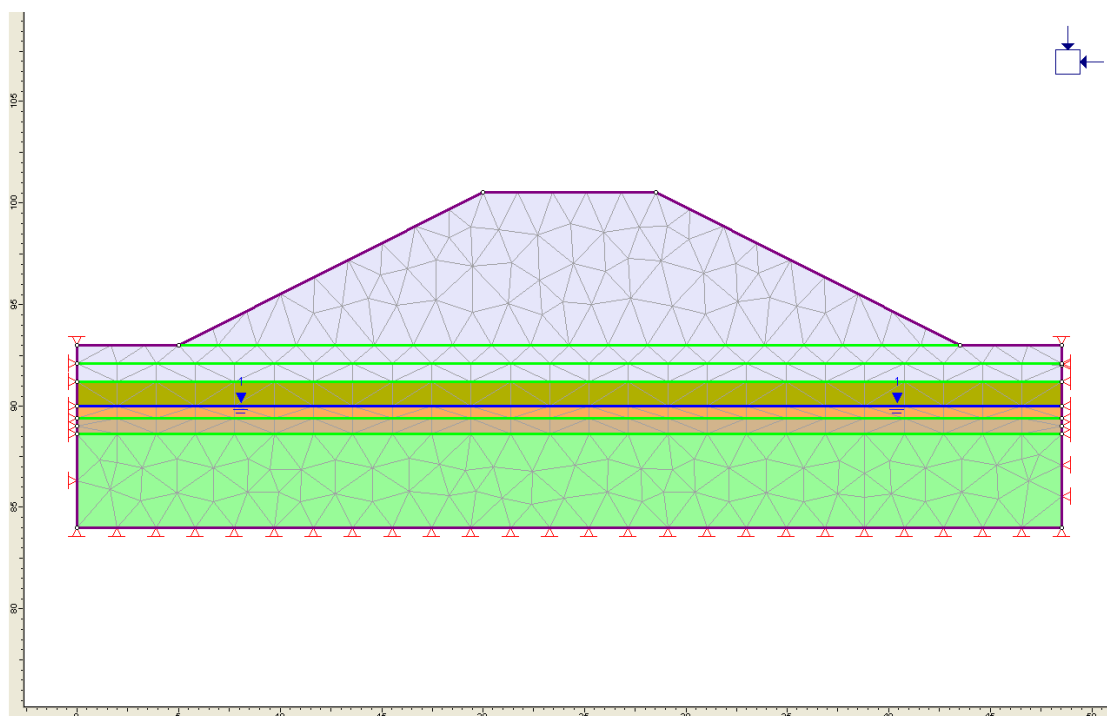


Asientos sobre la capa de arcilla firme actual

Asiento máximo: 0.022 m



CÁLCULO DE ASIENTOS DEL TERRENO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS (Sustitución de capas superiores)



Phase2 Analysis Information

Document Name

T-200606_Supresión paso Bernabeitia-AMOREBIETA (Sustitución capas superficiales).fea

Project Settings

General

Project Title: T-200606_Supresión paso a nivel de Bernabeitia-AMOREBIETA-ETXANO

Company: IKERLUR SL

Single stage model

Analysis Type: Plane Strain

Solver Type: Gaussian Elimination

Units: Metric, stress as kPa

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 1000

Tolerance: 0.0001

Number of Load Steps: Automatic

Groundwater

Method: Piezometric Lines

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Field Stress

Field stress: constant

Sigma one: 10 kPa (compression positive)

Sigma three: 10 kPa (compression positive)

Sigma Z: 10 kPa (compression positive)

Angle from the horizontal to sigma 1: 0 degrees (counter-clockwise)

Mesh

Mesh type: graded
 Element type: 3 noded triangles
 Number of elements: 546
 Number of nodes: 310

Mesh Quality

55 of 546 Elements (10.1 % of elements) are poor quality elements
 1 of 546 Elements (0.2 % of elements) are poor quality elements because of the side length ratio
 55 of 546 Elements (10.1 % of elements) are poor quality elements because of the minimum interior angle
 0 of 546 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because of the maximum interior angle
 (elements can be of poor quality for more than one reason)

