

ANEJO 2.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2. ENCUADRE GEOLÓGICO	1
2.1 ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL	1
2.2 ENCUADRE GEOLÓGICO PARTICULAR	2
3. SISMICIDAD	4
4. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	6

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente anejo corresponde al estudio geológico-geotécnico del “Estudio Informativo de las cocheras de Arriagas de ETS-RFV”. Se trata de analizar y definir una nueva implantación de las cocheras de Arriagas (valle de Asua) y de su playa de vías en la actual línea Lutxana-Sondika, junto a la boca sur del túnel de Arriagas.

El objeto de este anejo es la identificación y caracterización de los distintos materiales situados dentro del ámbito de las obras: naturaleza del sustrato rocoso y de los depósitos superficiales, características geomorfológicas e hidrogeológicas, etc. En concreto, se pretenden establecer los siguientes objetivos:

- La caracterización geotécnica de los materiales, identificando y clasificando los terrenos afectados por la actuación, agrupándolos en unidades en función de su litología y comportamiento geotécnico.
- Precisar la excavabilidad del terreno, estimando su aptitud de excavación y los medios más apropiados en cada caso.
- El análisis de la estabilidad de los taludes en desmontes y terraplenes, recomendando la geometría a adoptar y en su caso las medidas correctoras necesarias.
- La definición de las condiciones de cimentación de las estructuras a proyectar.

2. ENCUADRE GEOLÓGICO

2.1 ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

La zona estudiada se encuentra situada desde el punto de vista geológico en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco – Cantábrica.

Dicha cuenca se formó durante la era Mesozoica. Se trata de una época de regresión marina, donde numerosas zonas quedan ocupadas por lagos, pantanos, marismas, deltas, etc.

Tras la regresión marina finalizada durante el periodo Jurásico, se produce una nueva transgresión como consecuencia del hundimiento generalizado de la Cuenca Cantábrica. Es en este periodo cuando se depositan las grandes masas calizas y margas fosilíferas. A finales del Jurásico se produce la emersión de un continente hacia el Norte de Burgos y la elevación de los Macizos Paleozoicos Vascos y del Macizo del Ebro. Todo ello determina la individualización del Golfo Vasco-Cantábrico.

Durante el Cretácico se producen diversas elevaciones y hundimientos del fondo de la cuenca sedimentaria Cantábrica, lo que se traduce en fuertes variaciones del nivel del mar con cambios sustanciales de la sedimentación.

En el Albiense se vuelve a producir una época transgresiva, donde la mayor parte de la cuenca Vasco-Cantábrica es invadida por las aguas, desarrollándose un mar poco profundo y de

aguas cálidas y limpias. Esto favorece el desarrollo de organismos coralinos que van a conformar importantes masas arrecifales.

A finales de este periodo se produce una nueva fase de inestabilidad tectónica, lo que provoca el levantamiento generalizado de las áreas sumergidas, así como el hundimiento del fondo de la Cuenca, por lo que llegan enormes masas de sedimentos arcillosos, arenosos y calizos hasta la cuenca de sedimentación.

MAPA GEOLÓGICO

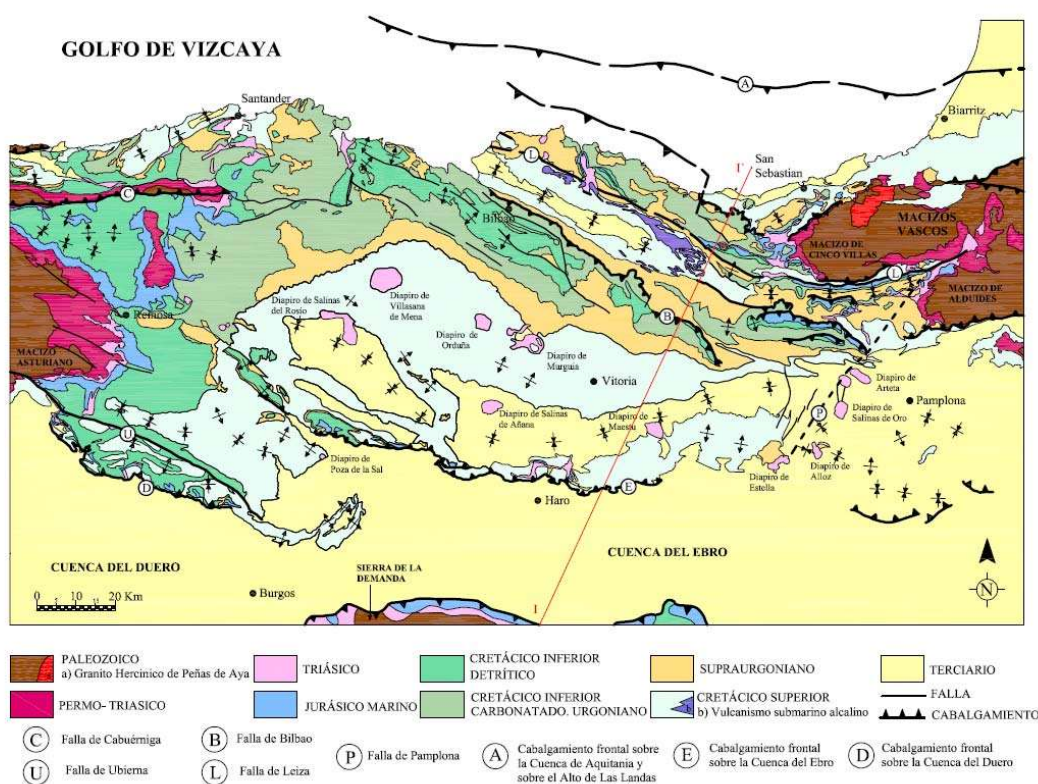


Figura 1. Esquema estructural de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

2.2 ENCUADRE GEOLÓGICO PARTICULAR

Las rocas localizadas en el ámbito corresponden al Cretácico Inferior, y se encuentran estructuradas según directrices generales ONO – ESE, concordantes con las estructuras regionales más importantes de la Cuenca Vasco – Cantábrica.

Los materiales cretácicos localizados en el ámbito estudiado pertenecen a la edad albiense, cenomaniense y cuaternario. La roca base de edad albiense corresponde a una formación de margas y calizas tabulares de espículas; se trata de una serie de 500 a 1000 m de espesor formada por repetidas alternancias de calizas más o menos margosas, y de margas, de as-

pecto tabular, en capas de 15-25 cm, de color gris, claro en superficie y oscuro en fractura. Las capas más calizas tienen más vetas de calcita y son más fétidas al golpearlas. Hacia la base, la formación se va haciendo más hojosa y va perdiendo el carácter calizo. Lo mismo ocurre en la parte superior, aunque de modo menos marcado. Del oeste hacia el este el espesor va disminuyendo y la formación se hace más margosa y apizarrada.

Estos materiales se forman en una sedimentación en un ambiente de mar libre, pero no muy alejado de la costa y en condiciones desfavorables para el desarrollo de la fauna. Se trata de un mar claro y limpio. Posteriormente se producen movimientos de basculación de NE a SO, que se puede considerar una primera manifestación de la orogenia alpina, de modo que el actual Anticlinorio Vizcaino comienza una rápida elevación.

Esta gran transgresión Cenomaniense lleva las orillas del mar hacia el interior. Este fenómeno ocasiona en la zona que nos ocupa la sedimentación de bancos gruesos y medianos de areniscas.

Como se ha explicado, las rocas que nos encontramos pertenecen al Cretácico, más concretamente al límite Cretácico inferior – Cretácico superior (albiense-cenomaniense).

Corresponde a las llamadas “areniscas de Balmaseda”. El espesor de esta formación sería entre 2.000 y 4.000 m. Se compone de gruesas y compactas bancadas de areniscas micáceas arcillosas y margosas, que alternan con otras de margas pizarreñas, o más arenosas, micáceas, de color, todas ellas, grises parduzcos oscuros.

Se encuentran en capas muy inclinadas y a veces subverticales y algo volcadas.

Los materiales cuaternarios corresponden a depósitos de lecho y ribera del río Asua, formado por materiales poligénicos propios de llanura aluvial y espesor variable.

Durante el cuaternario se produce la organización y encauzamiento de la red hidrográfica.

Regionalmente, las principales estructuras existentes son grandes pliegues de dirección NO – SE y algunas fracturas que son el resultado de la principal fase de plegamiento alpino, de edad post-eocena. Esta fase de deformación mencionada es también, a nivel regional, la de mayor importancia, habiendo producido los grandes pliegues de dirección N 120º E, como el anticlinal de Bilbao, sinclinal de Punta Galea-Oiz y otras estructuras que en algunos puntos de la Cuenca Vasco-Cantábrica muestran vergencia al Norte.

Hidrogeológicamente, los depósitos aluviales pertenecientes al río Asua presentan una permeabilidad alta.

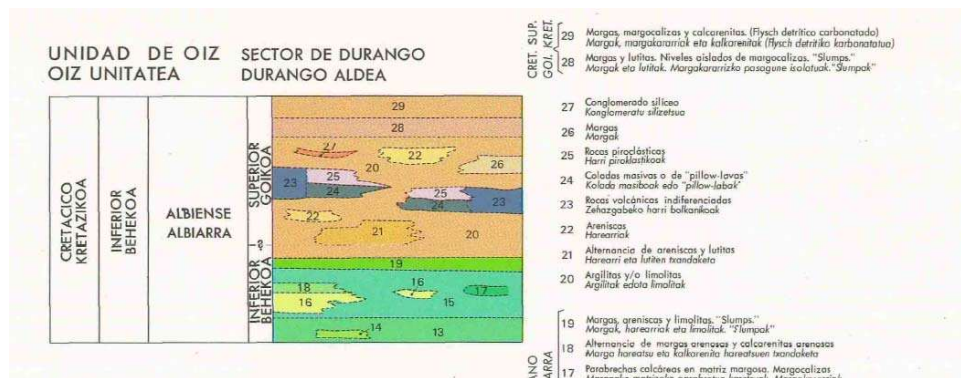
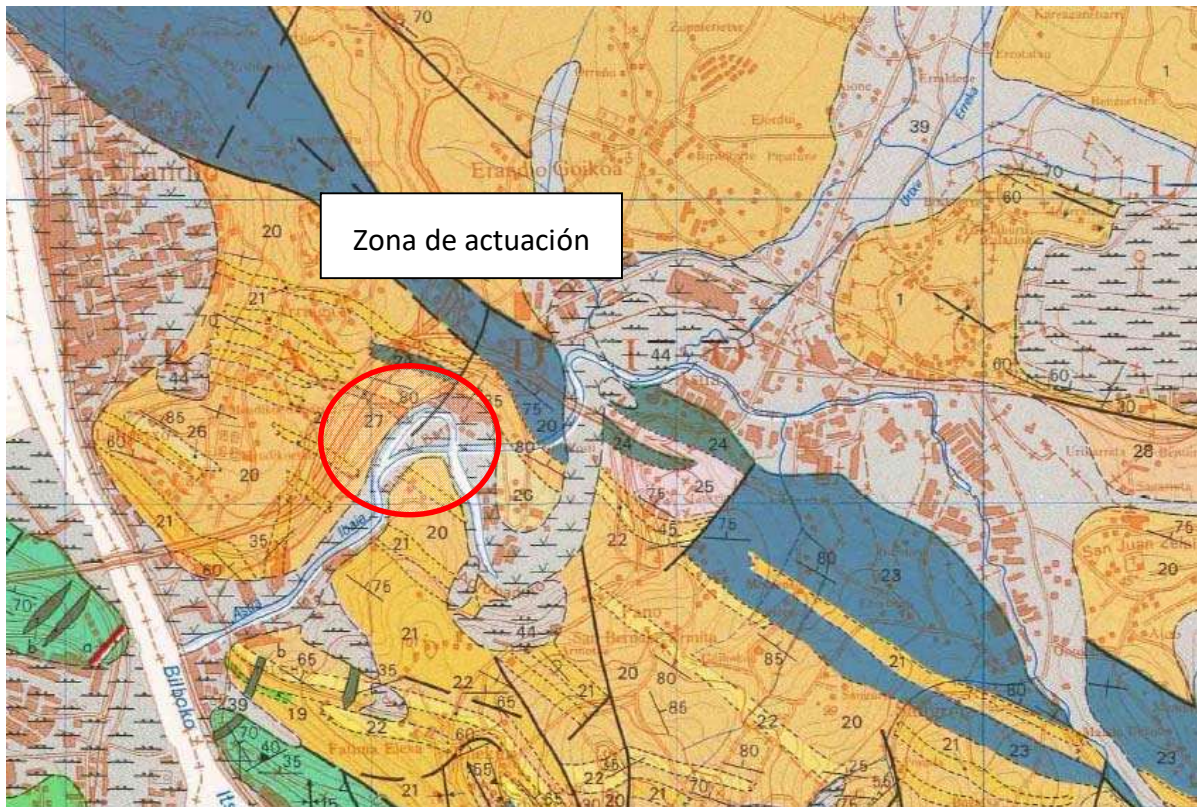


Fig. 2. Mapa geológica y leyenda de la zona de ubicación de las cocheras. EVE 61-II

3. SISMICIDAD

Con el objeto de proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en los proyectos de construcción se han desarrollado las Normas de Construcción Simorresistente NCSE-02 y NCSP-07.

De acuerdo a dicha normativa, se procede a la determinación de los parámetros en ella indicados:

- La aceleración sísmica básica, a partir del mapa de Peligrosidad sísmica de la Norma (figura 2.1) del cual se obtiene el valor $a_b < 0,04$ g.
- Clasificación de las construcciones: consideradas como de normal importancia (artículo 1.2.2 de la citada Norma).
- Determinación de la aceleración sísmica de cálculo, a_c : según el artículo 2.2, se calcula mediante la relación:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b, \text{ donde:}$$

- a_b es la aceleración sísmica básica. Para Erandio (Bizkaia) $< 0,04$ g
- ρ Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción; para construcciones de importancia normal $\rho = 1,0$.
- S Coeficiente de amplificación del terreno.

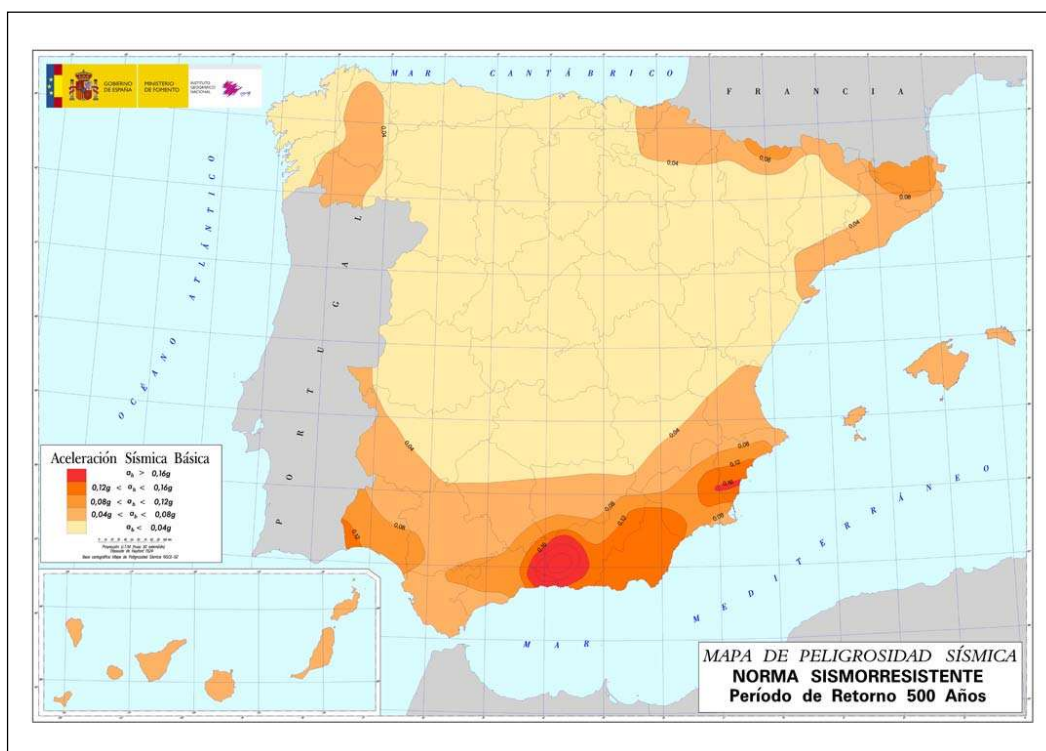


Fig. 3. Mapa de Peligrosidad Sísmica en España.

La aplicación de esta norma no será obligatoria en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,04$ g, siendo g la aceleración de la gravedad. En el caso de Erandio dicha aceleración sísmica básica es inferior a $0,04g$.

La combinación de acciones a considerar para el estudio de la situación sísmica que se puede presentar a lo largo de la vida útil de las estructuras es la siguiente:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} \cdot A_E$$

$\gamma_{G,i}$, γ_{G^*j} , $\gamma_{Q,1}$, γ_A : Coeficientes parciales de seguridad para las acciones

$G_{k,i}$: Valor característico de las acciones permanentes

$G_{k,j}^*$: Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante

$\psi_{2,1} Q_{k,1}$: Valor casi-permanente de la sobrecarga de uso. A efectos de la aplicación de esta Norma, en los puentes de baja o media intensidad de tráfico y en las pasarelas peatonales, se podrá tomar $\psi_{2,1} = 0$

A_E : Valor de la acción sísmica que sea pertinente según la comprobación que se vaya a realizar (sismo último de cálculo, sismo frecuente de cálculo o sismo durante la construcción), según el capítulo 3.

No será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b sea inferior a 0,04g.

En el caso que nos ocupa, a_b es inferior a 0,04g por lo que **no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas**.

4. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

A continuación se incluye el estudio geológico y geotécnico realizado sobre los terrenos en estudio.



ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS
COCHERAS DE ARRIAGA, T.M.
ERANDIO, BIZKAIA.

GEOLOGIA Y GEOTECNIA



REFERENCIA:	IG17015v1
TIPO DE DOCUMENTO:	Estudio geológico y geotécnico
FECHA:	18 septiembre 2017
PETICIONARIO:	D. Juan Carlos Marquez Luis

Fdo.: ALFONSO AIZPIRI FERNANDEZ



6/EUSKALDUNA 1º 5 1º DOHA - 48008 BILBAO
ILMO. COLEGIÓ OFICIAL DE GEÓLOGOS
COLEGIADO Nº 2.160



LURGINTZA es entidad acreditada por ENAC conforme a los criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020 (nº 221/EI409) en el ámbito de inspección de suelos potencialmente contaminados y aguas subterráneas asociadas.