Mesh Quality Statistics

The worst element has (ratio = 19.43), (min angle = 2.95) (max angle = 105.93)
 10.0% of elements have: (ratios > 3.4), (min angles < 17.2) (max angles > 93.2)
 20.0% of elements have: (ratios > 2.6), (min angles < 22.4) (max angles > 90.0)
 30.0% of elements have: (ratios > 2.4), (min angles < 24.9) (max angles > 90.0)
 40.0% of elements have: (ratios > 1.9), (min angles < 31.7) (max angles > 90.0)
 50.0% of elements have: (ratios > 1.6), (min angles < 39.2) (max angles > 90.0)
 60.0% of elements have: (ratios > 1.5), (min angles < 42.4) (max angles > 78.8)
 70.0% of elements have: (ratios > 1.4), (min angles < 45.0) (max angles > 75.8)
 80.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 47.9) (max angles > 73.1)
 90.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 50.2) (max angles > 69.8)
 100.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 52.7) (max angles > 66.1)

Poor quality elements are those with:
 (maximum side length) / (minimum side length) > 10.00
 Minimum interior angle < 20.0 degrees
 Maximum interior angle > 120.0 degrees

Material Properties

Material: Relleno artificial
 Initial element loading: field stress & body force
 Unit weight: 19 kN/m³
 Elastic type: isotropic
 Young's modulus: 80000 kPa
 Poisson's ratio: 0.28
 Failure criterion: Mohr-Coulomb
 Tensile strength: 0 kPa
 Peak friction angle: 33 degrees
 Peak cohesion: 1 kPa
 Material type: Plastic
 Dilation Angle: 0 degrees
 Residual Friction Angle: 31 degrees
 Residual Cohesion: 0.75 kPa
 Piezo to use: None
 Ru value: 0

Material: Arena arcillosa (SC)

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 20 kN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 8000 kPa

Poisson's ratio: 0.3

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 kPa

Peak friction angle: 28 degrees

Peak cohesion: 0 kPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 27 degrees

Residual Cohesion: 0 kPa

Piezo to use: 1

Hu Type: Custom

Hu value: 1

Material: Arcilla limosa (CL)

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 20 kN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 50000 kPa

Poisson's ratio: 0.28

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 kPa

Peak friction angle: 25 degrees

Peak cohesion: 30 kPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 24 degrees

Residual Cohesion: 25 kPa

Piezo to use: None

Ru value: 0

Material: Grava (GP)

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 19 kN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 80000 kPa

Poisson's ratio: 0.27

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 kPa

Peak friction angle: 33 degrees

Peak cohesion: 0 kPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 32 degrees