LURGINTZA es Laboratorio de Control de Calidad en la edificación conforme a Decreto 410/2010 en el Area de sondeos, toma de muestras y ensayos geotécnicos in situ.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	ALCANCE Y ORDENACIÓN DEL ESTUDIO	5
1.2	CARACTERISTICAS DE L EMPLAZAMIENTO	6
1.3	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	7
1.4	EQUIPO DE TRABAJO	8
2	GEOLOGÍA.....	9
2.1	ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL.....	9
2.2	DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	9
2.3	LITOESTRATIGRAFÍA	10
2.3.1	SUSTRATO ROCOSO: MARGAS GRISES.....	10
2.3.2	FORMACIONES SUPERFICIALES	11
2.4	TECTÓNICA.....	13
2.4.1	TECTONICA GENERAL	13
2.4.2	TECTONICA DE LA PARCELA	13
2.4.3	ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO.....	13
2.5	HIDROGEOLOGÍA	13
2.6	GEMORFOLOGIA.....	14
2.6.1	MODELADO	14
2.6.2	MODIFICACIONES RECIENTES	14
3	INVESTIGACIÓN REALIZADA	16
3.1	RECONOCIMIENTO Y APERTURA DE ACCESOS.....	16
3.2	SONDEOS	17
3.2.1	TOMA DE MUESTRAS (ASTM-D1587-00 XP P94-202).....	18
3.2.2	ENSAYOS SPT (UNE-103-800:1992).....	18
3.2.3	NIVEL FREÁTICO	19
3.3	CATAS	19
3.4	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH	20



3.5	ENSAYOS DE LABORATORIO	20
3.5.1	IDENTIFICACIÓN DE SUELOS	21
3.5.2	ENSAYOS DE RESISTENCIA EN SUELOS	21
3.5.3	ENSAYOS DE RESISTENCIA EN ROCAS.....	22
4	GEOTECNIA	23
4.1	CONCLUSIONES DE LA CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN.....	23
4.1.1	NIVELES GEOTÉCNICOS.....	23
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES SUPERFICIALES	24
4.2.1	RELLENOS R.....	25
4.2.2	LIMOS GRISES (A).....	26
4.2.3	ARCILLAS MARRONES b.....	27
4.2.4	VALORACIÓN GEOTÉCNICA	27
4.3	CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO ROCOSO	28
4.3.1	CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS.....	28
4.4	NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD	29
5	RIESGOS NATURALES	30
5.1	SISMICIDAD	30
5.2	SUBSIDENCIA	30
5.3	ESTABILIDAD	30
6	CIMENTACIONES.....	31
6.1	SUPERFICIALES SOBRE RELLENOS	31
6.1.1	ZAPATAS	31
6.1.2	LOSAS.....	33
6.2	PROFUNDAS AL NIVEL DE ROCA	35
6.2.1	Pilotes en roca.....	35
6.2.2	pilotes de hinca.....	35
7	ACONDIONAMIENTO DE TERRENO.....	37
7.1	EXCAVACIONES.....	37
7.2	EXPLANACIONES.....	37

PLANOS

1. Geología
2. Perfil geológico

ANEXOS

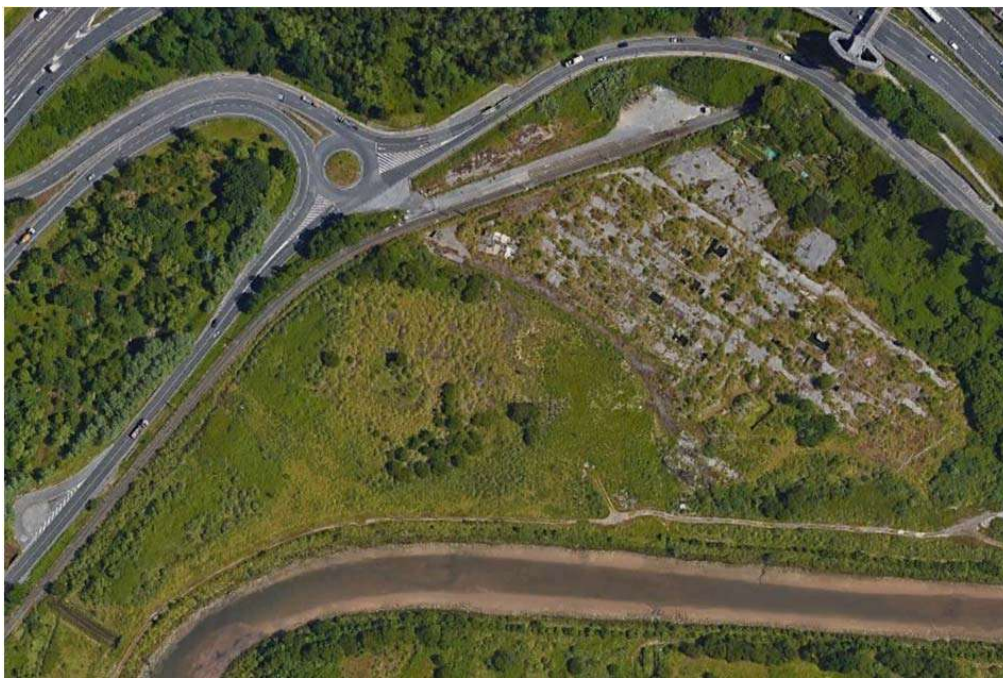
1. Sondeos mecánicos
2. SPT
3. Catas
4. Penetrómetros DPSH
5. Ensayos de laboratorio

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ALCANCE Y ORDENACIÓN DEL ESTUDIO

En el presente informe se presentan los resultados del estudio geológico y geotécnico del “Estudio Informativo de las cocheras de Arriaga” en el T.M de Erandio, Bizkaia a petición de la UTE PAYMACOTAS EUSKADI-TRN, INGENIERÍA Y PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS.

La UTE está desarrollando el “Estudio Informativo de las cocheras de Arriaga” para ETS. El emplazamiento elegido está delimitado al noroeste por la antigua vía del ferrocarril, al noreste por la carretera BI-735 y al sur por el río Asua. La zona este de ámbito corresponde al antiguo solar de “Fundición de Aceros Deusto”. Con tal fin necesitan conocer las características geológicas y geotécnicas del emplazamiento y los concionantes constructivos.



Fotografía 1: Zona de estudio

Las características principales del diseño propuesto es el siguiente:

- Las cocheras parten de un desvío de la línea de ferrocarril de Bilbao a Lezama, donde ramifica.
- Construcción de 12 vías de ferrocarril en paralelo de 140 metros de longitud.
- Edificación del hangar de las vías.
- Construcción de un edificio de usos múltiples.
- Construcción de una explanada para aparcamiento con capacidad de 60 plazas y control de accesos.
- Vial de acceso desde Playabbarri.

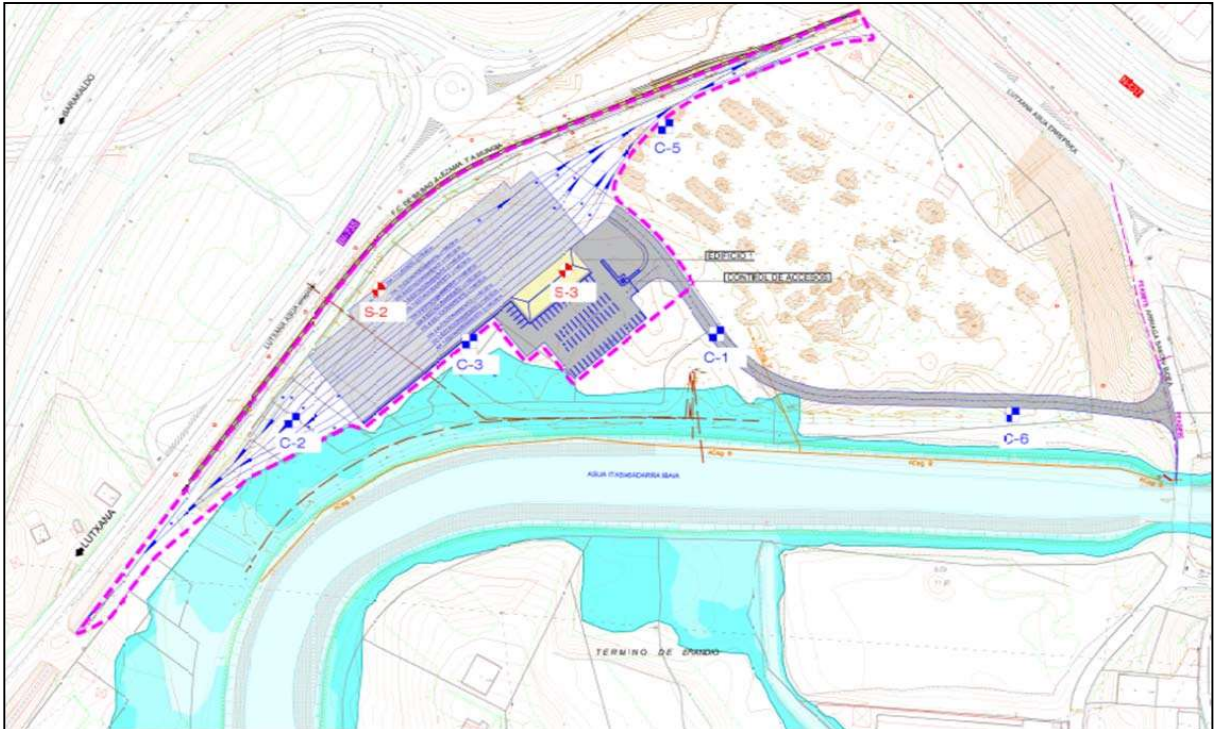


Ilustración 1: Alternativa estudiada

Los trabajos se han realizado con sujeción a lo dispuesto en el art. 1º del Decreto 462/1971 del 11 de Marzo, y en la Ley de la Ordenación de la Edificación (ley 38/1999 del 5 de Noviembre) en relación con los estudios geotécnicos para la construcción.

LURGINTZA INGENIERÍA GEOLÓGICA S.L. es laboratorio acreditado ante el Departamento de Arquitectura y Vivienda del Gobierno Vasco para la realización de los trabajos propuestos.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE L EMPLAZAMIENTO

La parcela objeto del estudio se sitúa en el T.M. de Erandio, en el barrio de Arriaga y ocupa una superficie de unos 60.000 m². Limita al norte con la carretera BI-735 que la circunvala y al Sur con la margen derecha del río Asua a su paso por el barrio de Arriaga. Se trata del tramo final, donde impera el dominio mareal y el funcionamiento del cauce es de ría, que en esta zona está canalizado.

Se accede por el camino de sirga que recorre la ribera de la ría, entre Sangroniz y Lutzana.

Se trata de una zona llana, pero de relieve rugoso debido a los numerosos vertidos, y con abundante vegetación que impide el tránsito por ella. Está situada a una cota aproximada de +4,5 m.

Se pueden diferenciar dos zonas:

- La zona Oeste corresponde al área con vegetación. Se trata de una zona muy irregular con abundantes vertidos de tipo industrial, como escorias de diferentes tamaños, polvos de acería, mezclados con escombros de diversa naturaleza. Estos vertidos se acumulan en montones de diferentes alturas y formas. Toda la superficie está cubierta por una densa vegetación herbácea con algunos árboles.
- Zona Este: Se trata principalmente del solar de Aceros de Deusto. Únicamente se conservan las soleras, fosos y algunas paredes medio derruidas. También hay abundantes montones de escombros. Pese a ser una acería el relieve es muy irregular por la presencia de diferentes fosos en las instalaciones, la mayoría rellenos de agua, y tabiques.

1.3 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El estudio quiere conocer las características geotécnicas de la parcela y sus condicionantes constructivos, entre ellas:

- ✓ Características de los suelos y rocas que forman el subsuelo.
- ✓ Parámetros geotécnicos
- ✓ Características hidrogeológicas
- ✓ Riesgos naturales de la zona
- ✓ Agresividad de suelos y aguas
- ✓ Tipología de cimentación aconsejada
- ✓ Movimientos de terreno y excavaciones.

La metodología para obtener esos datos ha sido:

- ✓ Recopilación y análisis de toda la información geológico - geotécnica previa.
- ✓ Cartografía geotécnica a escala 1:500
- ✓ Definición de la campaña geotecnia de campo
- ✓ Redacción del estudio y conclusiones.

Como información de tipo general para la realización de la campaña se ha consultado la siguiente documentación:

- ✓ Mapa geológico a escala 1:25.000 Hoja 61-II: Bilbao EVE.

Además su desarrollo ha sido siempre de acuerdo con las siguientes normativas:

- ✓ Código Técnico de la Edificación, Documento Básico **SE-Cimentaciones**
- ✓ Norma de construcción sismorresistente **NCSR-02**.
- ✓ **PG-3** de carreteras y puentes
- ✓ **EHE 08**, Instrucción del Hormigón Estructural.

- ✓ Eurocódigo nº7

1.4 EQUIPO DE TRABAJO

En la redacción del presente estudio ha colaborado el siguiente equipo:

- Coordinación: UTE: PAYMACOTAS EUSKADI-TRN
- Estudio y campaña geotécnica: LURGINTZA Ingeniería Geológica s.l.
- Laboratorio: LACOTEC Asturias

- Competencia

El autor del presente informe en su calidad de geólogo es técnico competente en estudios y proyectos de geotecnia para edificación y construcción y estudios y proyectos de ingeniería geológica según el *R.D. 1378/2001 BOE nº303 del 19/12/2.001*. El visado garantiza la colegiación y competencia del autor.

- Acreditación.

LURGINTZA INGENIERIA GEOLOGICA S.L. está inscrita en el registro general de laboratorios de ensayos acreditados para el control de la calidad de la edificación (*BOE 01/05/2001, BOPV 30/11/2000*).

2 GEOLOGÍA

2.1 ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio se sitúa al oeste del dominio tectónico conocido como Arco Vasco, dentro de la zona externa del mismo, en su articulación con el Arco de Balmaseda.

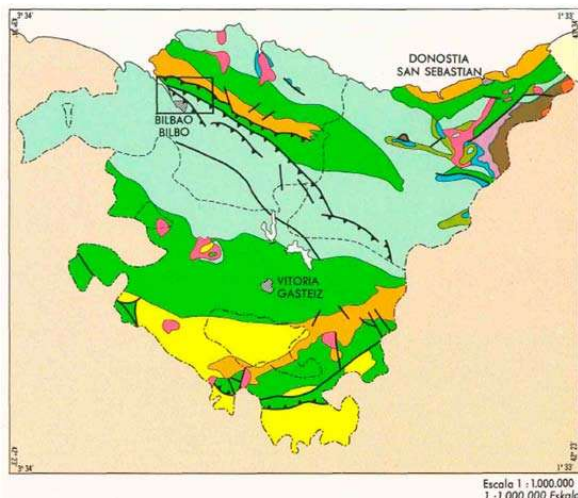


Ilustración 2: Mapa de situación

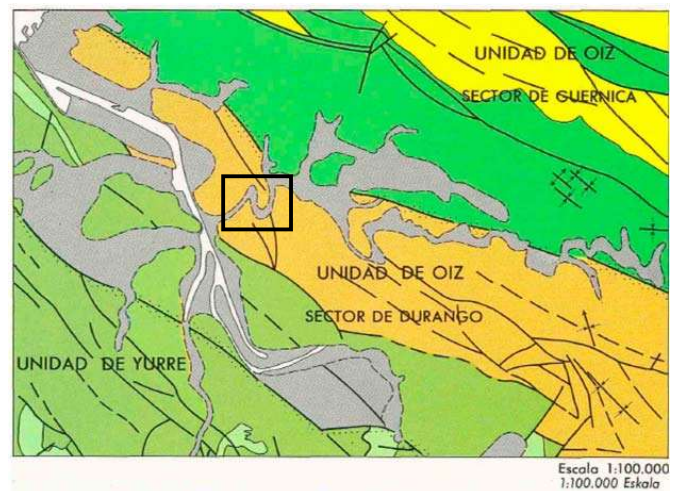


Ilustración 3: Esquema geológico

Los materiales aflorantes de la zona pertenecen a la unidad tecto-estratigráfica de Oiz, Sector de Durango y corresponden al sistema Cretácico Inferior. La unidad Oiz es una macrounidad geológica que engloba materiales que han seguido una misma evolución.

El Sector Durango se caracteriza por el predominio de materiales detríticos sobre los carbonatados, y se engloba dentro del Complejo Supraurgoniano (Sombreado naranja en *Ilustración 2*) que está formado esencialmente por lutitas, limolitas y areniscas con intercalaciones volcánicas. En la zona de estudio los materiales tienen una orientación preferente NO-SE y la serie buza de manera casi vertical hacia el Norte.

Sobre el sustrato se depositan los sedimentos cuaternarios generados por la dinámica fluvial.

2.2 DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se desarrolla íntegramente sobre los materiales cuaternarios que rellenan el fondo del valle del río Asua. Debajo, se sitúa un sustrato rocoso formado principalmente por una secuencia alternante de niveles de lutitas y areniscas que forman el complejo Supraurgoniano. En estos niveles pueden aparecer también margas grises y lavas volcánicas.

La capas están subverticales y afectadas por algunas fallas de poca importancia.



Ilustración 4: Geología de la zona de estudio

2.3 LITOESTRATIGRAFÍA

En base a la geología de la zona se diferencian dos unidades estratigráficas:

- Sustrato rocoso.
- Sedimentos cuaternarios superficiales

2.3.1 SUSTRATO ROCOSO: MARGAS GRISES

Es la formación predominante en la zona, se trata de intercalaciones margosas de potencia decamétrica, localizadas dentro de los términos lutíticos negros supraurgonianos, que es la litología predominante en la zona. Sin embargo en el área explorada únicamente se han localizado en sondeos margas grises.

Los estratos buzan de 75 a 85° hacia el norte.



Fotografía 2: Niveles margosos localizados en los sondeos

2.3.2 FORMACIONES SUPERFICIALES

Recubriendo estos materiales rocosos del Cretácico Inferior y dispuestos discordantemente sobre ellos, se encuentran los depósitos cuaternarios, siendo los más importantes los de origen antrópico, estuarino y aluvial. Las principales formaciones superficiales observadas son:

2.3.2.1 Depósitos antropogénicos

Ocupan toda la superficie con potencias superiores a los 3,0 metros. Su distribución es muy desigual en función de la cercanía de la acería y de las obras del encauzamiento del río Asua efectuadas, sin que se puedan diferenciar en cartografía con el nivel de investigación efectuado.

- Rellenos de obra civil. Son rellenos efectuados para la supresión de un antiguo meandro y provienen de la excavación del nuevo cauce. Están constituidos por limos, arcillas y arenas con restos de materia orgánica. A menudo difíciles de diferenciar del terreno natural
- Rellenos producto de la actividad industrial. Son rellenos muy heterogéneos que incluyen escorias variadas, arenas de moldeo (producto de la actividad de la antigua fundición de acero), ladrillos, gravas etc.
- RCD. Se trata de las soleras, fosos y montones de escombros de RCD de la zona de la acería.



Fotografía 3: Escorias



Fotografía 4: Escorias cementadas e hinchadas

2.3.2.2 Depósitos estuarinos

Es un importante nivel de limos grises que aparecen bajo los rellenos antrópicos. Es un nivel muy continuo y homogéneo. Prácticamente no afloran en superficie al estar cubiertos por los rellenos artificiales.

2.3.2.3 Depósitos aluviales

Bajo el nivel de limos grises aparecen sedimentos aluviales originados por la dinámica fluvial. Se trata de depósitos constituidos por acumulaciones de materiales de diferentes granulometrías (arcillas y arenas) con alta variabilidad tanto vertical como horizontal. Se han descubierto únicamente en sondeo, ya que no afloran en superficie.



Fotografía 5: Limos estuarinos

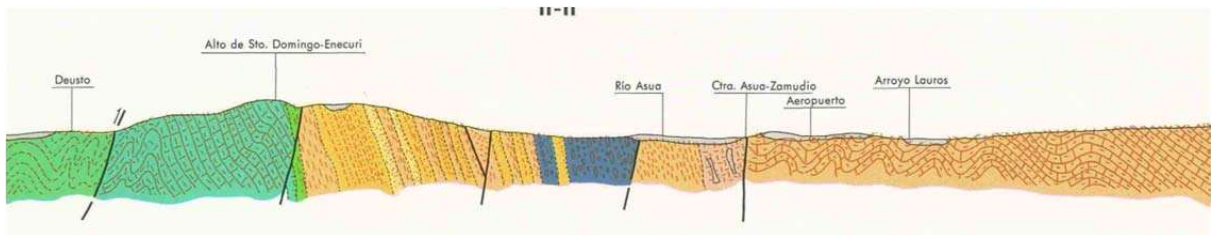


Fotografía 6: Depósitos aluviales

2.4 TECTÓNICA

2.4.1 TECTONICA GENERAL

Desde el punto de vista estructural, la banda de materiales donde se sitúa la zona de estudio se encuentra delimitada por la falla de Durango al norte y la falla de Bilbao-Alsasua al sur, que originan una fuerte compresión de este nivel. Estas dos grandes estructuras tienen una orientación NO-SE.



2.4.2 TECTONICA DE LA PARCELA

A escala de parcela, la zona de estudio no se ve afectada por ninguna estructura relevante.

2.4.3 ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO

Las margas no presentan una fracturación acusada, ya que tienen una respuesta muy dúctil ante los esfuerzos tectónicos. Los afloramientos rocosos del entorno no presentan cuñas rocosas importantes, sino que en superficie se aprecia una laminación grosera en los términos margosos que favorece la meteorización de la superficie con caída continua de fragmentos por los taludes. En los términos más carbonatados son más patentes los sistemas de diaclasado.

2.5 HIDROGEOLOGÍA

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona se encuadra dentro del Dominio Hidrogeológico del Anticlinorio Sur. Este dominio se corresponde con una banda que en dirección NO-SE atraviesa el territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco desde el Valle de Karrantza (Bizkaia), en su extremo occidental, hasta la Sierra de Aralar (Gipuzkoa) en el oriental, incluyendo terrenos alaveses y el enclave cántabro de Villaverde de Trucios. Comprende diferentes materiales que se agrupan dependiendo de su permeabilidad, definiendo así las Unidades Hidrogeológicas como las zonas constituidas por materiales de alta permeabilidad con gran interés económico social por su capacidad de almacenamiento de agua subterránea. Estas unidades están rodeadas de otros materiales de escaso interés debido a su baja permeabilidad. Tal es el caso de la zona de estudio, que se sitúa sobre materiales fundamentalmente lutíticos de baja permeabilidad y por tanto de escaso interés hidrogeológico.

Los depósitos cuaternarios que cubre el sustrato son de naturaleza limosa y por lo tanto de baja permeabilidad, pero están saturados en agua debido a la conexión directa que tienen con el cauce del río Asua, que marca la posición del nivel freático.

2.6 GEMORFOLOGIA

2.6.1 MODELADO

El modelado fundamental que ha dado lugar al relieve de la zona de proyecto corresponde al modelado de vertientes, tipo valle fluvial.

Se produce por el encajamiento de la red fluvial en el relieve motivado por la posición de nivel de base, que en este caso es el mar.

Este modelado afecta al resto del territorio, y su causa es la excavación del relieve por la red fluvial, bien sea por medio de incisión lineal, o en las laderas por efectos fluviogravitacionales. Estos procesos se ven favorecidos por la diferencia de cota existente entre los relieves y el nivel de base.

En conjunto este modelado presenta muy poca actividad ya que la red fluvial actual está en pleno proceso de madurez, caracterizado por una pérdida de energía de la corriente fluvial por la baja pendiente del terreno y que favorece el depósito de sedimentos fluviales en ambas márgenes, generación de llanuras de inundación de morfología plana que colmatan el fondo de los valles, e influencia mareal por la cercanía del mar.

2.6.2 MODIFICACIONES RECIENTES

En origen, ese tramo de ría era meandriforme, y el cauce originaba un meandro cerrado sobre los terrenos objeto de estudio. Tras las inundaciones del año 1983, se modificó el trazado de la ría eliminando dicho meandro.

Durante las obras de encauzamiento se usaron las tierras de excavación del nuevo trazado para rellenar el antiguo cauce, ganando de este modo, la superficie de tierra sobre la que se sitúa en la actualidad una gran mayoría de la zona de estudio.



Fotografía 7: Cauce del río Asua en el año 1983



Fotografía 8: Cauce del río Asua en el año 2016

3 INVESTIGACIÓN REALIZADA

Los trabajos de investigación se han desarrollado en cuatro apartados correlativos y complementarios:

- ✓ Reconocimiento geológico de la zona de estudio.
- ✓ Apertura de accesos a las zonas de investigación.
- ✓ Ejecución de sondeos mecánicos y catas.
- ✓ Toma de muestras y ejecución de ensayos SPT.
- ✓ Ensayos en laboratorio sobre las muestras obtenidas.

La distribución de los trabajos de investigación geotécnica de campo, puede verse en el plano nº1.

3.1 RECONOCIMIENTO Y APERTURA DE ACCESOS.

Se ha efectuado un reconocimiento geológico de la zona donde se han constatado la dificultad existente tanto para recorrer la zona a pie por la abundante vegetación, como para la realización de la campaña por los rellenos superficiales.

Salvo la zona de soleras de hormigón de la antigua acería, el resto está totalmente colonizado por plumeros de la pampa, zarzas y vegetación herbácea. Únicamente se aprecian algunos “claros” donde la vegetación está ausente y por la existencia de escorias cementadas y abombadas. El resto de los rellenos están colonizados en su mayoría.

Con motivo de estos problemas ha sido necesario la apertura de pistas para el acceso tanto a la zona desde la pistas paralela al río Asua, como para poder acceder a los puntos de prospección.



Fotografía 9: Acceso al sondeo SM-2



Fotografía 10: Acceso al DPSH 1

3.2 SONDEOS

Se han efectuado dos (2) sondeos de testificación continúa hasta penetrar en el sustrato rocoso un mínimo de 3 metros.

CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DE LOS SONDEOS

SONDEOS	PROF.	COTA	PROF. ROCA	POT. RELLENOS	SITUACIÓN	OBSERVACIONES
SM-2	24,00	+3,9	15,00	5,2	En la vía de lavado	Antiguo cauce
SM-3	18,00	+4,6	21,00	5,0	En edificio de control	-



Fotografía 11: Sondeo SM-2



Fotografía 12: Sondeo SM-3

Los sondeos se han realizado a rotación, con batería de 101 mm de diámetro en emboquillaje y en avance de sondeo. Se ha perforado en seco con batería simple tipo "B" en rellenos y materiales no consolidados, soportando las paredes de la perforación mediante entubación metálica recuperable de 98 mm de diámetro.

Se ha empleado una sonda FRASTE, dotada de movimiento propio sobre carro de orugas de goma, y equipada con bomba de agua independiente, y penetrómetro DPSH automático para ejecución de ensayos SPT y toma de muestras inalteradas.

Los testigos extraídos en el sondeo se han preservado en cajas portatestigos de plástico, debidamente rotuladas con cotas parciales cada metro y profundidad de las maniobras. Se han efectuado de acuerdo con la norma: ASTM-D2113-99, XP P94-202.

En cada sondeo se han tomado y registrado datos relativos a:

- ✓ Cotas parciales y totales.
- ✓ Litologías atravesadas.
- ✓ Nivel piezométrico.
- ✓ Muestras tomadas.
- ✓ RDQ de la roca.

- ✓ Grado de meteorización de la roca.
- ✓ Porcentaje de fracturas por cada 30 cm. lineales de sondeo.
- ✓ Instalación de tubo piezométrico.
- ✓ Fotografías del emplazamiento y de las cajas portatestigos.

Estos datos se han representado en el modelo de hoja de parte de sondeos que, junto con las fotografías, constituyen el Anexo nº1.

3.2.1 TOMA DE MUESTRAS (ASTM-D1587-00 XP P94-202)

Se han tomado seis (6) muestras inalteradas en total. Dos (2) en el nivel de rellenos y cuatro (4) en el tramo de terreno natural. Las características son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO EN SUELOS

PERFORACIÓN	MUESTRAS	PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
SM-2	MI-1	3,60-4,20	Rellenos
	MI-2	7,80-8,40	Limos grises
	MI-3	10,80-11,40	Limos grises
	MI-4	16,20-16,80	Limos grises
SM3	MI-1	3,00-3,60	Rellenos
	MI-2	8,40-9,00	Limos grises

CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO EN ROCA

PERFORACIÓN	MUESTRAS	PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
SM-2	TP-1	22,20-22,70	Margas grises G-II
SM-3	TP-1	15,60-15,85	Margas grises G-II

3.2.2 ENSAYOS SPT (UNE-103-800:1992).

Este tipo de ensayo se ha efectuado en los materiales arcillosos. La puntaza utilizada ha sido hueca o abierta, salvo en los materiales más gruesos o problemáticos donde la puntaza ha sido ciega.

En la descripción de los ensayos figura también el valor N que es resultado de la suma de los valores intermedios de golpeteo (avance de 30 cm.).

CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS SPT

SONDEO	PROFUNDIDAD	SPT	N	MATERIAL	CONSISTENCIA
SM-2	1,80-2,25	5-5-3	8	Rellenos	Blanda
	4,20-4,65	2-1-2	3	Rellenos limosos	Muy blanda

SONDEO	PROFUNDIDAD	SPT	N	MATERIAL	CONSISTENCIA
	8,40-8,85	1-1-1	2	Limos grises	Muy blanda
	11,40-11,85	1-1-1-	2	Limos grises	Muy blanda
	16,8-17,25	2-2-1	3	Limos grises	Muy blanda
	1,50-1,95	6-3-5	8	Rellenos	Blanda
SM3	3,60-4,05	2-3-4	7	Limos grises	Blanda
	9,00-9,45	1-1-1	3	Limos grises	Muy blanda

Los SPT han sido procesados con el programa Dynamic Probing, estableciéndose los parámetros geotécnicos característicos en base a correlaciones. Figuran en el Anexo nº2.

3.2.3 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático se ha localizado en ambos sondeos a 2,5 m, por encima del nivel del cauce del río Asua.

3.3 CATAS

Se han realizado un total de cinco (5) catas con retroexcavadora. (Plano nº1). Las catas se han realizado hasta el límite de la excavabilidad del terreno y del alcance de la máquina. Los registros se incorporan en el anexo nº3 Sus características son:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CATAS

CATA	PROFUNDIDAD	COTA	POTENCIA RELLENOS	SITUACIÓN	OBSERVACIONES
C-1	4,0	+4,6	3,5	Está sobre el ramal de Naturgás.	Antiguo cauce
C-2	4,0	+4,0	3,5	Haz de vías lado Lezama	Antiguo cauce
C-3	4,0	+4,4	3,5	Sobre la fachada sur de la nave	-
C-5	4,5	+3,9	3,0	Haz de vías lado Lezama	Acería de Deusto
C-6	3,0	+6,3	>3,0	Vial de acceso	-

Una de las características de las catas es la existencia de potentes niveles de rellenos antropogénicos que cubren toda la superficie, de naturaleza arcilloso limosa, muy similares a los sedimentos existentes, lo que hace muy difícil su diferenciación.

3.4 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

Se han efectuado dos (2) ensayos de penetración dinámica de tipo Super Pesado en la parcela tanque. (Plano nº1)

Es un tipo de prueba de penetración dinámica con registro continuo, que se emplea en la caracterización de un terreno, dentro de un reconocimiento geotécnico. Se trata de un penetrómetro dinámico normalizado, con las siguientes características:

- Se mide el golpeo necesario para profundizar 20 centímetros $\rightarrow N_{DPSH}$.
- Rechazo (R) cuando $N_{DPSH} > 100$.
- Peso de la maza = 63'5 kilopondios.
- Altura de caída = 76 centímetros.
- Sección de la punta cónica perpendicular al eje de penetración = 20 centímetros cuadrados (diámetro = 50'5 milímetros).

El aparato usado es un DPSH ML de la marca Fraste autopulsado. Los resultados de las pruebas han sido:

CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DE LOS PENETROMETROS

DPSH	PROF.	COTA DPSH	SITUACIÓN	OBSERVACIONES
P-1	13,60	+4,8	Haz de vías lado Lezama	Antiguo cauce
P-2	12,80	+5,1	Aparcamiento	-

Con posterioridad se han dividido los resultados en tramos homogéneos por su número de golpes. En cada tramo se establecido el valor medio del SPT y obtenido parámetros geotécnicos característicos en base a correlaciones. Estos valores deben ser tomados como orientativos.

Los datos del penetrómetro como su interpretación aparecen en el anexo nº4.

3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han efectuado ensayos de laboratorio en suelos y rocas. La propuesta de ensayo ha sido para la caracterización de los suelos y rocas respecto a su **granulometría** y **resistencia**.

Los ensayos de laboratorio se sintetizan en el cuadro adjunto:

TEST		Nº	RESULT
Caracterización geotécnica de suelos	Humedad	4	<i>Clasificación y caracterización de suelos.</i>
	Densidad	4	
	Granulometría	4	

TEST		Nº	RESULT
	Límites de Atterberg Sedimentación	4	
Compactación de suelos	Próctor modificado CBR		<i>Uso materiales en relleno Explanada</i>
Resistencia de suelos	Compresión simple Corte directo (UU) Corte Directo (CU) Corte directo (CD) Triaxial (CU)	4	<i>Cálculo Presión admisible. Cimentaciones.</i>
Deformabilidad de suelos	Edómetro Hinchamiento Libre Colapso	-- -- --	<i>Asientos. Cimentaciones.</i>
Resistencia de rocas y hormigones	Compresión simple Compresión simple con galgas extensiométricas Compresión a tracción Martillo de Smidt*	2	<i>Cálculo Presión admisible. Cimentaciones.</i>
Químicos	Agresividad suelos EHE Agresividad agua EHE Materia orgánica Carbonatos		<i>Agresividad de las aguas/ suelos al hormigón.</i>

3.5.1 IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos, según UNE 103 101:95.

-Determinación del Límite Líquido por el método del aparato de Casagrande (UNE -103 103:94) y Límite Plástico (UNE 103 104:93) de un suelo.

-Determinación del contenido en humedad natural, según UNE 103 300:93.

-Determinación de la densidad de un suelo, según UNE 103 301:94.

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Humedad (%)	Densidad seca (kg/cm3)	Densidad saturada (kg/cm3)	Límites de Atterberg			Granulometría		Casagrande
						L.L.	L.P.	I.P.	T-5mm	T-0.08mm	
SM-2	MI-3	10,8-11,4	39,8	1,27	1,776	38,7	27,7	11	100	94	ML
	MI-4	16,20-16,80	42	1,242	1,763	39	26,2	12,8	100	95,6	ML
SM-3	MI-1	3,0-3,60	15,9	1,845	2,138	21,3	17,1	4,2	73	32	SM
	MI-2	8,40-9,0	41,4	1,248	1,764	42	28,4	13,6	100	85,1	ML

3.5.2 ENSAYOS DE RESISTENCIA EN SUELOS

-Ensayo a compresión simple de un suelo, según UNE 103 400-93.

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Compresión simple (kg/cm ²)	Cohesión No drenada (KPa)	Cohesión drenada (KPa)	Ángulo de fricción interna ϕ°
SM-2	MI-3	10,8-11,4	0,38	--	-	-
	MI-4	16,20-16,8	0,29	-	-	-
SM-3	MI-1	3,0-3,60	0,62	-	-	-
	MI-2	8,40-9,0	0,38	-	-	-

3.5.3 ENSAYOS DE RESISTENCIA EN ROCAS

-Determinación de compresión uniaxial en rocas según UNE 22 950-1:90.

Sondeo	Muestra	Profundidad	W (%)	d (g/cm ³)	n (g/cm ³)	Compresión Uniaxial (MPa)	FALLO
SM-2	TP-1	22,2-22,7	-	-	-	18,6	Matriz
SM-3	TP-1	15,6-15,85	-	-	-	6,6	Por discontinuidad

4 GEOTECNIA

4.1 CONCLUSIONES DE LA CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN

Se ha efectuado una campaña básica, a nivel de estudio informativo basada en: sondeos mecánicos, catas y ensayos de penetración dinámica, cuyo objetivo es proporcionar información preliminar sobre la estructura geológica del subsuelo y orientar sobre sus características y problemática geotécnica.

El sondeo mecánico SM-3 está situado sobre la antigua llanura aluvial. Ha atravesado una capa de rellenos artificiales de 5 metros, después una potente serie de limos estuarinos de 6,3 metros de potencia que pasa a una capa de sedimentos aluviales de 3,50 metros de potencia. Alcanza la roca sana pero fracturada a 14,80 metros de profundidad.

El sondeo SM-2 está situado sobre el antiguo cauce del río Asua. Ha atravesado el nivel de rellenos superficiales de 5,2 metros de potencia, seguido de un potente tramo (12,40 m) de limos estuarinos, que pasan a un nivel de 1,8 metros de arcillas aluviales. El sustrato rocoso alterado aparece a 19,2 metros de profundidad y la roca sana a los 21,0 metros..

Las catas realizadas han prospectado el nivel de rellenos y los limos inferiores, alcanzado una profundidad máxima de 4,50m, sin que ninguna haya llegado al sustrato rocoso.

Los ensayos de penetración dinámica han dado rechazo una profundidad de entre 12,8 y 13,6 metros, muy diferentes a los sondeos efectuados. Puede existir rechazo antes de llegar a roca.