Residual Cohesion: 0 kPa

Piezo to use: 1

Hu Type: Custom

Hu value: 1

Material: Roca G V-III

Initial element loading: field stress & body force

Unit weight: 23 kN/m³

Elastic type: isotropic

Young's modulus: 150000 kPa

Poisson's ratio: 0.2

Failure criterion: Mohr-Coulomb

Tensile strength: 0 kPa

Peak friction angle: 27 degrees

Peak cohesion: 200 kPa

Material type: Plastic

Dilation Angle: 0 degrees

Residual Friction Angle: 25 degrees

Residual Cohesion: 150 kPa

Piezo to use: 1

Hu Type: Custom

Hu value: 1

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

External Boundary Area: 612.750 m²

External Boundary Perimeter: 118.541 m

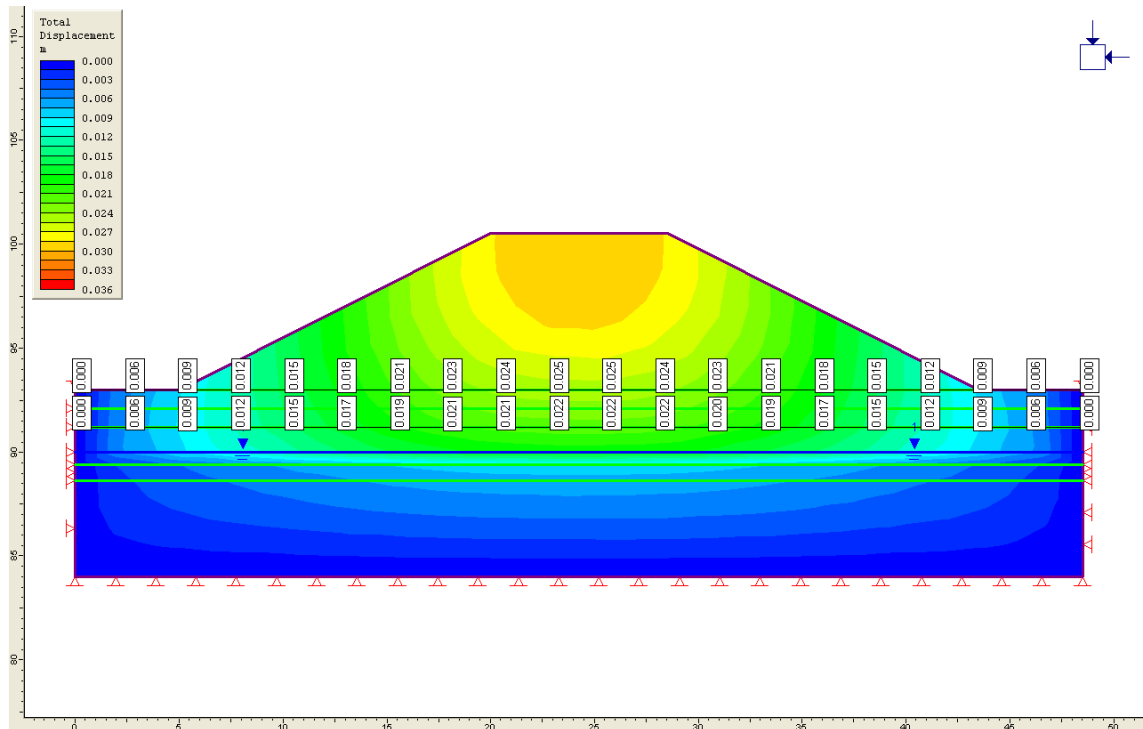
Stage 1

External Boundary Area: 611.885 m² (-0.86549 m² change from original area)

External Boundary Perimeter: 118.523 m (-0.0179943 m change from original perimeter)

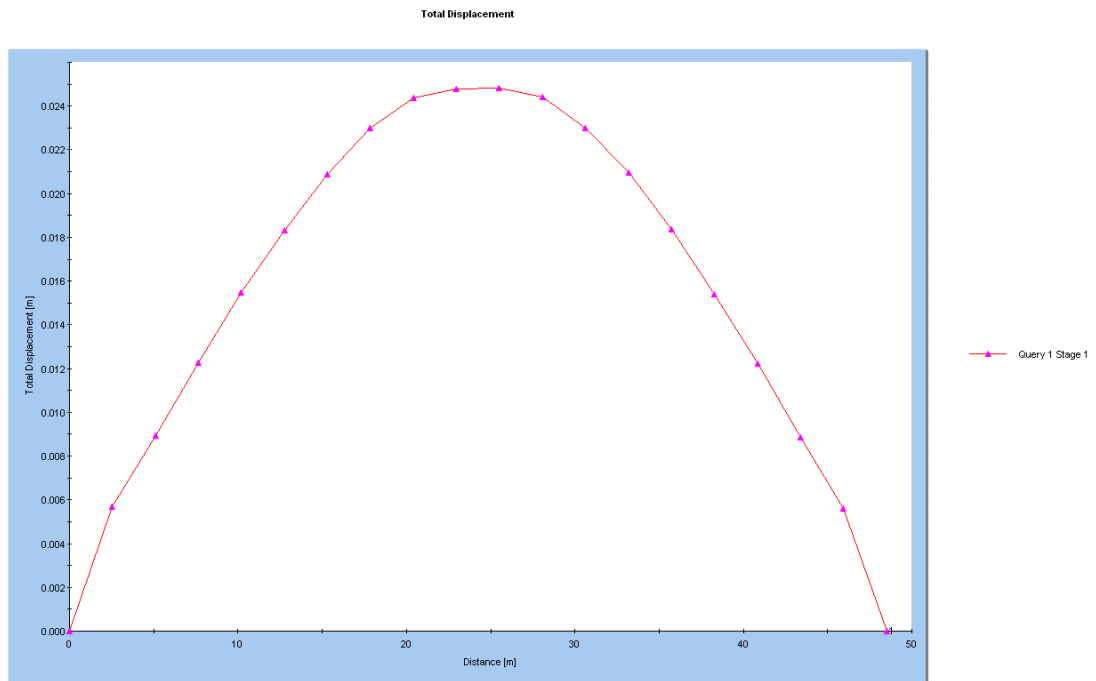
Asientos

Asiento máximo: 0.029985 m



Asientos sobre el nuevo relleno que sustituye a la anterior capa de relleno y arena floja

Asiento máximo: 0.024 m



Asientos sobre la capa de arcilla firme actual

Asiento máximo: 0.021 m