La zona ha sido muy transformada por los rellenos efectuados para la supresión del meandro original y por el vertido de residuos sólidos industriales, que tapizan prácticamente la totalidad de la zona de estudio. Estos residuos deben ser objeto de investigación ambiental como se tratará más adelante.

4.1.1 NIVELES GEOTÉCNICOS

Se ha dividido el subsuelo en niveles geotécnicos representativos. Se han diferenciado: (Plano nº2)

- R: Rellenos
- A: Fangos estuarinos
- B: Suelos aluviales
- C: Roca meteorizada
- D: Sustrato rocoso

NIVELES GEOTÉCNICOS

Nivel	Descripción
Rellenos R	Rellenos antrópicos heterogéneos y de gran extensión superficial. Se distinguen dos tipos: rellenos de obra civil y rellenos producto de la actividad industrial, si bien es muy difícil su separación sobre el terreno ya que aparecen mezclados o en acumulaciones de poca extensión.

Nivel	Descripción
	Tienen una potencia aproximada entre 3,5 y 5,0 m.
Limos estuarios: limos grises A	Limos grises muy húmedos y blandos con contenidos variables de arenas finas y en ocasiones de gravillas milimétricas. Tiene baja plasticidad y elevado contenido en humedad. Su estado es cercano al límite líquido. Tienen potencias entre 6,0 y 12,40 metros, siendo más potentes hacia el cauce del antiguo trazado. Su base se encuentra entre los 11,3 y 15,0 metros de profundidad
Sedimentos aluviales: limos marrones B	Nivel de arcillas marrones que aparece bajo los limos anteriores y corresponde a antiguos sedimentos fluviales de la época glaciaria, que han sido cubiertos en las etapas posteriores de elevación del nivel del mar. No se han efectuado caracterizaciones en ellos pero "de visu" son arcillas tipo CL-ML con niveles de gravas y arenas. Tienen potencias muy desiguales entre 1,8 en el antiguo cauce y 3,5 metros en la llanura aluvial. Su base se encuentra entre los 14,8 y 19,2 metros de profundidad
Roca meteorizada V C	Nivel de roca meteorizada IV. Se trata de unas arcillas limosas de color gris, que mantienen la estructura de la roca. Son producto de la meteorización de las margas. Aparece en el sondeo SM-2 19,2 metros de profundidad, y tienen una potencia de 1,8 metros.
Sustrato rocoso D	Margas estratificada con estratificación casi vertical. Constituye el sustrato rocoso de la parcela. Aparece a 21,0 metros en el sondeo SM-2 y a 15,0 en el sondeo SM-3.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES SUPERFICIALES

En función de los datos de sondeo y de la cartografía geológica se han considerados los siguientes tipos de formaciones:

- Rellenos superficiales: ocupan gran parte de la superficie
- Limos grises
- Arcillas marrones
- Roca meteorizada.

Su distribución y potencia es:

Prospección	R: Rellenos	A: Limos grises	B: Arcillas marrones	C: Roca meteorizada
SM-2	5,2	12,2	1,8	1,8
SM-3	5,0	6,3	3,5	-
C-1	3,5	3,0	-	-
C-2	3,5	-	-	-
C-4	3,5	-	-	-
C-5	3,0	-	-	-
C-6	>3,0	-	-	-

4.2.1 RELLENOS R

Se han investigado mediante ensayos SPT en los siguientes sondeos:

SONDEO	PROFUNDIDAD	SPT	N	MATERIAL	CONSISTENCIA
SM-2	1,80-2,25	5-5-3	8	Rellenos	Blanda
	4,20-4,65	2-1-2	3	Rellenos limosos	Muy blanda
SM3	1,50-1,95	6-3-5	8	Rellenos	Blanda
	3,60-4,05	2-3-4	7	Rellenos limosos	Blanda

Los valores deducidos de los SPT son:

Level	Depth (m)	Nspt	Specific weight (t/m ³)	Specific weight saturated (t/m ³)	Ángulo shear strength (°)	Edométric Modulus (MPa)	Elástico Modulus (MPa)	Poisson Modulus	Shear Modulus G (MPa)
R	1,8	8	14,24	18,67	20	4,31	---	0,34	45,01
	4,2	3	15,98	18,24	--	3,18	2,94	--	--
	1,5	8	14,24	18,67	20	4,31	---	0,34	45,01
	3,6	7	18,24	18,63	--	7,18	6,86	--	--
Media		6,5	15,67	18,55	20	4,74	4,9	0,34	45,01

Los valores deducidos de los DPSH son:

Level	Nspt	Specific weight (t/m ³)	Specific weight saturated (t/m ³)	Ángulo shear strength (°)	Edométric Modulus (MPa)	Elástico Modulus (MPa)	Poisson Modulus	Shear Modulus G (Kg/cm ²)
R	5,11	13,86	18,44	20	3,72	--	0,34	29,54
	16,8	15,30	19,33	20	6,08	15,59	0,32	90,41
	7,31	14,15	18,62	20	4,71	--	0,34	41,35
	3,88	13,70	18,34	20	3,47	--	0,35	22,80
Media	8,27	14,25	18,68	20	4,49	15,59	0,33	46,02

Los valores de laboratorio son:

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Humedad (%)	Densidad seca (kg/cm ³)	Densidad saturada (kg/cm ³)	Límites de Atterberg			Granulometría		Casagrande
						L.L.	L.P.	I.P.	T-5mm	T-0.08mm	
SM-2	MI-3	10,8-11,4	39,8	1,27	1,776	38,7	27,7	11	100	94	ML

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Compresión simple (kg/cm ²)
SM-2	MI-3	10,8-11,4	0,38

4.2.2 LIMOS GRISES (A)

Se han investigado mediante ensayos SPT en los siguientes sondeos:

SONDEO	PROFUNDIDAD	SPT	N	MATERIAL	CONSISTENCIA
SM-2	8,40-8,85	1-1-1	2	Limos grises	Muy blanda
	11,40-11,85	1-1-1	2	Limos grises	Muy blanda
	16,8-17,25	2-2-1	3	Limos grises	Muy blanda
SM3	9,00-9,45	1-1-1	2	Limos grises	Muy blanda

Los valores deducidos de los SPT son:

Level	Depth (m)	Nspt	Specific weight (t/m ³)	Specific weight saturated (t/m ³)	Cohesión no drenada KPa	Edométric Modulus (MPa)	Elástico Modulus (MPa)	Poisson Modulus	Shear Modulus G (Kg/cm ²)
A	8,4	2	15,30	18,14	12,26	2,18	1,96	-	--
	11,4	2	15,30	18,14	12,26	2,18	1,96	-	--
	16,8	3	15,98	18,24	18,44	3,18	2,94	-	--
	9,0	2	15,30	18,14	12,26	2,18	1,96	-	--
Media		2,25	15,47	18,16	13,80	2,43	2,25	-	

Los valores deducidos de los DPSH son:

Level	Nspt	Specific weight (t/m ³)	Specific weight saturated (t/m ³)	Cohesión no drenada KPa	Edométric Modulus (MPa)	Elástico Modulus (MPa)	Poisson Modulus	Shear Modulus G (Kg/cm ²)
A	8,85	18,93	20,79	58,55	9,03	8,68	--	--
	11,56	19,71	21,67	79,49	11,74	11,34	--	--
Media	10,20	19,32	21,23	69,02	10,38	10,01	--	--

Los valores del ensayo de laboratorio son:

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Humedad (%)	Densidad seca (kg/cm ³)	Densidad saturada (kg/cm ³)	Límites de Atterberg			Granulometría		Casagrande
						L.L.	L.P.	I.P.	T-5mm	T-0.08mm	
SM-2	MI-4	16,20-16,80	42	1,242	1,763	39	26,2	12,8	100	95,6	ML
SM-3	MI-1	3,0-3,60	15,9	1,845	2,138	21,3	17,1	4,2	73	32	SM
	MI-2	8,40-9,0	41,4	1,248	1,764	42	28,4	13,6	100	85,1	ML
Media			33,1	1,44	1,88	34,1	22,7	10,2	100	91	

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Compresión simple (kg/cm ²)
SM-2	MI-4	16,20-16,8	0,29
SM-3	MI-1	3,0-3,60	0,62

Sondeo	Muestra	Prof (m)	Compresión simple (kg/cm ²)
	MI-2	8,40-9,0	0,38
Media			0,43

4.2.3 ARCILLAS MARRONES B

Se ha investigado con los DPSH. Los valores deducidos son:

Level	Nspt	Specific weight (t/m ³)	Specific weight saturated (t/m ³)	Cohesión no drenada KPa	Edométric Modulus (MPa)	Elástico Modulus (MPa)	Poisson Modulus	Shear Modulus G (Kg/cm ²)
B	33,51	21,97	24,42	221,83	33,69	32,86	--	--
	33,15	21,87	24,32	219,47	33,33	32,51	--	--
Media	33,33	21,92	24,37	220,65	33,51	32,685	--	--

No se ha investigado de roca meteorizada.

4.2.4 VALORACIÓN GEOTÉCNICA

Las características generales de los suelos y formaciones superficiales encontradas son:

Suelo	Compresibilidad	Permeabilidad	Capacidad portante	Uso como cimiento	Problemas geotécnicos
R: Rellenos antrópicos	Alta	Alta	Baja	Malo	Múltiples
A: Limos	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Malo	Asientos
B: Arcillas marrones	Media	Muy Baja	Baja	Medio	Asientos
C: Roca meteorizada	Baja	Media	Media	Media	Capacidad de carga

Los parámetros geotécnicos medios deducidos de cada nivel son:

Parámetro	R: rellenos	A: limos negros	B: arcillas marrones
Humedad (%)	38,0	33,1	--
Densidad seca (kg/cm ³)	1,27	1,44	2,1
Densidad saturada (kg/cm ³)	1,77	1,88	2,4
Límites de Atterberg	38 27 11	34 22 10	-
Granulometría	100 94	100 91	-

Parámetro	R: rellenos	A: limos negros	B: arcillas marrones
Compresión simple (kg/cm ²)	0,38	0,43	-
Cohesión no drenada (kg/cm ²)	0,19	0,42	2,22
Angulo de rozamiento °	20°	--	--
Módulo edométrico (kg/cm ²)	47,00	65,25	341,0
Módulo elástico (kg/cm ²)	49,96	61,95	333,0
Coefficiente de Poisson	0.34	-	-

4.3 CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO ROCOSO

Está constituido por margas. Se ha detectado en todos los sondeos partir de 15 metros de profundidad.

4.3.1 CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS.

- Dureza

Son materiales blandos.

Borehole	Sampler	Depth	Uniaxial compresion (MPa)	Failure
SM-2	TP-1	22,2-22,7	18,6	Matriz
SM-3	TP-1	15,6-15,85	6,6	Por discontinuidad
Media			12,6	-

- Discontinuidades

En general toda secuencia de las columnas de todos los sondeos muestraroca bastante sana y compacta. Y esto es debido en parte al buzamiento de las capas que favorecen se abran por los planos de estratificación. Las discontinuidades observadas son:

- ✓ E: estratificación. Es la más marcada porque aparece asociada a niveles más margosos. Buza entre 65° y 75°
- ✓ D₁: diaclasa 1: es una fractura perpendicular a la estratificación y con buzamiento muy vertical. En ocasiones es un poco oblicua. Son planas y rugosas.

- RQD

El RQD es una medida de la calidad del macizo rocoso. En general es bastante alto en todos los sondeos. En la tabla siguiente se presenta la profundidad del tramo de roca y RQD

Borehole	Very poor rock 0.0-25%	Poor rock 25-50%	Fair rock 50-75%	Good rock 75-90%	Very good rock 90-100%
SM-2				21,0-22,0	22,0-24,0
SM-3			15,0-16,0	16,0-18,0	

- Meteorización

Únicamente en el sondeo SM-2, donde existe un tramo muy fracturado. Pasa gradualmente a roca sana.

4.4 NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD

El nivel freático en los sondeos se ha estabilizado a 2,5 metros de profundidad, sin embargo en la realización de la catas únicamente la cata C-5 presentaba nivel freático estable.

Este nivel freático está ligado a la dinámica mareal del río Asua y la precipitación directa sobre el terreno, no en vano los limos grises están saturados en humedad y son muy poco permeables.

5 RIESGOS NATURALES

5.1 SISMICIDAD

Según la norma de construcción sismorresistente NCSR-02 la zona de Asua tiene una aceleración sísmica inferior 0,04 g, lo que hace que no sea obligatorio su cumplimiento.

Esta aceleración sísmica equivale a una intensidad sísmica de V de la escala MSK. La probabilidad de ocurrencia de un sismo de grado V es de 1 para un periodo de 500 años.

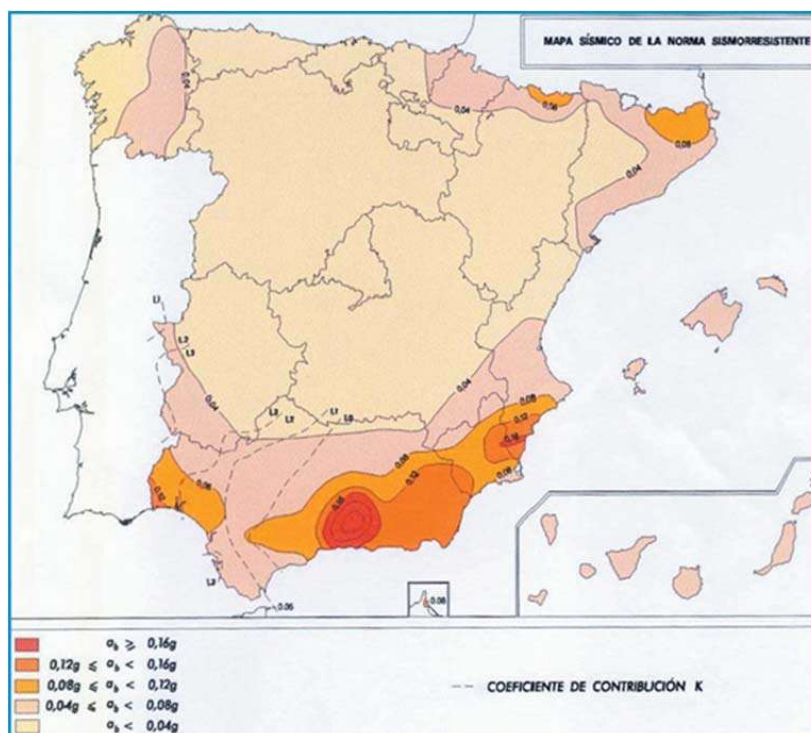


Ilustración 5: Mapa se sismicidad

5.2 SUBSIDENCIA

La zona no tiene karstificación ni materiales yesíferos que puedan dar lugar a cavidades. Los rellenos son muy heterogéneos y no pueden dar colapsos por disolución de la matriz fina. Tampoco son expansivos.

5.3 ESTABILIDAD

La zona no tiene relieves, es plana. Las únicas inestabilidades solo se pueden producir en excavaciones.

6 CIMENTACIONES

Se debe cimentar tanto el edificio multiusos como la nave de cocheras y la playa de vías . Las cimentaciones pueden plantearse sobre dos tipos de materiales:

- Sobre los rellenos superficiales en base a zapatas o losas
- Sobre el sustrato rocoso.

6.1 SUPERFICIALES SOBRE RELLENOS

Los rellenos forman una capa muy heterogénea en cuanto a su constitución y extensión, debiéndose diferenciar los rellenos del antiguo cauce con los industriales, si bien existen dificultades para su separación en campo, como se ha señalado anteriormente.

Los valores de SPT para estos materiales son $N=8$ y en los penetrómetros oscilan entre 5 y 16 para el DPSH 1 y de 3 a 5 para el DPSH.

De estos valores y de las catas se puede deducir que los rellenos en profundidad están constituidos principalmente por finos, quedando las fracciones más gruesas, como escorias, escombros u otros, en la parte más superficial. También que el relleno no está compactado. Es de suponer que para las cimentaciones de estos edificios se elimine la superficie y se profundice hasta 1 metros de profundidad.

Bajo los rellenos hay una capa de limos grises saturados en agua con valores medio de SPT como de penetrómetros desde 2 hasta 8. El nivel freático se sitúa en la capa de rellenos.

Por otra parte estos rellenos son muy deformables por la falta de compactación y por el grado de saturación, susceptibles de producir elevados asentos. Se producirá un asiento en el relleno y otro de los limos y el bulbo de esfuerzos llega hasta él. Los asentos serán instantáneos como muy largos en el tiempo.

6.1.1 ZAPATAS

El uso de zapatas requeriría zapatas muy anchas y con preparación de la base del suelo. Se ha efectuado un cálculo de carga admisible a corto plazo para una zapata aislada de $3 \times 3 \times 0,5$ m y una zapata corrida de $10 \times 3 \times 0,5$ m.

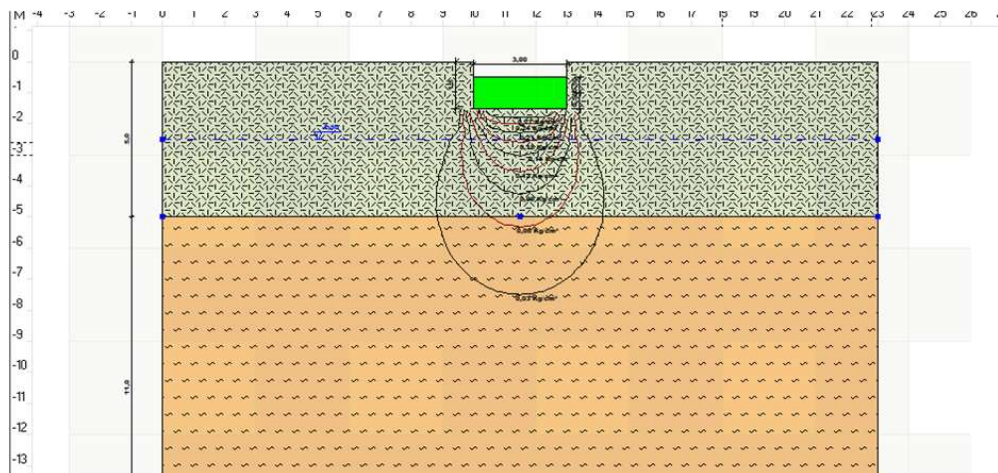
- Zapata aislada:

La carga máxima admisible para un FS de 3 es de $0,43 \text{ kg/cm}^2$.

Nombre combinación	Autor	Carga última [Qult] (Kg/cm ²)	Resistencia de proyecto [Rd] (Kg/cm ²)	Tensión [Ed] (Kg/cm ²)	Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	Condición de comprobación [Ed<Rd]	Constante subsuelo (Kg/cm ³)
Carga última	HANSEN	1,49	1,49	0,43	3,47	Comprobado	0,60

Nombre combinación	Autor	Carga última [Qult] (Kg/cm ²)	Resistencia de proyecto [Rd] (Kg/cm ²)	Tensión [Ed] (Kg/cm ²)	Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	Condición de comprobación [Ed<Rd]	Constante subsuelo (Kg/cm ³)
	(1970)						
	TERZAGHI (1955)	1,53	1,53	0,43	3,57	Comprobado	0,61
	MEYERHOF (1963)	1,42	1,42	0,43	3,29	Comprobado	0,57
	VESIC (1975)	1,49	1,49	0,43	3,47	Comprobado	0,60
*	Brinch - Hansen 1970	1,30	1,30	0,43	3,02	Comprobado	0,52

El asiento que se produciría con esa carga es de 1,31 cm.



Para una carga de 1,0 kp/cm², el FS es de 1,3 y el asiento de 4,42 cm.

Para una carga de 1,5 kp/cm², el FS es de 0,87 y el asiento de 7,15 cm.

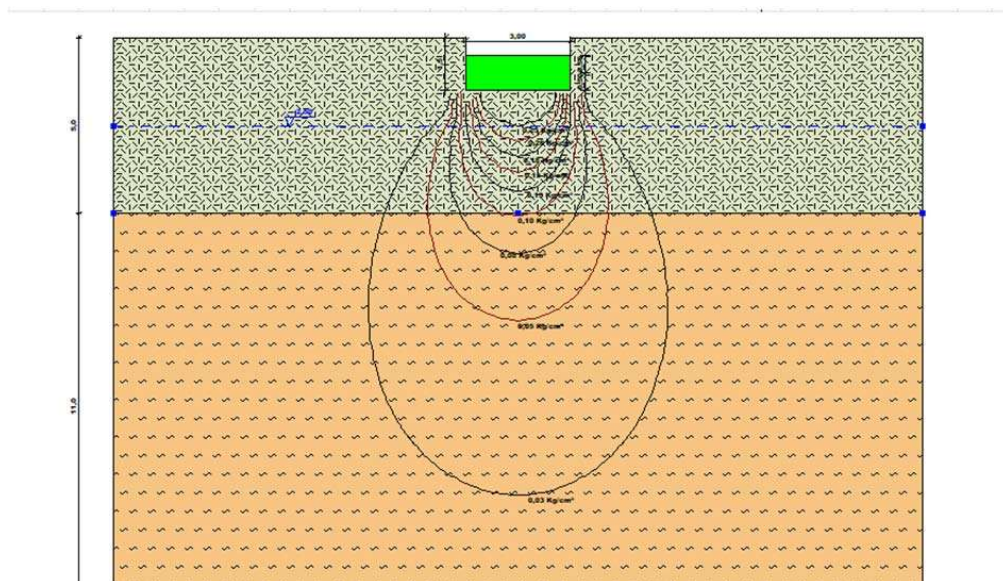
- Zapata corrida

La carga máxima admisible para un FS de 3 es de 0,38 kg/cm².

Nombre combinación	Autor	Carga última [Qult] (Kg/cm ²)	Resistencia de proyecto [Rd] (Kg/cm ²)	Tensión [Ed] (Kg/cm ²)	Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	Condición de comprobación [Ed<Rd]	Constante subsuelo (Kg/cm ³)
A1+M1+R1							
	HANSEN (1970)	1,33	1,33	0,38	3,5	Comprobado	0,53
	TERZAGHI (1955)	1,21	1,21	0,38	3,18	Comprobado	0,48

	MEYERHOF (1963)	1,23	1,23	0,38	3,25	Comprobado	0,49
	VESIC (1975)	1,33	1,33	0,38	3,5	Comprobado	0,53
*	Brinch - Hansen 1970	1,13	1,13	0,38	2,98	Comprobado	0,45

El asiento que se produciría con esa carga es de 1,7 cm.



Para una carga de $1,0 \text{ kp/cm}^2$, el FS es de 1,13 y el asiento de 7,26 cm.

Para una carga de $1,5 \text{ kp/cm}^2$, el FS es de 0,76 y el asiento de 11,72 cm.

6.1.2 LOSAS

El uso de losas requiere una preparación previa de la base por compactación y sustitución de terreno para elevar su capacidad de carga y evitar los asentamientos diferenciales.

Se ha efectuado un cálculo de carga admisible a corto plazo de una losa para el edificio multiusos con unas dimensiones de $20 \times 10 \times 0,5 \text{ m}$ empotrada a 1 metro de profundidad.

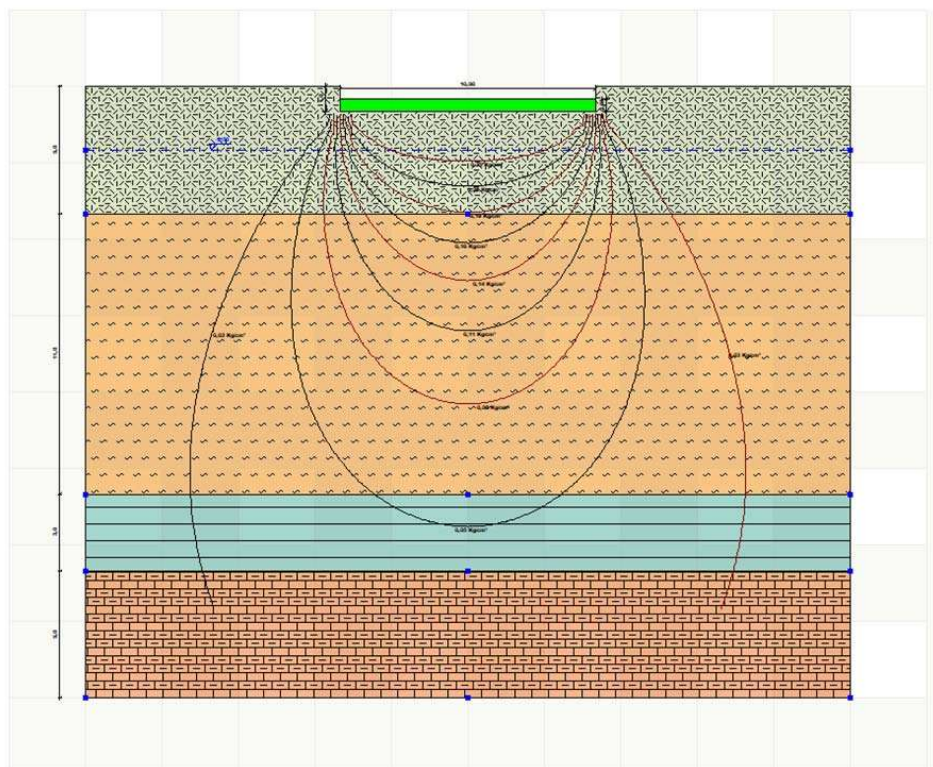
La carga máxima admisible para un FS de 3 es de $0,4 \text{ kg/cm}^2$.

Carga última vertical

Nombre combinación	Autor	Carga última [Qult] (Kg/cm ²)	Resistencia de proyecto [Rd] (Kg/cm ²)	Tensión [Ed] (Kg/cm ²)	Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	Condición de comprobación [Ed<Rd]	Constante subsuelo (Kg/cm ³)
Carga última							
	HANSEN (1970)	1,24	0,41	0,40	3,1	Comprobado	0,50
	TERZAGHI	1,21	0,40	0,40	3,02	Comprobado	0,48

Nombre combinación	Autor	Carga última [Qult] (Kg/cm ²)	Resistencia de proyecto [Rd] (Kg/cm ²)	Tensión [Ed] (Kg/cm ²)	Factor de seguridad [Fs=Qult/Ed]	Condición de comprobación [Ed<Rd]	Constante subsuelo (Kg/cm ³)
	(1955)						
	MEYERHOF (1963)	1,22	0,41	0,40	3,06	Comprobado	0,49
	VESIC (1975)	1,24	0,41	0,40	3,1	Comprobado	0,50
*	Brinch - Hansen 1970	1,20	0,40	0,40	3	Comprobado	0,48

El asiento que se producirían con esa carga es de 4,66 cm.



Para una carga de 0,8 kp/cm², el FS es de 1,5 y el asiento de 11,48 cm.

Para una carga de 1,0 kp/cm², el FS es de 1,2 y el asiento de 14,9 cm.

6.2 PROFUNDAS AL NIVEL DE ROCA

Las cimentaciones de las estructuras más pesadas o los edificios pueden realizarse directamente a roca por medio de pilotes entre 12 y 20 metros de profundidad. La diferencia de profundidades entre los sondeos y los penetrómetros indican que puede ser viable el uso de pilotes de hinca.

Para el uso de pilotes debe tenerse en cuenta el rozamiento negativo inducido por el posible asiento del terreno del entorno, y los empujes horizontales causados por sobrecargas.

6.2.1 PILOTES EN ROCA

El método del "Manual de Carreteras del M.O.P.U." propone determinar la presión admisible de la roca a partir de los siguientes datos:

- Resistencia a compresión simple de la roca sana q_u
- Tipo de roca
- Grado de alteración del medio
- Valor RQD y separaciones de las litoclasas.

Estos parámetros deben ser los representativos del comportamiento del volumen de la roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad $1,5 B^*$, medida desde su plano de apoyo. La presión admisible puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$p_{v \text{ adm}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_o}}$$

NIVEL	Muestra	Profundidad (m)	q_u (MPa)	RQD	q_{adm} (MPa)	q_{adm} (kg/cm ²)
D-Sustrato rocoso	SM-2	22,2-22,7	18,6	100	1,52	
	SM-3	15,6-15,85	6,6	40	0,54	
MEDIA					0,68 MPa	6,98

Se han obtenido las siguientes cargas admisibles en función de cada testigo parafinado extraído del nivel de roca.

6.2.2 PILOTES DE HINCA

Se trata de suelos cohesivos. La carga de hundimiento se debe calcular en dos situaciones, que corresponden a corto plazo y a largo plazo. En este caso ante la ausencia de parámetros geotécnicos se calcula a corto plazo.

La carga de hundimiento es el producto de la resistencia por punta más la resistencia por el fuste.

La resistencia unitaria por punta a corto plazo se obtiene mediante:

$$q_u = N_p \cdot C_{ur}$$

siendo.

C_u : resistencia al corte sin drenaje. En este caso de las arcillas marrones: 217,7 Kpa

N_p = Empotramiento. Se adopta 9

$$q_u = 217,7 \cdot 9 = 1.959,3 \text{ KPa}$$

La resistencia unitaria de hundimiento por fuste a corte plazo es:

$$q_f = \frac{100 C_u}{100 + C_u}$$

Siendo:

C_u : resistencia al corte sin drenaje. En este caso de las arcillas marrones: 217,7 Kpa

$$q_f = \frac{100 \cdot 217,7}{100 + 217,7} = \frac{21.770}{317,7} = 68,52 \text{ KPa}$$

La carga de hundimiento total es: $1.959,3 + 68,52 = \underline{\underline{2.027,8 \text{ KPa} = 20,67 \text{ kg/cm}^2}}$.

7 ACONDIONAMIENTO DE TERRENO

7.1 EXCAVACIONES

Todo el material es excavable por medios mecánicos, salvo la zona de la Acería de Deusto donde la existencia de solera hace necesario el uso de martillo hidráulico.

7.2 EXPLANACIONES

Tanto para la playa de vías como viales y aparcamientos de vehículos se deben realizar explanaciones del terreno a la cota fijada. Estas zonas requieren una preparación previa para que las explanaciones no sufran deformaciones.

Entre los métodos que deben ser considerados para esa preparación del terreno están:

- Precarga: Se trata de una gran extensión de terreno y requiere un elevado volumen de material para precarga. Los tiempos de precarga van a ser largos.
- Precarga con mechas drenantes: Es un sistema muy adecuado para la consolidación del terreno ya que reduce los tiempos casi a la mitad. Se sigue requiriendo un elevado volumen de material.

En Bilbao, a 18 de septiembre de 2017

Fdo. Alfonso Aizpuri

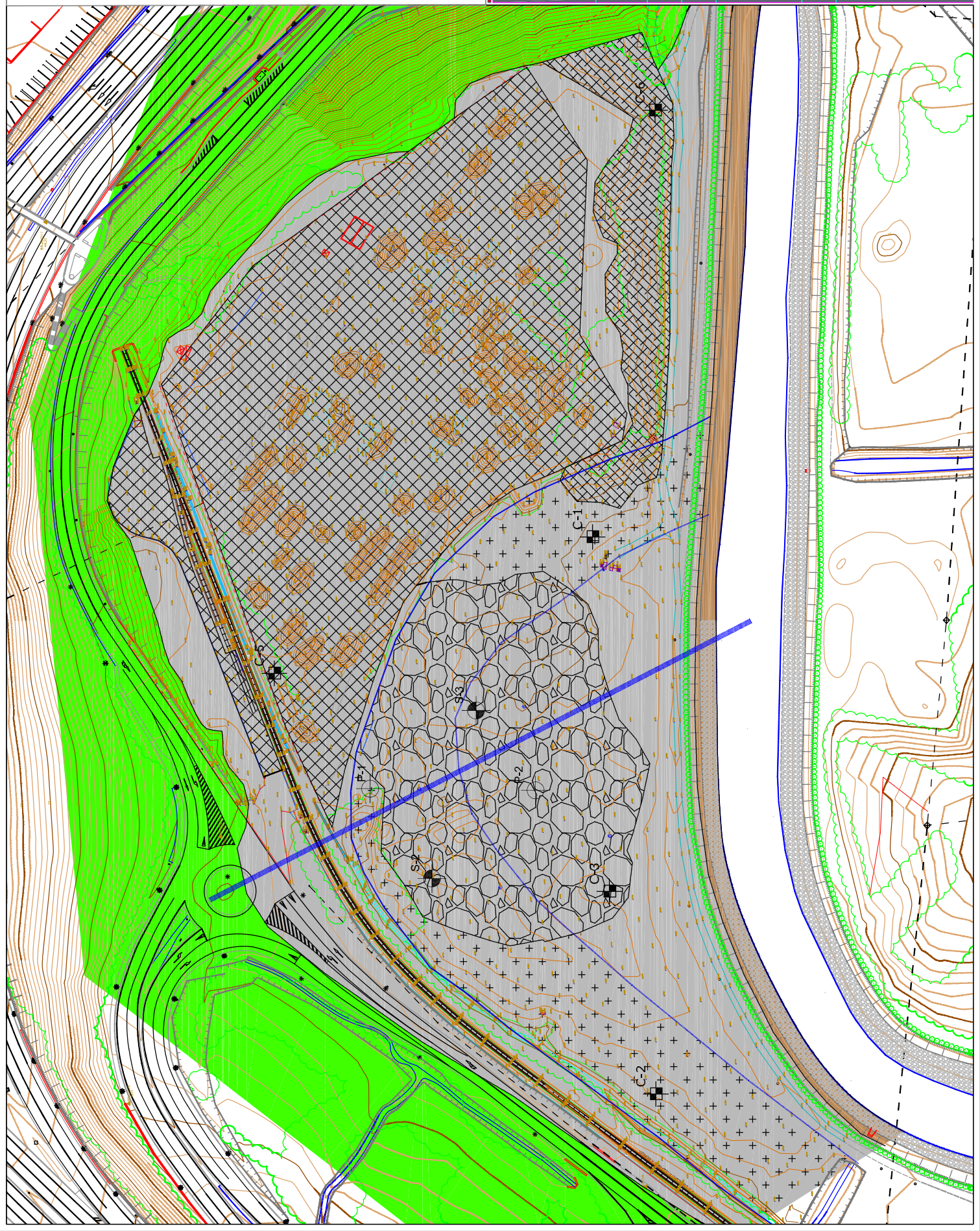
Geólogo, colegiado ICOG nº 2.160





Lurgintza
ingeniería geológica s.l.

PLANOS



- LEYENDA**
- C-2
 - C-1
 - S-1
 - S-2
 - S-3
 - Penetrómetros DPSH
 - Antiguo cauce

- LITOLOGÍAS**
- Rellenos sobre limos
 - Soleras
 - Rellenos del cauce
 - Rellenos industriales
 - Rellenos heterogéneos
 - Escombros
 - Cuaternario
 - Limos negros
 - Certificación Inferior
 - Margas y margocalizas
 - Perfil geotécnico

ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGA, ASUA

ESTUDIO GEOTECNICO

T.M. ERANDIO, BIZKAIA

PAYMACOTAS EUSKADI

TRN

SEPTIEMBRE - 2017

1:1.500

PLANTA GEOLOGICA

1

Elaborado Coligado nº 2.160

Proyectista

Ingeniería

Wrightzo Ingeniería geológica S.L.

LEYENDA

- C-2 Cotas
- S-1 Sondeos
- P-1 Penetrómetros DPSH
- Antiguo cauce
- Nivel freático

LITOLOGÍAS

- Rellenos sobre limos
- Rellenos del cauce
- Rellenos industriales
- Rellenos heterogéneos
- Cuaternario
- Limos negros
- Arcillas marrones
- Cretácico inferior
- Roca meteorizada
- Margas y margocalizas

ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGA, ASUA

ESTUDIO GEOTECNICO

T.M. ERANDIO, BIZKAIA

PAYMACOTAS EUSKADI

TAN

SEPTIEMBRE - 2017

1:1.000

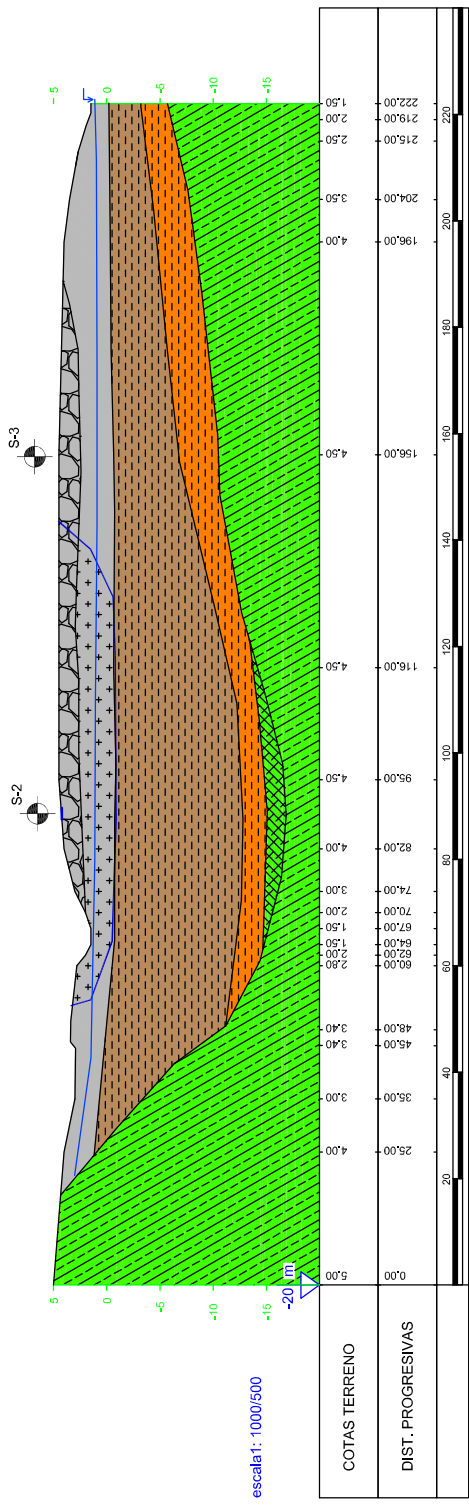
PERFIL GEOLOGICO

2

El geólogo Colgado nº 2.160

Antonio Aguirre Fernández

WRIGHTZO Ingeniero geológico S.L.



escala: 1000/500

COTAS TERRENO	5.00	4.00	3.00	3.40	45.00	48.00	3.40	60.00	62.00	64.00	67.00	70.00	74.00	82.00	95.00	116.00	156.00	196.00	204.00	215.00	219.00	222.00
DIST. PROGRESIVAS	0.00	25.00	35.00	40.00	45.00	48.00	50.00	60.00	62.00	64.00	67.00	70.00	74.00	82.00	95.00	116.00	156.00	196.00	204.00	215.00	219.00	222.00


ANEXO 1: Sondeos mecánicos



Cliente	UTE: PAYMACOTAS EUSKADI - TRN		
Estudio	ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGAS		
Localidad	ASUA, ERANDIO. BIZKAIA		
Fecha	21-08-2017	Cota	+3.9
Proyección	S-2	Tipo	Sond
	El geólogo R. Aizpiri		

Escala 1:80	Cota	Profundidad	Potencia	Estratigrafía	Descripción	Recuperación	Ensayos In Situ	Ensayos Laboratorio	Características Roca	Nivel freático
1				XXXXXX						
2				XXXXXX						
3				XXXXXX						
4				XXXXXX						
5				XXXXXX						
6	-1.30	5.20	5.20	XXXXXX	Rellenos negros arenosos mezclados con tierra vegetal, restos de fundición, raíces, ladrillos etc		SPT(N) 1.80 5-5.3 2.25	Densidad Seca T/m ³	Granulometría Arcilla Limo Arena Grava Cantos	2.50
7				XXXXXX			MI 1 3.60 4.20			
8				XXXXXX			MI 2 7.80 8.40			
9				XXXXXX			1-1-1 8.40 8.85			
10				XXXXXX						
11			11.80	XXXXXX	Limos arenosos grises compactos		MI 3 10.80 11.40			
12				XXXXXX			1-1-1 11.40 11.85			
13				XXXXXX						
14				XXXXXX						
15				XXXXXX						



	Cliente	UTE: PAYMACOTAS EUSKADI - TRN		
	Estudio	ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGAS		
	Localidad	ASUA, ERANDIO, BIZKAIA		
	Fecha	21-08-2017	Cota	+3.9
Proyección		S-2	Tipo	
El geólogo		R. Aizpiri		

Escala 1:80	Cota	Profundidad	Potencia	Estratigrafía	Descripción	Recuperación	Ensayos In Situ	Ensayos Laboratorio	Características Roca	Nivel freático	Foto						
16			11.80														
17	13.10	17.00			Limos arenosos grises compactos		SPT[N] 16.80 2-2.1 17.25	Humedad [%] 42.00	Densidad Seca Tm[3] 1.24	Granulometría 95.6	Limites Atterberg 39 26 12	Compresión Qu[Pa] 0.29	Meteorización [ISM] 1 2 3 4	Fragmentos	R.O.D. 20.60 20.80		
18			2.20		Limos ocreos compactos												
19	15.30	19.20															
20			1.80		Roca meteorizada G-V												
21	17.10	21.00															
22			3.00		Roca G-II Lutitas grises												
23																	
24	20.10	24.00															
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	





Ciente UTE: PAYMACOTAS EUSKADI - TRN

Estudio ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGAS

Localidad ASUA, ERANDIO. BIZKAIA

Fecha 16-08-2017 Cota +4.6

Proposición S-3

Tipo Sond

El geólogo R. Aizpiri

Escala 1:80	Cota	Profundidad	Potencia	Estratigrafía	Descripción	Recuperación	Ensayos In Situ	Ensayos Laboratorio	Características Roca	Nivel freático
1				XXXXXX		20.40/06.80				
2				XXXXXX						
3				XXXXXX						
4			5.00	XXXXXX	Rellenos negros arenosos mezclados con tierra vegetal, restos de fundación, raíces, ladrillos etc		SPT[N] 1.50 6-3-5 1.95	Granulometría Arcilla Limo Arena Grava Cantos 32 41 27	Metazoación (MSM) 1 2 3 4	2.55
5	-40	5.00		XXXXXX			MI 1 3.00 3.60	Densidad Seca 15.90 - 1.84	Compresión (Qu[Pa]) 21 17 4.2	
6				XXXXXX						
7				XXXXXX						
8			6.30	XXXXXX	Limos arenosos grises compactos alternados con nivellos de gravas		MI 2 8.40 9.00	Humedad [%] 41.40	Limites Aterberg 42 28 13	
9				XXXXXX						
10				XXXXXX						
11	-6.70	11.30		XXXXXX						
12			3.50	XXXXXX	Limos ocre compactos					
13				XXXXXX						
14				XXXXXX						
15	-10.20/14.80			XXXXXX	Roca G-II muy fracturada					
	-10.40/15.00	0.20		XXXXXX						



ANEXO 2: SPT

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO

Cliente: UTE PAYMACOTAS EUSKADI-TRN Obra: COCHERAS DE ARRIAGA Localidad: ASUA BIZKAIA	
---	--

Características Técnico-Instrumentales Sonda: PROVE SPT IN FORO

Ref. Norma	DIN 4094
Peso masa de golpeo	63,5 Kg
Altura de caída libre	0,76 m
Peso sistema de golpeo	4,2 Kg
Diámetro puntaza cónica	50,46 mm
Área de base puntaza	20 cm ²
Largo del varillaje	1 m
Peso varillaje al metro	7 Kg/m
Profundidad niple primer varillaje	0,80 m
Avance puntaza	0,30 m
Número golpes por puntaza	N(30)
Coefic. correlación	1
Revestimiento/lodos	NO

Firma 1

Firma 2

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Notas ilustrativas – Diferentes tipologías de penetrómetros dinámicos

El ensayo penetrométrico dinámico consiste en hincar en el terreno una punta cónica (en tratos consecutivos δ) midiendo el número de golpes N necesarios.

Los ensayos Penetrométricos Dinámicos son muy conocidos e utilizados en el campo por los geólogos y geotécnicos dada su simplicidad ejecutiva, economía y rapidez de ejecución.

Su elaboración, interpretación y visualización gráfica consiente "catalogar y crear parámetros" del suelo atravesándolo con una imagen continua, que permite también hacer una comparación de las durezas de los diferentes niveles atravesados y una correlación directa con sondeos para la determinación estratigráfica.

La sonda penetrométrica permite además reconocer bastante bien el espesor de los mantos del subsuelo, la cota de eventuales niveles freáticos y superficies de rotura sobre los taludes, así como la consistencia del terreno en general.

La utilización de los datos recabados de correlaciones indirectas y haciendo referencia a varios autores, debe de todas formas hacerse con cautela y si es posible, después de experiencias geológicas adquiridas en la zona.

Los elementos característicos del penetrómetro dinámico son los siguientes:

- peso masa de golpeo M
- altura de caída libre H
- punta cónica: diámetro base cono D, área base A (ángulo de apertura α)
- Avance (penetración) δ
- presencia o no del revestimiento externo (lodos bentoníticos).

Con referencia a la clasificación ISSMFE (1988) de los diferentes tipos de penetrómetros dinámicos (ver la tabla abajo) se da una primer subdivisión en cuatro clases (con base en el peso M de la masa de golpeo):

- tipo LIVIANO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESADO (DPH);
- tipo SUPERPESADO (DPSH).

Clasificación ISSMFE de los penetrómetros dinámicos:

Tipo	Sigla de referencia	peso de la masa M (Kg)	Prof. Máx. estudio golpeo (m)
Liviano	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesado	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Súper pesado (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Correlación con N_{spt}

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los valores del número de golpes N_{spt} obtenido con dicha prueba, por lo tanto se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico con N_{spt}. El pasaje se da por:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Donde:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

en donde Q es la energía específica por golpe y Q_{spt} es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

donde

- M peso masa de golpeo;
- M' peso varillaje;
- H altura de caída;
- A área base punta cónica;
- δ intervalo de avance.

Valuación resistencia dinámica a la punta (R_{pd})

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} resistencia dinámica punta (área A);
- e hincada promedio por golpe δ/ N;
- M peso masa de golpeo (altura caída H);
- P peso total varillaje sistema golpeo.

Metodología de Elaboración

Las elaboraciones han sido efectuadas mediante un programa de cálculo automático, Dynamic Probing, de GeoStru Software.

El programa calcula el porcentaje de energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permite además utilizar los datos obtenidos de la realización de ensayos de penetración dinámica para extrapolar útiles informaciones geotécnicas y geológicas.

Una vasta experiencia adquirida, unida a una buena interpretación y correlación permiten a menudo obtener datos útiles para el proyecto y frecuentemente datos más verídicos que muchos de los de las bibliografías sobre litologías y datos geotécnicos determinados en las verticales litológicas de pocos ensayos de laboratorio efectuados como representación general de una vertical heterogénea no uniforme y/o compleja.

En particular obtener información sobre:

- El avance vertical y horizontal de los intervalos estratigráficos,
- la caracterización litológica de las unidades estratigráficas,
- los parámetros geotécnicos sugeridos por varios autores en función de los valores del número de golpes y de la resistencia en la punta.

Evaluaciones estadísticas y correlaciones

Elaboración estadística

Permite la elaboración estadística de los datos numéricos de Dynamic Probing, utilizando en el cálculo valores representativos del estrato considerado un valor inferior o mayor al promedio aritmético del estrato (de por sí el dato mayormente utilizado); los valores posibles son:

Promedio

Promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio mínimo

Valor estadístico inferior al promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Máximo

Valor máximo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Mínimo

Valor mínimo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Desviación estándar

Valore estadístico de desviación de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio (+ s)

Promedio + desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio (- s)

Promedio - desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Presión admisible

Presión admisible específica en el íter estrato (con efecto de reducción energía por plegamiento varillaje o no) calculada según las conocidas elaboraciones propuestas por Herminier, aplicando un coeficiente de seguridad (generalmente = 20-22) que corresponde a un coeficiente de seguridad standard de las cimentaciones igual a 4, con una geometría standard de longitud igual a 1 mt. Y empotramiento $d = 1$ m.

ENSAYO...S-3

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Nivel freático

PROVE SPT IN FORO
 28/08/2017

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
1,65	6
1,80	3
1,95	5
3,75	2
3,90	3
4,05	4
9,15	1
9,30	1
9,45	1

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S-3

Estrato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso específico (KN/m ³)	Peso específico saturado (KN/m ³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (KPa)	Módulo Edométrico (Mpa)	Módulo Elástico (Mpa)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Mpa)
Estrato (1)	0.00-1,95	8	Sin cohesión	14,24	18,67	20	--	4,31	---	0,34	45,01
Estrato (2)	1,95-4,05	7	Cohesivo	18,24	18,63	--	42,95	7,18	6,86	--	--
Estrato (3)	4,05-9,45	2	Cohesivo	15,30	18,14	--	12,26	2,18	1,96	--	--

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Nivel freático

PROVE SPT IN FORO
 22/08/2017

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
1,95	5
2,10	5
2,25	3
4,35	2
4,50	1
4,65	2
8,55	1
8,70	1
8,85	1
11,55	1
11,70	1
11,85	1
16,95	2
17,10	2
17,25	1

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S-2

Estrato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso específico (KN/m³)	Peso específico o saturado (KN/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (KPa)	Módulo Edométrico (Mpa)	Módulo Elástico (Mpa)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Mpa)
Estrato (1)	0.00-2,25	8	Sin cohesión	14,24	18,67	20	--	4,31	---	0,34	45,01
Estrato (2)	2,25-4,65	3	Cohesivo	15,98	18,24	--	18,44	3,18	2,94	--	--
Estrato (3)	4,65-8,85	2	Cohesivo	15,30	18,14	--	12,26	2,18	1,96	--	--
Estrato (4)	8,85-11,85	2	Cohesivo	15,30	18,14	--	12,26	2,18	1,96	--	--
Estrato (5)	11,85-17,25	3	Cohesivo	15,98	18,24	--	18,44	3,18	2,94	--	--

Índice

1.ENSAYO...S-3	10
2.ENSAYO...S-2	10
Índice	12

ANEXO 3: Catas



Lurgintza
ingeniería geológica s.l.

Cliente UTE: PAYMACOTAS EUSKADI-TRN
 Estudio ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGAS
 Localidad ASUA, ERANDIO. BIZKAIA
 Fecha 16-08-2017 Cota +3.9

Proyección C-5 Tipo Cata

El geólogo
A.Aizpiri

Escala 1:25	Cota	Profundidad	Potencia	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Foto
	69.50	0.50	0.50	Escorias			
	69.40	0.60	0.10	Nivel de gravas			
1			1.40	Nivel de arcillas de color marrón densas			
2	68.00	2.00	1.00	Limo marrón con restos de ladrillo			
3	67.00	3.00	0.30	Nivel de limos oscuros con gravas		3.00	
	66.70	3.30					
4			1.20	Limos marrones			
5	65.50	4.50					






Lurgintza
ingeniería geológica s.l.

Cliente UTE: PAYMACOTAS EUSKADI-TRN
 Estudio ESTUDIO INFORMATIVO DE LAS COCHERAS DE ARRIAGAS
 Localidad ASUA, ERANDIO. BIZKAIA
 Fecha 16-08-2017 Cota +6.0

Proyección C-6 Tipo Cata

El geólogo
A.Aizpiri

Escala 1:25	Cota	Profundidad	Potencia	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Foto
1				XXXXXX			
2			2.50	XXXXXX	Arenas de moldeo con escorias		
3	67.50	2.50	0.50	XXXXXX	Nivel de escorias cementadas muy duras (no se atraviesan)		
4	67.00	3.00					
5							

ANEXO 4: Penetrómetros DPSH

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO

Cliente: PAYMA COTAS EUSKADI-TRN Obra: COCHERAS DE ARRIAGAS Localidad: ASUA, BIZKAIA	
--	--

Características Técnico-Instrumentales Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Ref. Norma	DIN 4094
Peso masa de golpeo	63,5 Kg
Altura de caída libre	0,75 m
Peso sistema de golpeo	8 Kg
Diámetro puntaza cónica	50,46 mm
Área de base puntaza	20 cm ²
Largo del varillaje	1 m
Peso varillaje al metro	6,3 Kg/m
Profundidad niple primer varillaje	0,80m
Avance puntaza	0,20 m
Número golpes por puntaza	N(20)
Revestimiento/lodos	NO
Ángulo de apertura puntaza	90 °

Firma 1

Firma 2

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Notas ilustrativas – Diferentes tipologías de penetrómetros dinámicos

El ensayo penetrométrico dinámico consiste en hincar en el terreno una punta cónica (en trectos consecutivos δ) midiendo el número de golpes N necesarios.

Los ensayos Penetrométricos Dinámicos son muy conocidos e utilizados en el campo por los geólogos y geotécnicos dada su simplicidad ejecutiva, economía y rapidez de ejecución.

Su elaboración, interpretación y visualización gráfica consiente "catalogar y crear parámetros" del suelo atravesándolo con una imagen continua, que permite también hacer una comparación de las durezas de los diferentes niveles atravesados y una correlación directa con sondeos para la determinación estratigráfica.

La sonda penetrométrica permite además reconocer bastante bien el espesor de los mantos del subsuelo, la cota de eventuales niveles freáticos y superficies de rotura sobre los taludes, así como la consistencia del terreno en general.

La utilización de los datos recabados de correlaciones indirectas y haciendo referencia a varios autores, debe de todas formas hacerse con cautela y si es posible, después de experiencias geológicas adquiridas en la zona.

Los elementos característicos del penetrómetro dinámico son los siguientes:

- peso masa de golpeo M
- altura de caída libre H
- punta cónica: diámetro base cono D , área base A (ángulo de apertura α)
- Avance (penetración) δ
- presencia o no del revestimiento externo (lodos bentoníticos).

Con referencia a la clasificación ISSMFE (1988) de los diferentes tipos de penetrómetros dinámicos (ver la tabla abajo) se da una primer subdivisión en cuatro clases (con base en el peso M de la masa de golpeo):

- tipo LIVIANO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESADO (DPH);
- tipo SUPERPESADO (DPSH).

Clasificación ISSMFE de los penetrómetros dinámicos:

Tipo	Sigla de referencia	peso de la masa M (Kg)	Prof. Máx. estudio golpeo (m)
Liviano	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesado	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Súper pesado (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Correlación con N_{spt}

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los valores del número de golpes N_{spt} obtenido con dicha prueba, por lo tanto se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico con N_{spt}. El pasaje se da por:

$$NSPT = \beta_i \cdot N$$

Donde:

$$\beta_i = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

en donde Q es la energía específica por golpe y Q_{spt} es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

donde

- M peso masa de golpeo;
- M' peso varillaje;
- H altura de caída;
- A área base punta cónica;
- δ intervalo de avance.

Valuación resistencia dinámica a la punta (R_{pd})

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} resistencia dinámica punta (área A);
- e hincada promedio por golpe δ/ N;
- M peso masa de golpeo (altura caída H);
- P peso total varillaje sistema golpeo.

Metodología de Elaboración

Las elaboraciones han sido efectuadas mediante un programa de cálculo automático, Dynamic Probing, de GeoStru Software.

El programa calcula el porcentaje de energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permite además utilizar los datos obtenidos de la realización de ensayos de penetración dinámica para extrapolar útiles informaciones geotécnicas y geológicas.

Una vasta experiencia adquirida, unida a una buena interpretación y correlación permiten a menudo obtener datos útiles para el proyecto y frecuentemente datos más verídicos que muchos de los de las bibliografías sobre litologías y datos geotécnicos determinados en las verticales litológicas de pocos ensayos de laboratorio efectuados como representación general de una vertical heterogénea no uniforme y/o compleja.

En particular obtener información sobre:

- El avance vertical y horizontal de los intervalos estratigráficos,
- la caracterización litológica de las unidades estratigráficas,
- los parámetros geotécnicos sugeridos por varios autores en función de los valores del número de golpes y de la resistencia en la punta.

Evaluaciones estadísticas y correlaciones

Elaboración estadística

Permite la elaboración estadística de los datos numéricos de Dynamic Probing, utilizando en el cálculo valores representativos del estrato considerado un valor inferior o mayor al promedio aritmético del estrato (de por sí el dato mayormente utilizado); los valores posibles son:

Promedio

Promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio mínimo

Valor estadístico inferior al promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Máximo

Valor máximo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Mínimo

Valor mínimo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Desviación estándar

Valore estadístico de desviación de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio (+ s)

Promedio + desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio (- s)

Promedio - desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Presión admisible

Presión admisible específica en el íter estrato (con efecto de reducción energía por plegamiento varillaje o no) calculada según las conocidas elaboraciones propuestas por Herminier, aplicando un coeficiente de seguridad (generalmente = 20-22) que corresponde a un coeficiente de seguridad standard de las cimentaciones igual a 4, con una geometría standard de longitud igual a 1 mt. Y empotramiento $d = 1$ m.

ENSAYO... Nr.1

Equipo utilizado... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 Ensayo realizado el 17/08/2017
 Profundidad ensayo 13,60 mt
 Nivel freático

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	4	0,855	3,26	3,81	162,89	190,60
0,40	3	0,851	2,43	2,86	121,62	142,95
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	4	0,843	3,21	3,81	160,74	190,60
1,00	3	0,840	2,22	2,64	111,05	132,24
1,20	2	0,836	1,47	1,76	73,73	88,16
1,40	3	0,833	2,20	2,64	110,14	132,24
1,60	8	0,830	5,85	7,05	292,53	352,64
1,80	17	0,776	11,64	14,99	581,75	749,36
2,00	14	0,773	8,88	11,48	443,90	574,12
2,20	15	0,770	9,47	12,30	473,72	615,12
2,40	7	0,817	4,69	5,74	234,57	287,06
2,60	6	0,814	4,01	4,92	200,34	246,05
2,80	5	0,811	3,33	4,10	166,37	205,04
3,00	4	0,809	2,48	3,07	124,01	153,35
3,20	4	0,806	2,47	3,07	123,60	153,35
3,40	2	0,803	1,23	1,53	61,60	76,67
3,60	2	0,801	1,23	1,53	61,41	76,67
3,80	2	0,798	1,22	1,53	61,22	76,67
4,00	2	0,796	1,15	1,44	57,30	71,98
4,20	4	0,794	2,29	2,88	114,27	143,97
4,40	3	0,791	1,71	2,16	85,46	107,98
4,60	4	0,789	2,27	2,88	113,62	143,97
4,80	3	0,787	1,70	2,16	84,99	107,98
5,00	5	0,785	2,66	3,39	133,13	169,59
5,20	4	0,783	2,12	2,71	106,23	135,67
5,40	5	0,781	2,65	3,39	132,45	169,59
5,60	6	0,779	3,17	4,07	158,56	203,50
5,80	5	0,777	2,64	3,39	131,82	169,59
6,00	5	0,775	2,49	3,21	124,34	160,34
6,20	4	0,774	1,98	2,57	99,25	128,27
6,40	6	0,772	2,97	3,85	148,55	192,41
6,60	6	0,770	2,96	3,85	148,23	192,41
6,80	7	0,769	3,45	4,49	172,57	224,48
7,00	6	0,767	2,80	3,65	139,98	182,47

7,20	7	0,766	3,26	4,26	162,99	212,88
7,40	7	0,764	3,25	4,26	162,67	212,88
7,60	7	0,763	3,25	4,26	162,36	212,88
7,80	5	0,761	2,32	3,04	115,76	152,06
8,00	6	0,760	2,64	3,47	131,85	173,50
8,20	6	0,759	2,63	3,47	131,61	173,50
8,40	6	0,757	2,63	3,47	131,38	173,50
8,60	6	0,756	2,62	3,47	131,16	173,50
8,80	6	0,755	2,62	3,47	130,94	173,50
9,00	7	0,753	2,91	3,86	145,38	192,94
9,20	6	0,752	2,49	3,31	124,41	165,37
9,40	7	0,751	2,90	3,86	144,92	192,94
9,60	7	0,750	2,89	3,86	144,69	192,94
9,80	8	0,749	3,30	4,41	165,11	220,50
10,00	7	0,748	2,76	3,69	137,80	184,30
10,20	8	0,747	3,15	4,21	157,26	210,63
10,40	8	0,746	3,14	4,21	157,03	210,63
10,60	8	0,744	3,14	4,21	156,81	210,63
10,80	9	0,743	3,52	4,74	176,16	236,96
11,00	9	0,742	3,37	4,54	168,37	226,81
11,20	9	0,741	3,36	4,54	168,14	226,81
11,40	9	0,740	3,36	4,54	167,90	226,81
11,60	10	0,739	3,73	5,04	186,30	252,02
11,80	13	0,688	4,51	6,55	225,48	327,62
12,00	13	0,687	4,32	6,28	215,90	314,16
12,20	14	0,686	4,64	6,77	232,16	338,33
12,40	20	0,685	6,62	9,67	331,17	483,33
12,60	20	0,684	6,61	9,67	330,67	483,33
12,80	17	0,683	5,61	8,22	280,65	410,83
13,00	21	0,632	6,16	9,75	308,13	487,48
13,20	21	0,631	6,15	9,75	307,63	487,48
13,40	36	0,580	9,69	16,71	484,71	835,67
13,60	50	0,529	12,28	23,21	613,94	1160,66

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso específico (KN/m ³)	Peso específico saturado (KN/m ³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con N _{spt}	NSPT	Descripción
1,4	3,43	3,18	Sin cohesión	13,88	18,45	9,72	1,49	5,11	relleno
2,6	11,17	9,41	Sin cohesión	15,6	19,52	28,79	1,5	16,8	relleno
11,4	5,73	3,46	Cohesivo	18,93	20,79	85,89	1,54	8,85	limo
13,6	21,36	10,15	Cohesivo	21,97	24,42	150,29	1,57	33,51	arcilla arenosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO Nr.1

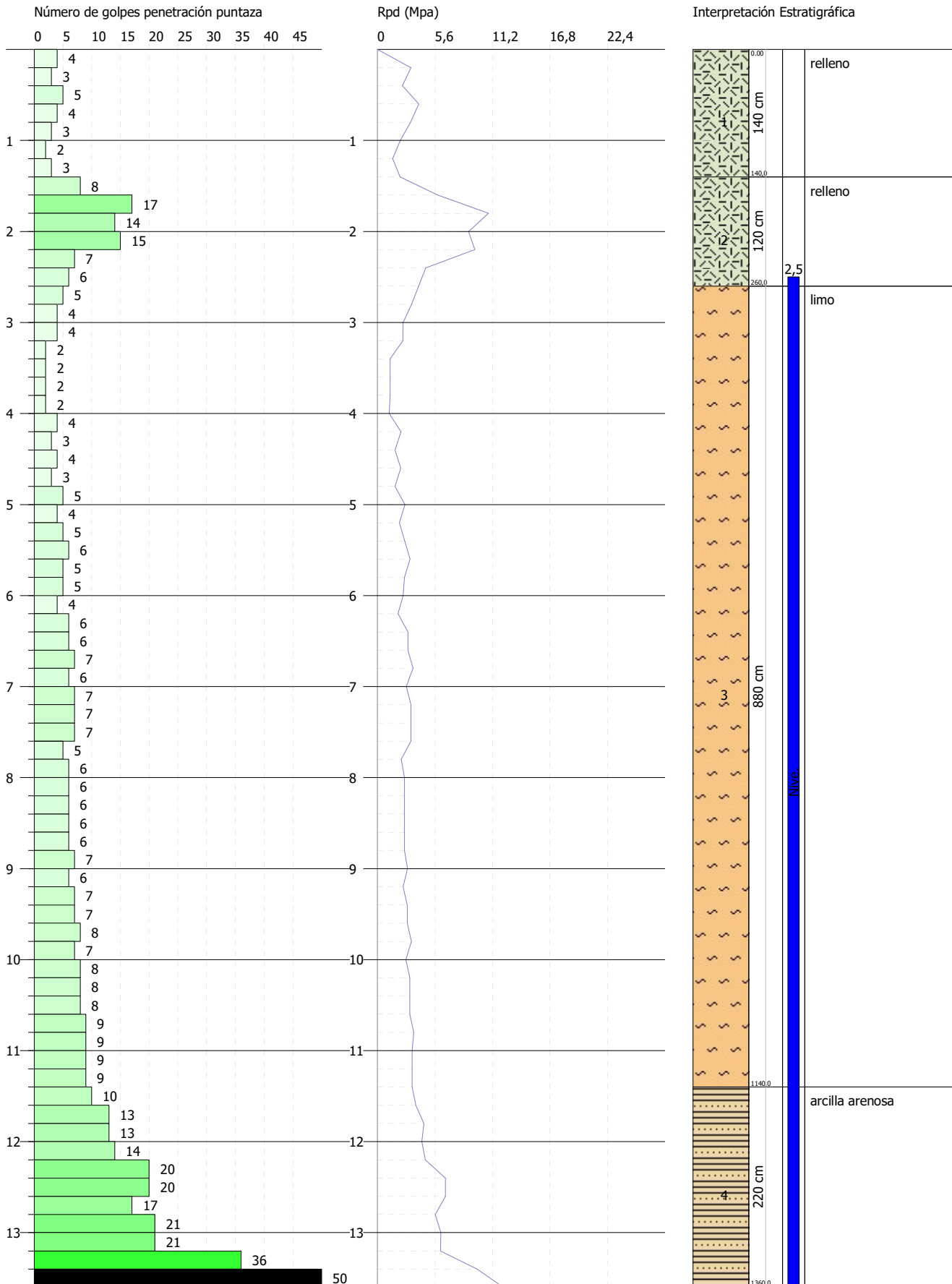
Estrato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso específico (KN/m ³)	Peso específico saturado (KN/m ³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (KPa)	Módulo Edométrico (Mpa)	Módulo Elástico (Mpa)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Mpa)	Velocidad ondas de corte (m/s)
Estrato (1) relleno	0,00-1,40	5,11	Sin cohesión	13,86	18,44	20	--	3,72	---	0,34	29,54	84,68
Estrato (2) relleno	1,40-2,60	16,8	Sin cohesión	15,30	19,33	20	--	6,08	15,59	0,32	90,41	127,41
Estrato (3) limo	2,60-11,40	8,85	Cohesivo	18,93	20,79	--	58,55	9,03	8,68	--	--	145,23
Estrato (4) arcilla arenosa	11,40-13,60	33,51	Cohesivo	21,97	24,42	--	221,83	33,69	32,86	--	--	193,37

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO Nr.1
 Equipo utilizado... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Cliente: PAYMA COTAS EUSKADI-TRN
 Obra: COCHERAS DE ARRIAGAS
 Localidad: ASUA, BIZKAIA

Fecha: 17/08/2017

Escala 1:61



Equipo utilizado... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Ensayo realizado el 18/08/2017
 Profundidad ensayo 12,80 mt
 Nivel freático

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	6	0,851	4,86	5,72	243,23	285,90
0,60	8	0,847	6,46	7,62	322,88	381,20
0,80	9	0,843	7,23	8,58	361,66	428,85
1,00	7	0,840	5,18	6,17	259,12	308,56
1,20	4	0,836	2,95	3,53	147,45	176,32
1,40	5	0,833	3,67	4,41	183,56	220,40
1,60	6	0,830	4,39	5,29	219,40	264,48
1,80	3	0,826	2,19	2,64	109,27	132,24
2,00	2	0,823	1,35	1,64	67,51	82,02
2,20	1	0,820	0,67	0,82	33,63	41,01
2,40	4	0,817	2,68	3,28	134,04	164,03
2,60	6	0,814	4,01	4,92	200,34	246,05
2,80	4	0,811	2,66	3,28	133,10	164,03
3,00	2	0,809	1,24	1,53	62,00	76,67
3,20	2	0,806	1,24	1,53	61,80	76,67
3,40	3	0,803	1,85	2,30	92,40	115,01
3,60	2	0,801	1,23	1,53	61,41	76,67
3,80	2	0,798	1,22	1,53	61,22	76,67
4,00	2	0,796	1,15	1,44	57,30	71,98
4,20	3	0,794	1,71	2,16	85,70	107,98
4,40	2	0,791	1,14	1,44	56,97	71,98
4,60	3	0,789	1,70	2,16	85,22	107,98
4,80	4	0,787	2,27	2,88	113,32	143,97
5,00	3	0,785	1,60	2,04	79,88	101,75
5,20	5	0,783	2,66	3,39	132,79	169,59
5,40	5	0,781	2,65	3,39	132,45	169,59
5,60	5	0,779	2,64	3,39	132,13	169,59
5,80	6	0,777	3,16	4,07	158,18	203,50
6,00	6	0,775	2,98	3,85	149,21	192,41
6,20	6	0,774	2,98	3,85	148,87	192,41
6,40	9	0,772	4,46	5,77	222,82	288,62
6,60	12	0,770	5,93	7,70	296,45	384,82
6,80	8	0,769	3,94	5,13	197,22	256,55
7,00	9	0,767	4,20	5,47	209,98	273,70
7,20	7	0,766	3,26	4,26	162,99	212,88
7,40	6	0,764	2,79	3,65	139,43	182,47
7,60	6	0,763	2,78	3,65	139,17	182,47
7,80	6	0,761	2,78	3,65	138,91	182,47
8,00	6	0,760	2,64	3,47	131,85	173,50
8,20	7	0,759	3,07	4,05	153,55	202,42
8,40	7	0,757	3,07	4,05	153,28	202,42
8,60	7	0,756	3,06	4,05	153,02	202,42
8,80	8	0,755	3,49	4,63	174,59	231,34

9,00	8	0,753	3,32	4,41	166,14	220,50
9,20	8	0,752	3,32	4,41	165,88	220,50
9,40	9	0,751	3,73	4,96	186,32	248,06
9,60	9	0,750	3,72	4,96	186,03	248,06
9,80	10	0,749	4,13	5,51	206,39	275,62
10,00	10	0,748	3,94	5,27	196,86	263,29
10,20	9	0,747	3,54	4,74	176,92	236,96
10,40	10	0,746	3,93	5,27	196,29	263,29
10,60	11	0,744	4,31	5,79	215,61	289,62
10,80	12	0,743	4,70	6,32	234,87	315,95
11,00	13	0,692	4,54	6,55	226,82	327,62
11,20	14	0,691	4,88	7,06	243,91	352,82
11,40	16	0,690	5,57	8,06	278,33	403,22
11,60	18	0,689	6,25	9,07	312,66	453,63
11,80	24	0,638	7,72	12,10	386,02	604,84
12,00	30	0,637	9,24	14,50	461,97	725,00
12,20	28	0,636	8,61	13,53	430,49	676,66
12,40	39	0,535	10,09	18,85	504,40	942,49
12,60	39	0,534	10,07	18,85	503,44	942,49
12,80	50	0,533	12,88	24,17	644,19	1208,33

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Peso específico (KN/m ³)	Peso específico saturado (KN/m ³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con Nspt	NSPT	Descripción
2,8	4,86	4,34	Sin cohesión	14,15	18,62	19,81	1,5	7,31	relleno
5	2,55	1,87	Sin cohesión	14,42	18,78	47,89	1,52	3,88	relleno
10,2	7,46	4,45	Cohesivo	19,71	21,67	88,61	1,55	11,56	limo
12,6	21,17	10,5	Cohesivo	21,87	24,32	136,87	1,57	33,15	arcilla débilmente arenosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO Nr.2

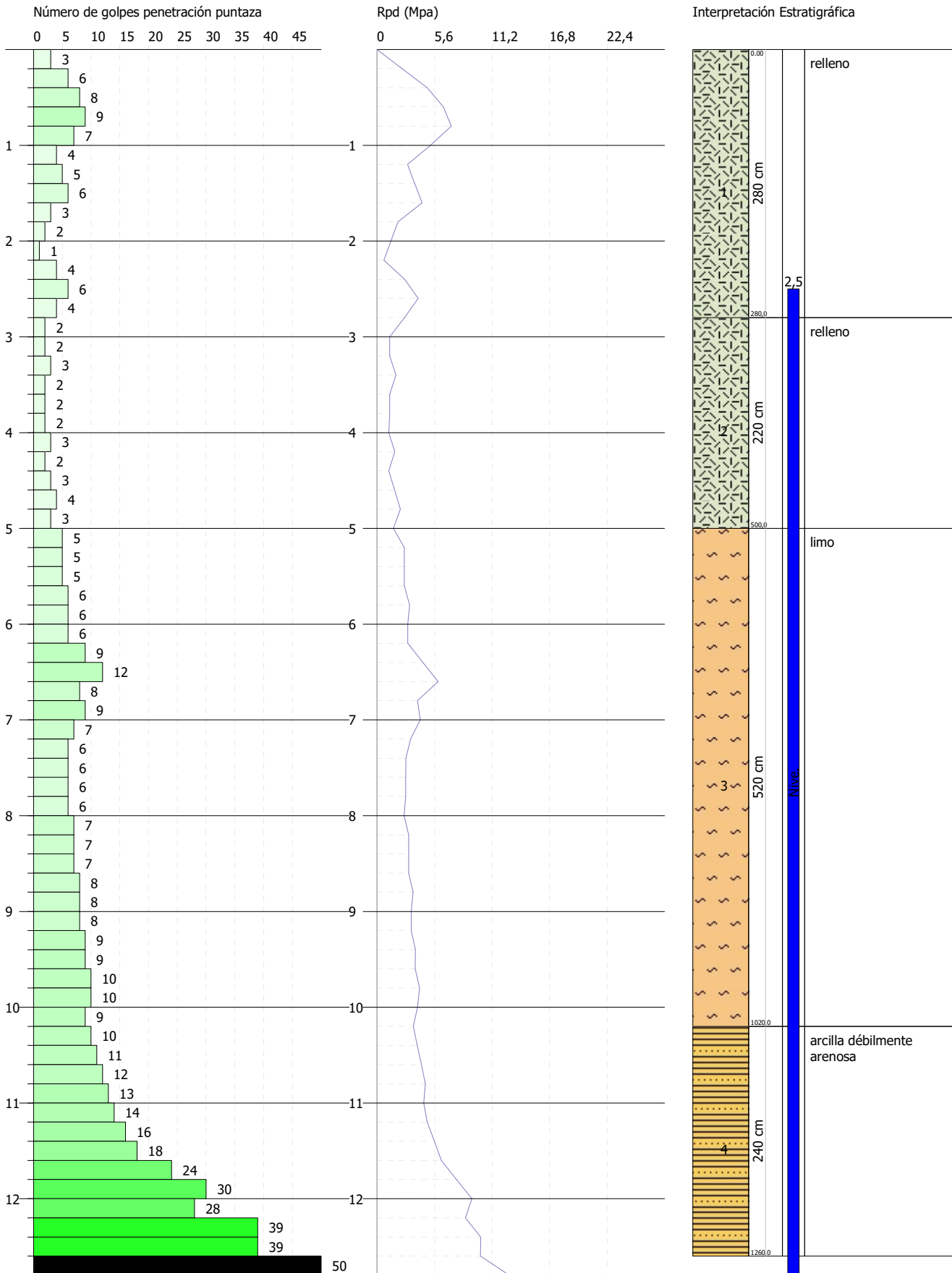
Estrato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso específico (KN/m ³)	Peso específico saturado (KN/m ³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (KPa)	Módulo Edométrico (Mpa)	Módulo Elástico (Mpa)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Mpa)	Velocidad ondas de corte (m/s)
Estrato (1) relleno	0,00-2,80	7,31	Sin cohesión	14,15	18,62	20	--	4,17	---	0,34	41,35	102,99
Estrato (2) relleno	2,80-5,00	3,88	Sin cohesión	13,70	18,34	20	--	3,47	---	0,35	22,80	112,48
Estrato (3) limo	5,00-10,20	11,56	Cohesivo	19,71	21,67	--	76,49	11,74	11,34	--	--	154,53
Estrato (4) arcilla débilmente arenosa	10,20-12,60	33,15	Cohesivo	21,87	24,32	--	219,47	33,33	32,51	--	--	189,72

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO Nr.2
 Equipo utilizado... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Ciente: PAYMA COTAS EUSKADI-TRN
 Obra: COCHERAS DE ARRIAGAS
 Localidad: ASUA, BIZKAIA

Fecha: 18/08/2017

Escala 1:58



Índice

1.ENSAYO... Nr.1	10
2.ENSAYO... Nr.2	12
Índice	15

ANEXO 5: Ensayos de laboratorio



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7438	717	34883	S .2017/696	04/09/2017

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 450 / 4684/ 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna
5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha
48008-Bilbao
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SM-2, TP-1

PROCEDENCIA: IG 17015. Asua

FECHA DE MUESTREO: 30/08/2017

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7438	717	34883	S .2017/696	04/09/2017

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	SM-2, TP-1
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	71,4
Altura mm	201,4
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	74284
Resistencia a compresión uniaxial MPa	18,6
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7439	718	34884	S .2017/697	04/09/2017

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 450 / 4684/ 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna
5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha
48008-Bilbao
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SM-3, TP-1

PROCEDENCIA: IG 17015. Asua

FECHA DE MUESTREO: 30/08/2017

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7439	718	34884	S .2017/697	04/09/2017

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	SM-3, TP-1
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	70,7
Altura mm	200,3
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	25950
Resistencia a compresión uniaxial MPa	6,6
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7458	719	34880	S .2017/693	04/09/2017

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 450 / 4684/ 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna
5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha
48008-Bilbao
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SM-2, MI-4 (De 16,20 a 16,80 m)

PROCEDENCIA: IG 17015. Asua

FECHA DE MUESTREO: 21/08/2017

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza
hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

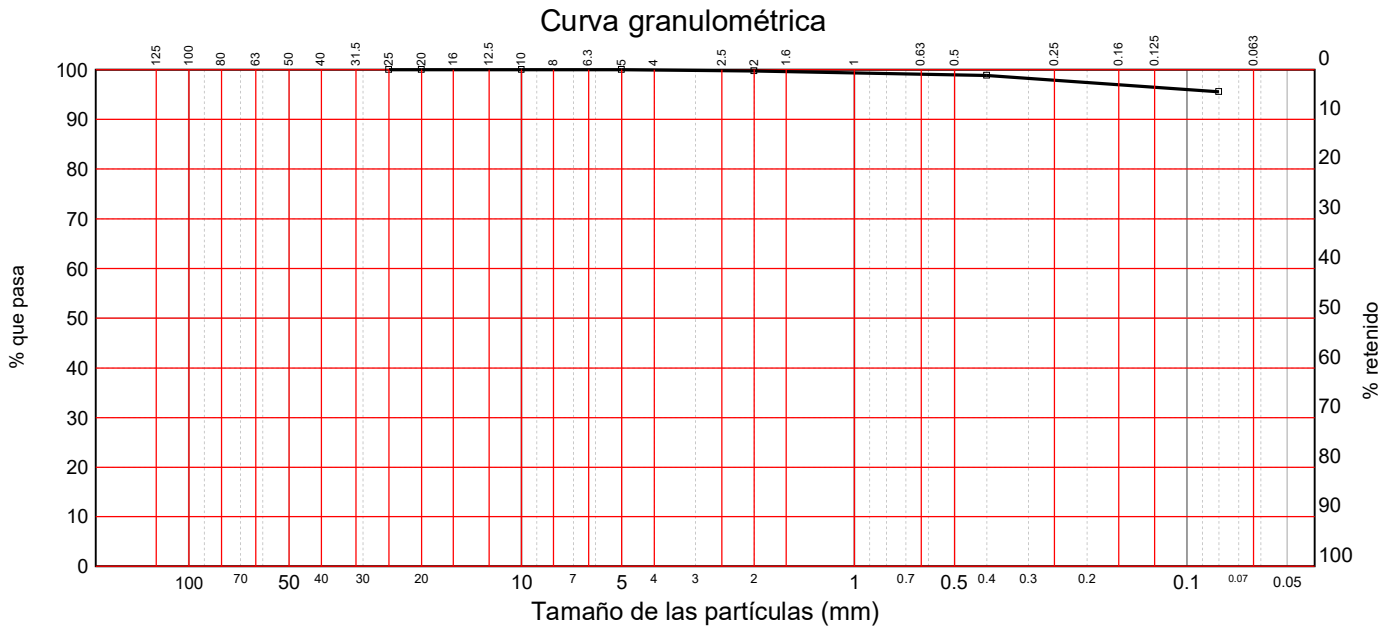
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7458	719	34880	S .2017/693	04/09/2017

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	99	95,6



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	39,0
Límite plástico	26,2
Índice de plasticidad	12,8

HUMEDAD SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	42,0

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm ³	1,763
Humedad	%	42,0
Densidad seca	g/cm ³	1,242

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7458	719	34880	S .2017/693	04/09/2017

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	7,0
Altura	cm	13,4
Sección	cm ²	38,48
Volumen	cm ³	515,6
Peso húmedo	g	970,8
Humedad	%	42,0
Densidad húmeda	g/cm ³	1,883
Densidad seca	g/cm ³	1,326
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,0
Carga máxima	kg	13,0
Deformación máxima	mm	20,5
Sección corregida	cm ²	45,43
Tensión máxima	kg/cm ²	0,29
Tensión máxima	kPa	28
Deformación en rotura	%	15,3

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7459	720	34881	S .2017/694	04/09/2017

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 450 / 4684/ 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna
5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha
48008-Bilbao
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SM-3, MI-1 (De 3,00 a 3,60 m)

PROCEDENCIA: IG 17015. Asua

FECHA DE MUESTREO: 16/08/2017

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza
hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

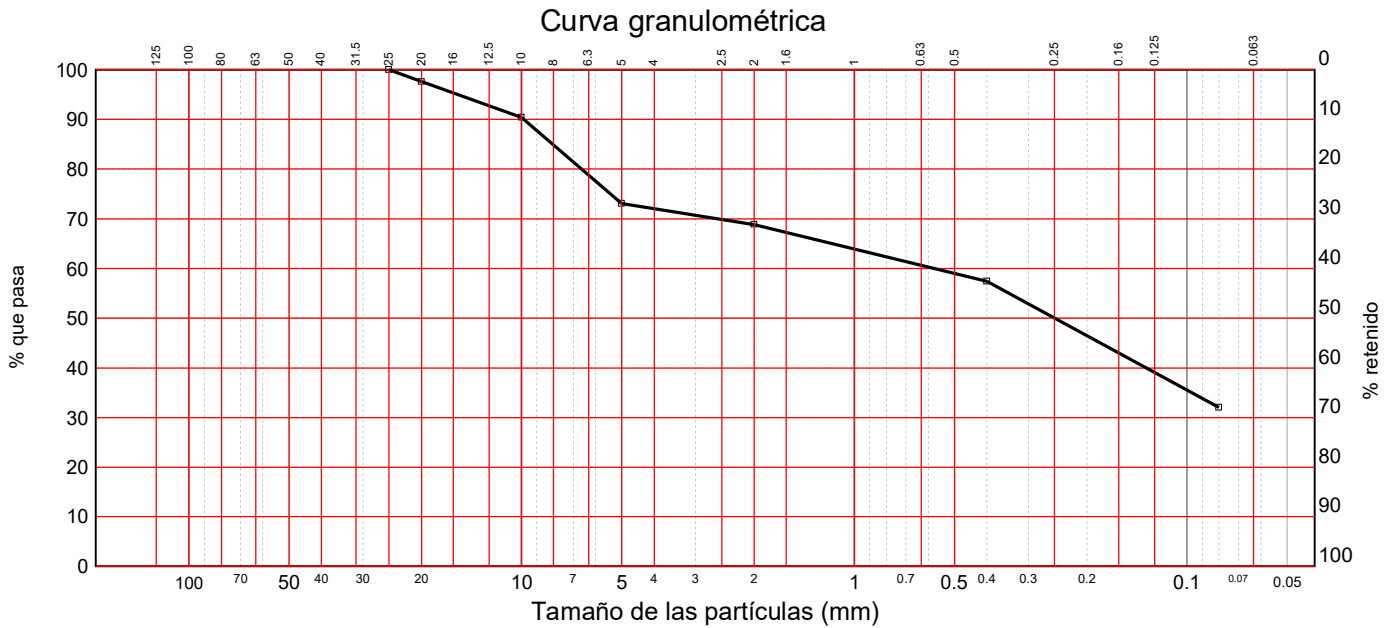
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7459	720	34881	S .2017/694	04/09/2017

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	98	90	73	69	57	32,0



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	21,3
Límite plástico	17,1
Índice de plasticidad	4,2

HUMEDAD SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	15,9

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm ³	2,138
Humedad	%	15,9
Densidad seca	g/cm ³	1,845

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7459	720	34881	S .2017/694	04/09/2017

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	6,9
Altura	cm	15,4
Sección	cm ²	37,39
Volumen	cm ³	575,8
Peso húmedo	g	1169,7
Humedad	%	15,9
Densidad húmeda	g/cm ³	2,031
Densidad seca	g/cm ³	1,753
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,0
Carga máxima	kg	27
Deformación máxima	mm	22,50
Sección corregida	cm ²	43,79
Tensión máxima	kg/cm ²	0,62
Tensión máxima	kPa	61
Deformación en rotura	%	14,6

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7460	721	34882	S .2017/695	04/09/2017

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 450 / 4684/ 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna
5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha
48008-Bilbao
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SM-3, MI-2 (De 8,40 a 9,00 m)

PROCEDENCIA: IG 17015. Asua

FECHA DE MUESTREO: 16/08/2017

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza
hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

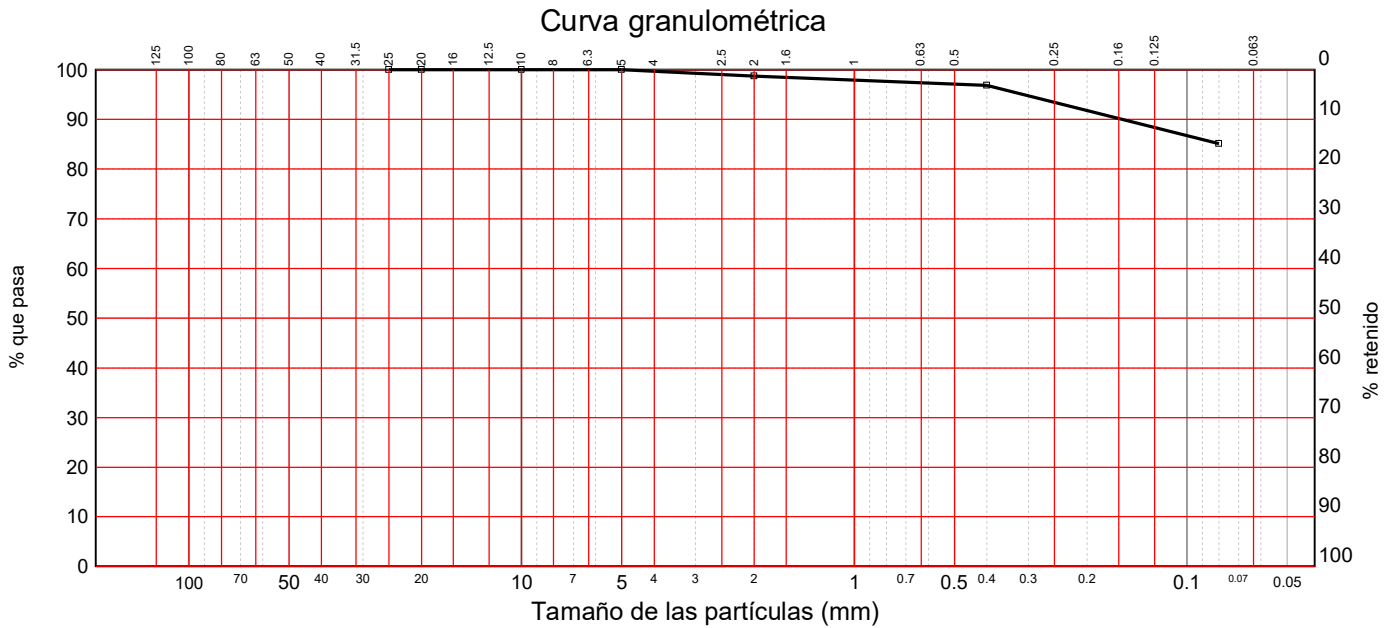
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
 33428.Llanera(Asturias)
 laboratorio@lacotec.es
 T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7460	721	34882	S .2017/695	04/09/2017

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	99	97	85,1



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	42,0
Límite plástico	28,4
Índice de plasticidad	13,6

HUMEDAD SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	41,4

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm ³	1,764
Humedad	%	41,4
Densidad seca	g/cm ³	1,248

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7460	721	34882	S .2017/695	04/09/2017

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	7,0
Altura	cm	15,4
Sección	cm ²	38,48
Volumen	cm ³	592,6
Peso húmedo	g	1080,7
Humedad	%	41,4
Densidad húmeda	g/cm ³	1,824
Densidad seca	g/cm ³	1,290
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,0
Carga máxima	kg	17
Deformación máxima	mm	22,38
Sección corregida	cm ²	45,02
Tensión máxima	kg/cm ²	0,38
Tensión máxima	kPa	37
Deformación en rotura	%	14,5

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7461	722	34879	S .2017/692	04/09/2017

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 450 / 4684/ 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna
5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

DESTINATARIO

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha
48008-Bilbao
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SM-2, MI-3 (De 10,80 a 11,40 m)

PROCEDENCIA: IG 17015. Asua

FECHA DE MUESTREO: 21/08/2017

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,
103-104-94
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza
hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVES 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

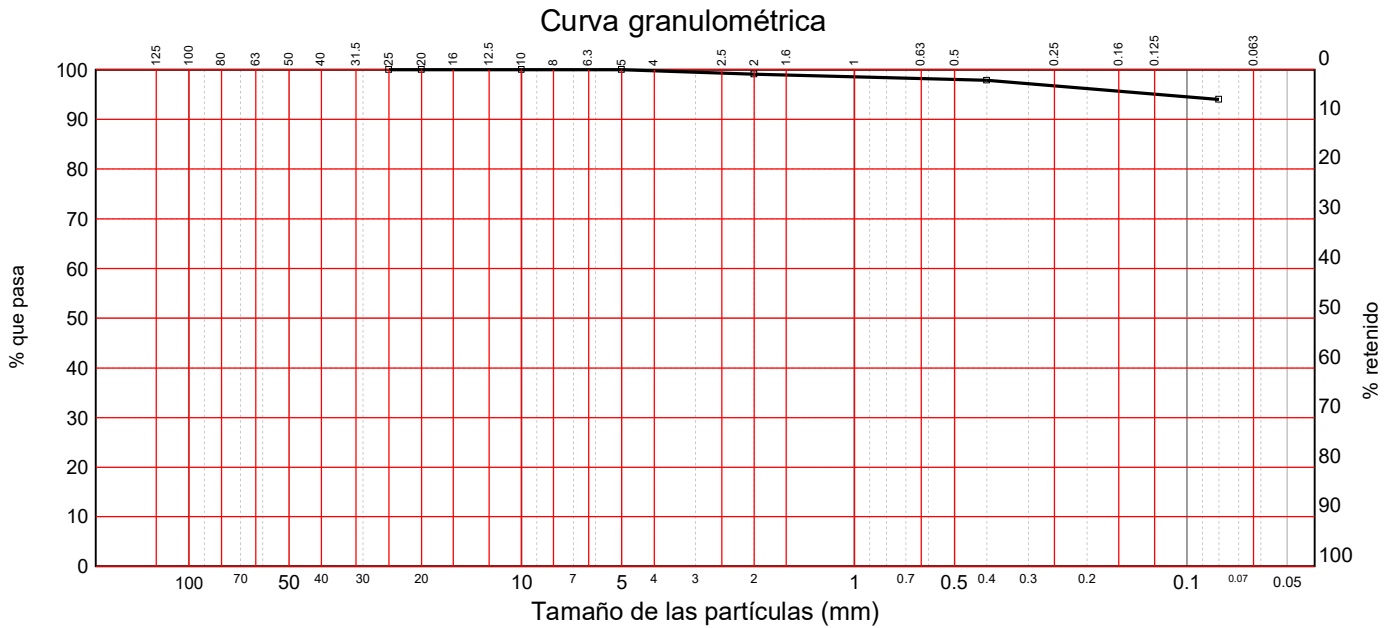
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
 33428.Llanera(Asturias)
 laboratorio@lacotec.es
 T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7461	722	34879	S .2017/692	04/09/2017

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	99	98	94,0



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	38,7
Límite plástico	27,7
Índice de plasticidad	11,0

HUMEDAD SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	39,8

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm ³	1,776
Humedad	%	39,8
Densidad seca	g/cm ³	1,270

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2017/7461	722	34879	S .2017/692	04/09/2017

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	7,0
Altura	cm	14,5
Sección	cm ²	38,48
Volumen	cm ³	558,0
Peso húmedo	g	1017,3
Humedad	%	39,8
Densidad húmeda	g/cm ³	1,823
Densidad seca	g/cm ³	1,304
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2
Carga máxima	kg	17
Deformación máxima	mm	21,3
Sección corregida	cm ²	45,11
Tensión máxima	kg/cm ²	0,38
Tensión máxima	kPa	37
Deformación en rotura	%	14,7

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial