INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PABELLÓN MULTIUSOS EN LAS PARCELAS 822, 823 y 997 DEL POLÍGONO 3 DE VALTIERRA (NAVARRA)

CLIENTE: BCL ARQUITECTURA

Pamplona, enero de 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4
2. METODOLOGÍA 5
3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO 6
3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA 6
3.2 HIDROLOGÍA 6
3.3. SISMICIDAD 7
3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN 8
4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO 10
4.1. SONDEOS 11
4.2. ENSAYOS "In Situ" (S.P.T.) 12
4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:2014) 13
5. ENSAYOS DE LABORATORIO 17
6. CÁLCULO DE CARGAS ADMISIBLES 18
6.1. INTERPRETACIÓN ENSAYOS D.P.S.H. 18
6.2. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES N.G. 1 20
6.3. CÁLCULO CARGA ADMISIBLE N.G.2 21
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 23
8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN 27
8.1. TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN 27
8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS 30
9. URBANIZACIÓN y APROVECHAMIENTO MATERIALES 33
9.1. CLASIFICACIÓN MATERIALES SEGÚN PG-3, art 330.3.3 33
9.2. FORMACIÓN EXPLANADA, 6.1-IC, apartado 5 34
9.3. EJECUCIÓN DE TERRAPLENES 36
9.4. RELLENOS ESTRUCTURALES 37
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38

ANEXOS

ANEXO 1: **Mapa geológico y leyenda**

ANEXO 2: **Registro y fotografías de los sondeos**

ANEXO 3: **Ensayos de Penetración Dinámica DPSH**

ANEXO 4: **Perfiles de correlación**

ANEXO 5: **Boletines de los ensayos de laboratorio**

ANEXO 6: **Plano de ubicación de ensayos**

INFORME: IRGE 2244 0122

Revisión	Fecha entrega	Descripción
IRGE 2244 0122.01	26/01/2022	Entrega informe

1. INTRODUCCIÓN

Se solicita a GEEA Geólogos S.L., a requerimiento BORJA LLOP CHOCARRO, de BLC ARQUITECTURA, la prestación de servicios profesionales para la realización de un Estudio Geológico y Geotécnico para la construcción de un pabellón multiusos entre las calles Valle de Ebro, calle Baztan y paseo de la Ribera, en las parcelas urbanas 822, 823 y 997 del polígono 3 de Valtierra (Navarra).

La edificación constará de PB con una superficie construida en planta de aproximadamente 48x24 m.

Ortoimagen parcela objeto de estudio, sitna 2021.

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico-geotécnico del terreno. Se trata de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las profundidades y situación de estos, las resistencias de los mismos, y aconsejar sobre la base de ello las cimentaciones más apropiadas, las profundidades a las que se deben realizar y las cargas admisibles del terreno.

Los Geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según se recoge en el Real Decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones profesionales del Geólogo. Los ensayos se han realizado por GEEA GEOLOGOS S.L. laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos.

Siendo estas cuestiones expuestas en este informe con fecha de enero de 2022.

P.I. Areta, c/Irumuga 45, 31620 Huarte Pamplona
T: 948.382.975, F: 948.382.319, M: 696.435.907

P.I. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200, Estella
T y F: 948.554.811, M: 606.507.335

c/ Baltasar Gracián 11-1º of. 5, 26006 **Logroño**
T: 941.509.482, M: 695.363.336

2. METODOLOGÍA

Una vez aprobado el presupuesto e indicados los objetivos de la investigación, el método ha sido ordenado de la siguiente manera:

Antecedentes del lugar

1. IGME/Mapa Geológico de España. Hoja 244 (Alfaro), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra/ Mapa geológico de Navarra. Hoja 244-III (Arguedas), escala 1:25.000.
3. Gobierno de Navarra/ Mapa Geológico de Navarra, escala 1:200.000.
4. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento CTE

1. Pabellón multiusos superficie en planta 48 m x 24 m
2. Tipo de construcción: C1 en terreno T1
3. Nº de ensayos realizados en campo: 2 sondeos mecánicos con extracción continua de testigo y 2 ensayos D.P.S.H. distribuidos tal y como queda reflejado en el croquis de ubicación (anexo 6).
4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Secciones geotécnicas (anexo 4).
6. Plano de ubicación de ensayos de campo (anexo 6).

Contenidos en informe

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Cálculo de cargas admisibles (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Cota de cimentación, tipología de cimentación y asientos (apartado 8).
7. Cargas admisibles, hundimiento, asientos admisibles, nivel freático, excavabilidad, estabilidad de taludes, agresividad (apartado 9).

3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA

La localidad de Valtierra queda incluida en la hoja 244 (Alfaro) del mapa geológico de España. Esta hoja está situada en el valle del Ebro, justo en la zona donde el río recibe las aguas de sus afluentes Arga y Aragón. Los materiales que están representados en esta hoja pertenecen todos al Terciario Continental o al Cuaternario, que presentan aquí un gran desarrollo.

La zona objeto de estudio, se sitúa desde un punto de vista geológico en la zona centro – occidental de la Cuenca del Ebro. Las litologías que aparecen corresponden en su totalidad a materiales de origen continental, propios de facies centrales de la cubeta terciaria del Ebro. Están afectados por un sistema de pliegues de dirección ONO – ESE, probablemente de origen halo cinético.

La localidad de Valtierra se sitúa sobre la Formación Lerín. La potencia de esta formación es variable midiéndose en unas zonas 600 m y en otras 400 m. Esta formación es básicamente yesífera, pero en la parte norte constituye una alternancia de tramos yesíferos y arcillosos. Los yesos se disponen en secuencias formadas por una alternancia fina y rítmica de capas bien estratificadas, de unos 10 a 15 mm, de yesos terrosos, yesos fibrosos y arcillas, con tonalidades pardo-amarillentas y grises. Intercalándose en esa secuencia aparecen niveles de yesos muy potentes y muy bien definidos, con espesores de entre 10 y 40 cm.

Sobre estos materiales se ha encajado durante el cuaternario una red de drenaje, representada en la zona de estudio por el río Ebro. Valtierra se sitúa sobre materiales aluviales de llanura de inundación del Ebro, formados principalmente por gravas y limos, con lentejones de arenas.

3.2 HIDROLOGÍA

Con respecto al comportamiento hidrogeológico se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- *Depósitos aluviales cuaternarios,* los materiales que forman el paquete aluvial están formados por unas arcillas, arcillas limosas y gravas en matriz arenosa con pasadas más (material testificado hasta los 6,00 m de profundidad alcanzado en el sondeo). Se trata de litologías permeables, variando el grado de permeabilidad en función de la granulometría. De esta forma, cuanto mayor sea el contenido en fi-

nos, menor será la permeabilidad del material. En función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad y su capacidad de drenaje dependerá del contenido de arcillas y limos, permiten pequeñas explotaciones por medio de pozos.

- *Sustrato rocoso*. En la zona de estudio, el conjunto terciario continental representado por la formación Lerín, en general, presentan en su conjunto una permeabilidad muy baja que puede variar en función de su grado de fracturación, considerándose a escala global como un acuicludo o impermeable. Localmente, pueden presentar una mayor permeabilidad a favor de diaclasado abierto, preferentemente en los niveles más superficiales, por descompresión y/o alteración. El coeficiente de permeabilidad de los materiales en su estado sano es muy bajo, inferior a 10-9 m/s. Es importante tener en cuenta la solubilidad de los yesos, que ante corrientes de agua pueden sufrir karstificación.

3.3. SISMICIDAD

El presente apartado tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002).

La zona de estudio, Caparroso, presenta unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es a_b< 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

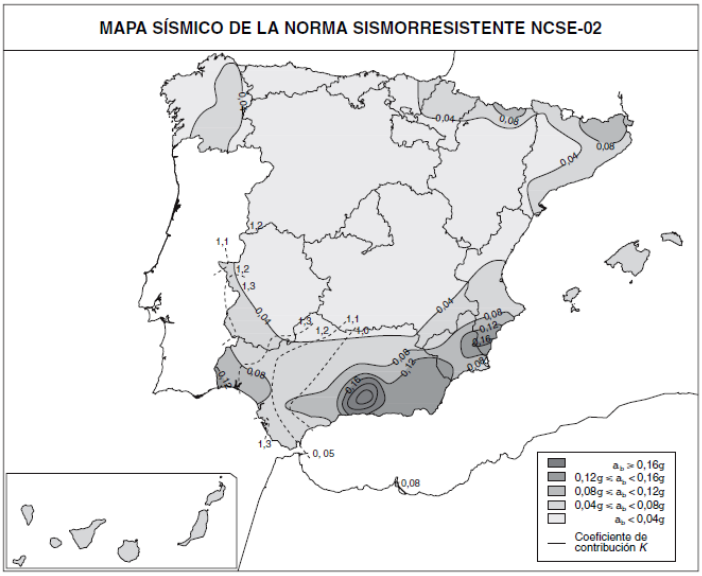


Figura 2.1 Mapa de Peligrosidad Sísmica

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en los casos de construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad, o en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones, cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a 0,08g.

3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN

El radón es un gas radioactivo y cancerígeno que se genera por la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en casi todos los tipos de suelo. El radón se genera en el subsuelo y asciende entre los poros del terreno hasta alcanzar la superficie. Una vez ha alcanzado la superficie, podrá diluirse entre los gases de la atmósfera o penetrar en el interior de los edificios, ya sean viviendas o lugares de trabajo, a través de los materiales de construcción como las soleras de hormigón, los muros de carga o directamente por las fisuras. Al penetrar en un espacio cerrado como los sótanos o plantas bajas, el gas se va acumulando y va aumentando su concentración de manera imperceptible, ya que es un gas inodoro, incoloro e inerte.

En la sección DB-HS6 del CTE, se establecen las medidas básicas de protección para limitar la penetración del gas radón en los edificios de zonas donde se supera el nivel de referencia anual de 300 Bq/m^3.

Las medidas de protección del DB-HS6 son de aplicación obligada en aquellos edificios de nueva construcción y para intervenciones en edificios existentes como ampliaciones, cambios de uso o reformas que estén ubicadas en zonas de riesgo de exposición a Radón. No obstante, estas medidas pueden ser aplicadas de manera preventiva en cualquier edificio con locales habitables, ya sean viviendas o lugares de trabajo.

El DB-HS6 define dos categorías de zonas sobre las que aplicar las medidas de protección en función del nivel de riesgo de radón del municipio en que se ubiquen:

- Zonas de riesgo I: entre 300 y 600 Bq/m^3
- Zonas de riesgo II: si superan los 600 Bq/m^3

Los municipios aparecen relacionados y clasificados en el apéndice B del DB-HS6.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece que en aquellos edificios ubicados en los términos municipales en que se supere el nivel de referencia anual y que, por tanto, figuran en el apéndice B, deben implementarse las siguientes soluciones, en función de la zona a la que pertenezcan:

Zona I

En los municipios con un nivel de radón promedio anual esperado de hasta el doble del valor permitido, se dispondrán como mínimo una de las siguientes medidas protectoras:

a) Barrera de protección entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

b) Cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales, ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas o fisuras, denominada cámara sanitaria.

Zona II

En los municipios que pueden superar el doble del nivel de radón promedio anual permitido se debe implantar la barrera de protección y una de las siguientes medidas:

a) Cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales, ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas o fisuras.

b) Un sistema de despresurización del terreno que permita extraer los gases contenidos en el terreno colindante al edificio.

De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón (Apéndice B de la Sección HS6 del CTE), Valtierra (Navarra) no se encuentra incluida dentro de las áreas de riesgo, por lo que no será necesario tomar ninguna medida adicional con respecto a la exposición frente al radón.

4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Para establecer las características geotécnicas de la parcela objeto de estudio (T1-C2) se ha realizado un reconocimiento que ha consistido en la ejecución de 2 sondeos mecánicos con extracción continua de testigo y 2 ensayos de penetración dinámica estándar tipo D.P.S.H. Los ensayos quedan distribuidos tal y como se muestra a continuación.

Ubicación ensayos en la parcela objeto de estudio, Idena.

También se ha recopilado información de estudios previos y se ha realizado un reconocimiento visual del área afectada por el proyecto.

Los sondeos de reconocimiento nos permiten reconocer el terreno hasta la profundidad alcanzada y de los testigos obtenidos se han extraído muestras para caracterizar los materiales y determinar la agresividad del terreno con relación a los sulfatos que pudieran existir y que puedan afectar a las cimentaciones.

Las penetraciones dinámicas permiten establecer un perfil de resistencias en función de la profundidad, hasta la cota de finalización del ensayo. Sin embargo, no se obtiene muestra del terreno, por lo que no se puede caracterizar su naturaleza, así como tampoco es posible conocer datos del perfil por debajo de la cota de rechazo.

Adjunto a esta memoria, en la que se describen las características del terreno y las conclusiones y recomendaciones que se deducen del estudio, se presentan unos anexos que contienen el mapa geológico y la leyenda (anexo 1), testificación de los sondeos y las fotos (anexo 2), ensayo de penetración dinámica (anexo 3), perfiles de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6).

4.1. SONDEOS

Criterios de reconocimiento

Para la descripción de los sondeos mecánicos se han seguido los criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (I.S.M.R.):

GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
IA	SANA	No hay señales de alteración de la roca matriz.
IB	DÉBILMENTE METEORIZADA	Decoloración de superficies de discontinuidades principales.
II	LIGERAMENTE METEORIZADA	La decoloración indica alteración de roca matriz y de superficies de discontinuidad. La roca matriz puede estar decolorada y puede ser más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material descompuesto y/o desintegrado como suelo. Puede haber zonas de roca sana y decolorada, formando un marco continuo o como bloques sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca descompuesta y/o desintegrada en suelo. Puede haber zonas de roca sana o decolorada formando un marco continuo o como bloques / núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Roca descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. Estructura original del macizo fundamentalmente intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	Toda la roca convertida en suelo. Destruida la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

Descripción de los sondeos:

El 3 de enero de 2022 se realizaron dos sondeos con un equipo sonda mediante el método de rotación con extracción de testigo continuo. La sonda está compuesta por una batería con una corona cortante unida al equipo mediante un varillaje que le transmite el movimiento de rotación y empuje ejercido por la máquina de perforación. El testigo se aloja en la batería durante la perforación y es extraído cada cierto tiempo. Las baterías de rotación pueden ser de

tubo simple, doble o triple (para una mejor recuperación).

Durante la ejecución de los sondeos se realizaron 8 ensayos de resistencia "in situ" (SPT).

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 1

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 – 0,70 m	0	Tierra vegetal y rellenos antrópicos.
0,70 – 2,10 m	1	Arcillas marrones con cantos milimétricos.
2,10– 6,60 m	2	Gravas formadas por cantos heterométricos de formas subredondeadas englobados en una matriz arenosa. La concentración de cantos es variable en profundidad.

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 2

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 – 0,20 m	0	Tierra vegetal y rellenos antrópicos.
0,20 – 2,30 m	1	Arcillas marrones con cantos milimétricos.
2,30– 6,60 m	2	Gravas formadas por cantos heterométricos de formas subredondeadas englobados en una matriz arenosa. La concentración de cantos es variable en profundidad.

Una vez finalizados los sondeos se detectó la presencia de agua en el techo de las gravas en ambos sondeos.

4.2. ENSAYOS "In Situ" (S.P.T.)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado 8 ensayos de penetración estándar (S.P.T.).
Cuando el terreno es arenoso – limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60º de ángulo en punta.

Objeto y datos del ensayo

El objeto de este ensayo es estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800. Este ensayo se realiza en el interior de sondeos durante la perforación. Para la ejecución del ensayo, se ha de limpiar la perforación al llegar a la cota deseada para el ensayo, se retira la batería de perforación y en su lugar se instala un tomamuestras de dimensiones estándar. Este tomamuestras se di-

vide en tres elementos: una zapata, un tubo bipartido y la cabeza de acoplamiento al varillaje del equipo sonda. Se hinca en el suelo una longitud de 60 cm contando el número de golpes necesario para hincar tramos de 15 cm. El golpeo se realiza con una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre una cabeza de golpeo. Las lecturas del primer y último tramo no se tienen en cuenta por la alteración del suelo provocada por la perforación, en el primer caso, y por la sobrecompactación que pueda producir el golpeo en el segundo caso. Así, con la suma de los valores de los dos tramos centrales se obtiene un valor NSPT, que se correlaciona según unos métodos establecidos para la obtención de la resistencia del terreno. Si el número de golpeos para un tramo de 15 cm es superior a 100 se considera como rechazo a la penetración. Si el ensayo se realiza a una cota por debajo del nivel freático, el valor de NSPT se ha de corregir mediante la expresión:

N = 15 +(N' –15)/2.

Siendo N' el valor de penetración medido, y siempre y cuando este sea superior a 15. (Terzaghi y Peck, 1948 – en Ayala Carcedo, 1991)

El valor del NSPT se puede correlacionar con una serie de parámetros geotécnicos, según los criterios definidos por varios autores basados en el uso generalizado de este ensayo. Los parámetros geotécnicos deducibles de los ensayos SPT son: la densidad relativa, la compacidad, el ángulo de rozamiento interno (j') en suelos granulares (aplicable a partir de 2 m de profundidad). En la siguiente tabla se muestra la profundidad y los valores obtenidos en los ensayos SPT realizados:

Sondeo	SPT nº:	Profundidad	Valores SPT, (N_{30})	Litología
1	1	1,30-1,90	6-10-11-9 (21)	Arcillas
1	2	2,80-3,40	9-10-6-4 (16)	Gravas
1	3	4,40-5,00	4-5-6-6 (11)	Gravas
1	4	6,00-6,60	8-12-14-14 (26)	Gravas
2	1	1,30-1,90	6-6-7-6 (13)	Arcillas
2	2	2,80-3,40	15-21-16-16 (37)	Gravas
2	3	4,20-4,80	10-7-9-8 (16)	Gravas
2	4	6,00-6,60	6-11-11-8 (22)	Gravas

4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:2014)

Se han realizado 2 ensayos de penetración dinámica para conocer las cargas admisibles de las litologías atravesadas en los sondeos.

Objeto y datos del ensayo

El ensayo consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La varilla tiene un diámetro inferior al de la puntaza,

con objeto de evitar lo máximo posible el rozamiento de la misma en el terreno.

La hinca en el terreno se logra golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre. Esta maza, que pesa 63,5 Kg, se deja caer desde una altura de 75 cm.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el número de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno. Este número de golpes se designará en lo sucesivo como N_{20} y servirá para darnos información acerca de las características físicas y geotécnicas del terreno. A partir de N_{20} y con una serie de correlaciones e interpretaciones se puede determinar la carga admisible, la resistencia dinámica en punta, etcétera.

Realización de ensayo y maquinaria utilizada

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. La puntaza sobresale por su parte inferior y al colocar la meseta horizontal, se clava en el terreno. Si la magnitud que se introduce es del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando por algún motivo, se precisa realizar una excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo, se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota concreta.

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas de 100 golpes de penetración cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (de manera aislada en cada una de ellas), cuando tres valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes o cuando se alcance la profundidad que previamente se haya establecido. Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente.

El resultado de los ensayos de penetración se representa en un gráfico: en ordenadas figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

El ensayo se ha realizado mediante un penetrómetro automático ROLATEC modelo ML-76A que cumple con las normas siguientes del SIMSFE (Sociedad internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones y el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos):

- DPSH-Dynamic Probing Super Heavy
- S.P.T. Standard Penetration Test
- Mecanismo de golpeo automático

El ensayo de penetración se ha realizado siguiendo la norma DPSH:

- Relación longitud/diámetro de la maza..... > ó = 1 y < ó = 2.
- Masa de la Maza: ..... 63,5 Kg
- Altura de Caída ..... 75,0 cm.
- Masa yunque ..... 7,2 Kg.
- Longitud de la varilla ..... 1,0 m.
- Diámetro exterior de la varilla..... 32,0 mm.
- Masa máxima varilla + niple..... 6,31 Kg/m
- Desviación máxima en primeros 5 metros..... 1 %.
- Desviación máxima a partir de 5 metros ..... 2 %.
- Sección de la puntaza ..... Cilindro-cónica.
- Área de la puntaza..... 20,0 cm^2
- Angulo de la puntaza 90º
- Cuenteo de golpes cada..... N 20,0 cm.

Cálculo de resultados

Sobre la base de los resultados de los ensayos de penetración, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando para ello la fórmula de hinca:

Fórmula dinámica de los holandeses:

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados, para ello se calcula la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{\left(M^2 \cdot H\right)}{\left(\left(M + P\right) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N_{20}}\right)\right)}$$

siendo:

M= peso de la maza (=63.5 Kg)

H= altura de caída de la maza (=75 cm)

P= peso de yunque + varillas (8 kg/m)

A= área de la puntaza (20 cm^2)

$20/N_{20}$= penetración por golpe, en cm

Mediante el coeficiente de Buisson, (que para el caso que nos ocupa se ha considerado un coeficiente de 0,5), se establece la correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática.

Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{R_e}{F}$$

siendo:

Q_{adm} = presión admisible de cálculo, en kg/cm^2.
R_e = resistencia estática.
F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

Para el contraste de los resultados se aplica la formulación de Meyerhof (1956) en suelos cohesivos: sobre la base del número de golpes N_{20} del ensayo de penetración.

<u>para B>1,22 m</u>

$Q_{adm.} = q_c/25 \times [(1+3{,}28\ B)/(3{,}28\ B)]^2$

<u>para B<1,22 m</u>

$Q_{adm.} = q_c/15$

B = ancho de la zapata

q_c = Resistencia por punta.

Según Meyerhof: $q_c = \alpha \times 1{,}428 \times N_{20}$; α = 2,3 a 1,8 según la dureza de las arcillas.

A partir del valor de la resistencia dinámica Rp es posible estimar la resistencia en punta estática q_c (véase Buisson y otros), mediante unas correlaciones y coeficientes de transformación, éstos dependen fundamentalmente de la naturaleza del terreno y de su estado en el momento de efectuar el ensayo.

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos se han obtenido de acuerdo con la Normativa o, en su defecto, a través de técnicas habituales en mecánica de suelos. Cada ensayo tiene un grado de precisión recogido en la Norma asignada y, generalmente, en la bibliografía técnica.
Las características de los sucesivos materiales localizados en los ensayos, más allá de los puntos analizados, se pueden inferir a partir de los resultados en los mencionados puntos. Ahora bien, es necesario considerar que el conjunto no presenta variaciones litológicas y/o mecánicas bruscas. Esta condición previa puede ser, en ocasiones, incorrecta, declinado esta empresa toda responsabilidad derivada de la proyección de los resultados fuera de los puntos de ensayo.

Sobre la base del perfil litológico, obtenido de los sondeos de reconocimiento, se seleccionaron muestras representativas de los distintos niveles geotécnicos identificados. El número y tipo de ensayos ejecutados se han realizado según la siguiente normativa:

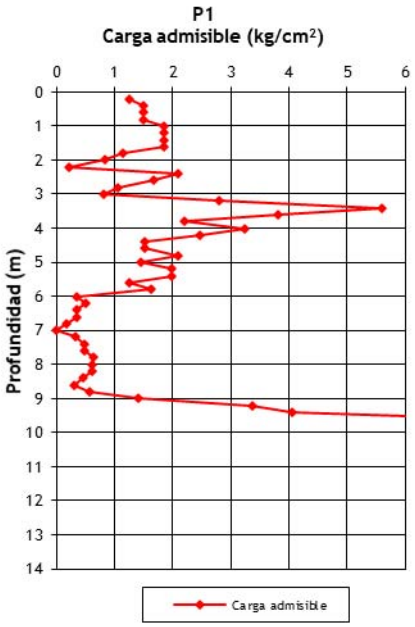
	S1	**S2**	**S1**	**Norma**
Referencia	N17372	N17373	N17374	
Litología	Arcillas	Gravas	Agua	
Profundidad (m)	1,00	2,50	--	
Límites Atterberg: LL//IP	39/23/16	N.P.	--	UNE 103103/94 103104/93
% pasa tamiz 0,08/0,4/2	83/97/100	2/9/18	--	UNE 103103/95
Materia orgánica (%)	0,18	--	--	UNE103204/93
Sales Solubles (%)	<0,10	--	--	NLT 114/99
Yesos (%)	0	--	--	NLT 115/99
Indice de colapso Ic	0	--	--	NLT 254/99//UNE 103405/94
Hinchamiento libre	0	--	--	UNE103601/94
Sulfatos (mg/kg SO_4^{2-})	--	<100	--	UNE 83001/2000
Sulfatos (mg/l SO_4^{2-})	--	--	1372,80	UNE 83001:2000
CLASIF. CASAGRANDE/AASTHO	CL/A6	GW-P/A-1-b	--	

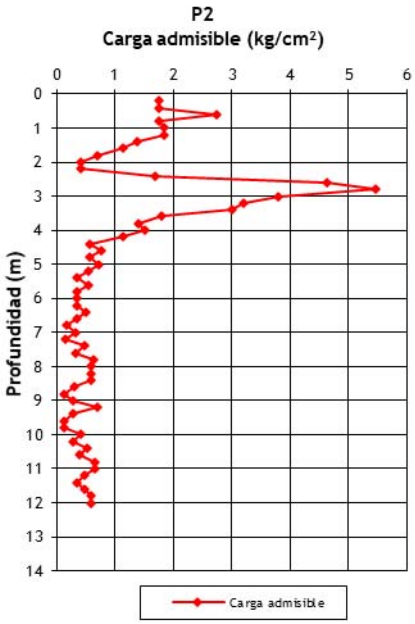
6. CÁLCULO DE CARGAS ADMISIBLES

6.1. INTERPRETACIÓN ENSAYOS D.P.S.H.

Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica para estimar las cargas admisibles de las litologías atravesadas en los sondeos de reconocimiento, cuya ubicación se incluye en el anexo 6 del presente informe. En el anexo 3 se muestran la gráfica correspondiente al ensayo.

A partir de la interpretación del ensayo por varios métodos, se obtienen valores de carga admisibles para el terreno ensayado. A continuación, se muestra la gráfica en la que queda representado el perfil de cargas admisibles obtenido para cada tramo de 20 cm ensayado hasta la profundidad alcanzada en los ensayos realizados. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir del inicio del ensayo, que se corresponde con la rasante de ejecución de los mismos en el momento de su realización.
A continuación, se incluye la gráfica obtenida en el ensayo realizado.





A partir de estas gráficas y correlacionándolas con los materiales identificados en los sondeos, se estiman las siguientes cargas admisibles para las distintas litologías:

- Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos. No se le asigna carga admisible ya que no son aptos para el desplante de la cimentación y deberán ser previamente retirados.

- Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos, con cargas admisibles que se varían entre 1,50 kg/cm^2 en el techo del tramo y valores inferiores a 0,50 kg/cm^2 en la base del mismo.
- Nivel geotécnico 2, gravas, con cargas admisibles que se sitúan en torno a 1,00 kg/cm^2 y alcanzando puntualmente valores superiores a 3,00 kg/cm^2 en función de la concentración de cantos o presencia de algún bolo.
- Nivel geotécnico 3, situado infrayacente a las gravas. Estos materiales no se han alcanzado en los sondeos realizados, sólo se atraviesan con los ensayos de penetración dinámica, por lo que se carece de testificación. Cuenta con cargas admisibles que se varían entre 0,50 kg/cm^2 y valores inferiores a 0,50 kg/cm^2 y se estima que se trata de un depósito aluvial fino.

A partir de los sondeos y los ensayos D.P.S.H realizados y las cargas admisibles estimadas para cada horizonte, se han elaborado tres perfiles de correlación que se incluye en el anexo 4 del presente informe y muestra la estimación de la distribución de los distintos niveles geotécnicos identificados en los sondeos. Es necesario tener en cuenta que los ensayos de campo realizados para la elaboración de la presente memoria, sólo son válidos para los puntos donde se realizan los mismos, por lo que en la extrapolación de resultados debe tenerse en cuenta esta limitación.

Se debe insistir que el perfil de resistencias aportado por los ensayos D.P.S.H. carece de reconocimiento visual de los horizontes, por lo que las estimaciones realizadas pueden no ser representativas de la realidad terreno.

Para la determinación de los parámetros geomecánicos de los materiales consideraremos el N_{30} obtenido en los ensayos SPT y los golpeos obtenidos en los ensayos D.P.S.H. Para el cálculo de los parámetros geotécnicos tendremos en cuenta el N_{30} obtenido de los ensayos de resistencia SPT y los golpeos de los ensayos de penetración dinámica realizados, considerando los valores más restrictivos por ser los más condicionantes.

- N.G. 0, rellenos: a partir de los ensayos D.P.S.H contamos con un N_{30} de 11.
- N.G. 1, arcillas con cantos, contamos con un N_{30} promedio de 10, con un N_{30} mínimo de 1,50 y N_{30} máximo de 12.
- N.G. 2, gravas, contamos con un N_{30} promedio de 12, con un N_{30} mínimo de 4 y N_{30} máximo de 28.
- N.G. 3, contamos con un N_{30} de 5 con un N_{30} mínimo de 1,50 y N_{30} máximo de 8.

6.2. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES N.G. 1

Para verificar la capacidad portante del nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos) contamos con un N_{30} de 10 obtenido a partir de los ensayos de resistencia realizados.

A partir de este valor y usando correlaciones, obtenemos una compresión simple de 1,25 kg/cm^2 para el N.G. 1.

En tal caso la presión de hundimiento del terreno cohesivo vendría definido por la formulación de Terzaghi:

$$P_{vh}= c \times N_c + q \times N_q + 1/2\ \gamma \times B \times N_\gamma$$

Según este método, la presión vertical de hundimiento se compone de tres términos que permiten evaluar el aporte de capacidad soporte debido a la residencia del terreno, a su peso propio y a la sobrecarga al nivel de cimentación.

Siendo:

- P_{vh}, la presión vertical de hundimiento
- c, la cohesión del material
- q, la sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación
- γ, el peso específico del terreno
- B, el ancho del cimiento
- N_c, N_q, N_γ, los factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de rozamiento interno del material.

Teniendo en cuenta que se trata de un terreno principalmente cohesivo, la situación del análisis más desfavorable coincide con la hipótesis de corto plazo, es decir, sin permitir el drenaje de las presiones intersticiales. Esta consideración implica que el ángulo de rozamiento interno del material es nulo, por lo que los factores anteriores quedan:

$N_c= \pi + 2 = 5{,}14$; $N_q= (1+0/1-0) \times e^{\pi\ tg0} =1$; $N_\gamma= 1{,}5\ (0-1)\ tg\ 0=0$

Por lo tanto, la expresión queda de la siguiente forma:

$$P_{vh}= c \times N_c$$

Por otra parte, la cohesión a emplear se corresponde a la resistencia al corte sin drenaje del terreno cohesivo, la cual y según el criterio de Möhr, es la mitad de la resistencia a compresión simple obtenida, por lo podemos considerar la cohesión 0,63 Kg/cm^2 para el N.G. 1.

Aplicando los parámetros obtenidos a la formulación de Terzaghi, obtenemos que la presión

de hundimiento para el horizonte cohesivo es:

Nivel geotécnico 1: P_{vh}= 0,63 x 5,14 = 3,23 Kg/cm^2

Para obtener la tensión admisible en la base de la zapata, se debe afectar la carga de hundimiento por un coeficiente de seguridad, que, en la práctica habitual, para situaciones permanentes (cimentaciones) se sitúa entre 3 y 5.

Nivel geotécnico 1, q_{adm}= P_{vh}/3= 3,23/3 = 1,07 Kg/cm^2≈ 1,00 Kg/cm^2

6.3. CÁLCULO CARGA ADMISIBLE N.G.2

Para el cálculo de la tensión admisible del Nivel geotécnico 2 (gravas) se ha empleado el N_{30} de 12 obtenido para esta litología a partir de los ensayos de resistencia D.P.S.H. y SPT realizados en la campaña de investigación y la ecuación del Código Técnico de la edificación, tal y como se muestran a continuación:

ZAPATAS INFERIORES A 1,20 m

CTE: Q_{ad} = 12N.(1+(D/3B)).(S/25)

ZAPATAS SUPERIORES A 1,20 m

CTE: Q_{ad} = 8N.(1+D/3B).(S/25).(B+03/B)^2

Donde:

N = N_{30}
S = asiento, 1 pulgada
D = empotramiento cimentación en m
B= ancho zapata (m)

Los resultados obtenidos son los siguientes:

ZAPATAS INFERIORES A 1,20 m

Cimentación Ancho zapata (m)	según CTE
0,80	1,46
1,00	1,46
1,20	1,46

ZAPATAS SUPERIORES A 1,20 m

Cimentación Ancho zapata (m)	según CTE
1,50	1,40
2,00	1,29
3,00	1,18

P.I. Areta, c/Irumuga 45, 31620 Huarte Pamplona
T: 948.382.975, F: 948.382.319, M: 696.435.907

P.I. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200, Estella
T y F: 948.554.811, M: 606.507.335

c/ Baltasar Gracián 11-1º of. 5, 26006 **Logroño**
T: 941.509.482, M: 695.363.336

A partir de estos resultados obtenidos y considerando la heterogeneidad del horizonte, propia de un depósito granular, así como la existencia de pasadas con menor concentración de cantos y presencia de agua/humedad en el depósito se limita la tensión de diseño de estos materiales a 1,00 kg/cm^2 con el fin de que el bulbo de presiones transmitido por la cimentación sea absorbido tanto a cota de desplante de cimentación como en profundidad por la tensión admisible del terreno.

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El objeto de todo estudio geotécnico es definir las características de los diferentes estratos y niveles litológicos reconocidos, a fin de contar con los datos necesarios para un adecuado planteamiento posterior de la tipología y cota de cimentación, etc.

Los datos mostrados a continuación han sido obtenidos por métodos directos mediante la descripción de los sondeos y los resultados de laboratorio, y por métodos indirectos a partir de los ensayos de resistencia D.P.S.H y S.P.T realizados. Posteriormente se han contrastado todos los datos obtenidos, además de consultar referencias bibliográficas.

Se han diferenciado 4 niveles geotécnicos tal y como se especifica a continuación. Los espesores de los horizontes se estiman por testificación directa en los puntos en los que se han realizado los sondeos y a partir de la interpretación de los golpeos en los puntos en los que se han realizado los ensayos de penetración dinámica.

- **Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos;** horizonte formado por materiales de naturaleza diversa, principalmente arcillosa. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 0, rellenos	S1	S2	P1	P2
Cota estimada boca ensayo	298,34	298,40	298,16	298,00
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,00	0,00	0,00	0,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	0,70	0,20	0,60	0,60
Espesor (m)	0,70	0,20	0,60	0,60

Estos materiales no son aptos para el desplante de la cimentación y deberán ser previamente retirados. Para el caso de pantallas, pilotes o micropilotes los valores de resistencia unitaria por fuste deberán considerarse negativos. Los parámetros geotécnicos estimados para este los rellenos a partir de los ensayos DPSH/SPT realizados son los siguientes:

Naturaleza: granular
Compacidad: floja
Angulo de rozamiento interno Φ': 22º-28º (estimado)
Cohesión c': 0,05-0,10 kg/cm² (estimado)
Micropilotaje (N_{30}-11):
Resistencia unitaria por fuste: 0,65 kg/cm²*

Pilotaje (N_{30}-11):

Resistencia unitaria por fuste: 0,28 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 22,00 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos**; horizonte formado por unas arcillas con cantos. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 1 arcillas con cantos	S1	S2	P1	P2
Cota estimada boca ensayo	298,34	298,40	298,16	298,00
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,70	0,20	0,60	0,60
Cota estimada techo N.G. 1a	297,64	298,20	297,56	297,40
Profundidad base (m) referida boca ensayo	2,10	2,30	2,40	2,40
Espesor (m)	1,40	2,10	1,80	1,80

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico con el N_{30} promedio obtenido a partir de los ensayos de resistencia realizados son los siguientes:

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: compacta

Densidad natural: 1,80-1,85 gr/cm³ (bibliografía)

Angulo de rozamiento interno, Φ_u: 0 (N_{30}- 10)

Resistencia a la compresión simple, q_u: 1,25 kg/cm² (N_{30}- 10)

Cohesión sin drenaje, c_u: 0,63 kg/cm² (N_{30}- 10)

Módulo elástico: 85,00 kg/cm² (N_{30}- 10)

Angulo de rozamiento interno, Φ': 20º (estimado)

Cohesión c': 0,20 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 1,00 kg/cm².

Módulo balasto: $K_{\varnothing 30}$ = 3,27 kg/cm³; K_{30x30} = 2,77 kg/cm³ *(SPT N_{30}- 10)*

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 0,80 kg/cm²*

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 0,38 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 5,63 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 2, gravas**. Horizonte formado por unas gravas heterométricas subredondeadas en matriz arenosa. La concentración de cantos es variable en la vertical de un mismo punto y entre los distintos puntos ensayados. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 2, gravas	S1	S2	P1	P2
Cota estimada boca ensayo	298,34	298,40	298,16	298,00
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	2,10	2,30	2,40	2,40
Cota estimada techo N.G. 1b	296,24	296,10	295,76	295,60
Profundidad base (m) referida boca ensayo	6,00	6,00	6,00	4,00
Espesor (m)	3,90	3,70	3,60	1,60

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico a partir de los ensayos de resistencia realizados son los siguientes:

Naturaleza: granular

Compacidad: media

Densidad natural: 1,95-2,05 gr/cm^3 (bibliografía)

Angulo de rozamiento interno Φ_u: 29,81º(N_{30}- 12)

Cohesión sin drenaje c_u: 0 kg/cm^2 (N_{30}- 12)

Módulo elástico: 167,14 kg/cm^2 (N_{30}- 12)

Angulo de rozamiento interno Φ': 28º (estimado)

Cohesión c': variable entre 0 (saturado) y 0,07 kg/cm^2(estimado)

Carga admisible: 1,00 kg/cm^2

Módulo balasto: $K_{\varnothing 30}$ = 6,28 kg/cm^3; K_{30x30}= 5,32 kg/cm^3 *(SPT N_{30}- 12)*

Clasificación SUCS/AASTHO: GW-P/A-1-b

<u>Micropilotaje:</u>

Resistencia unitaria por punta: 0,70 kg/cm^2

<u>Pilotaje:</u>

Resistencia unitaria por fuste: 0,30 kg/cm^2

Resistencia unitaria por punta: 24,00 kg/cm^2

- **Nivel geotécnico 3.** Estos materiales no se han alcanzado en los sondeos realizados, sólo se atraviesan con los ensayos de penetración dinámica, por lo que se carece de testificación. A partir de la interpretación de los golpeos y experiencias en la zona se estima que se trata de un depósito aluvial fino. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 3	S1	S2	P1	P2
Cota estimada boca ensayo	298,34	298,40	298,16	298,00
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	NO SE ALCANZA		6,00	4,00
Cota estimada techo N.G. 1c			292,16	294,00
Profundidad (m) alcanzada en el ensayo			9,80	12,00
Espesor (m) hasta profundidad alcanzada			3,80	8,00

P1, se estima que se trata de un falso rechazo.
P2, profundidad alcanzada en el ensayo.

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: media

Densidad: 1,80-1,85 gr/cm^3 (bibliografía)

Angulo de rozamiento interno, Φ_u: 0 (N_{30}- 5)

Resistencia a la compresión simple, q_u: 0,63 kg/cm^2 (N_{30}- 5)

Cohesión sin drenaje, c_u: 0,31 kg/cm^2 (N_{30}- 5)

Módulo elástico: 42,25 kg/cm^2 (N_{30}- 5)

Angulo de rozamiento interno, Φ': 20º (estimado)

Cohesión c': 0,07 kg/cm^2 (estimado)

Carga admisible: 0,50 kg/cm^2.

Módulo balasto: $K_{\varnothing 30}$ = 1,63 kg/cm^3; K_{30x30} = 1,38 kg/cm^3 *(SPT N_{30}- 5)*

<u>Micropilotaje:</u>

Resistencia unitaria por fuste: 0,20 kg/cm^2*

<u>Pilotaje:</u>

Resistencia unitaria por fuste: 0,24 kg/cm^2

Resistencia unitaria por punta: 2,81 kg/cm^2

* Los valores de resistencia unitaria para cimentaciones profundas pueden sufrir variaciones en función del tipo de inyección aplicada para la realización de los micropilotes: IU, inyección única global; IR, inyección repetitiva; IRS, inyección repetitiva y selectiva

8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

Se expone a continuación el desarrollo de las soluciones que se consideran como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones de las edificaciones objeto de los trabajos. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.

Debe hacerse mención que los planteamientos aquí expuestos, están realizados a partir de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados y sus limitaciones, referidas a lo largo del presente informe.

Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de ejecución, considerando necesario que durante la excavación y cimentación esté presente un geólogo, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares, como pueden ser cambios laterales de facies muy puntuales que hagan que varíe la profundidad de los materiales que aparecen en este informe, de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.

8.1. TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN

A partir de los trabajos realizados, los resultados obtenidos en ellos, considerando las exiguas cargas de los materiales localizados, así como la diferencia de cota entre la rasante actual del terreno (entorno a la cota 298) y la cota de urbanización del proyecto (300,60, dato facilitado por el peticionario), se proponen las siguientes soluciones de cimentación:

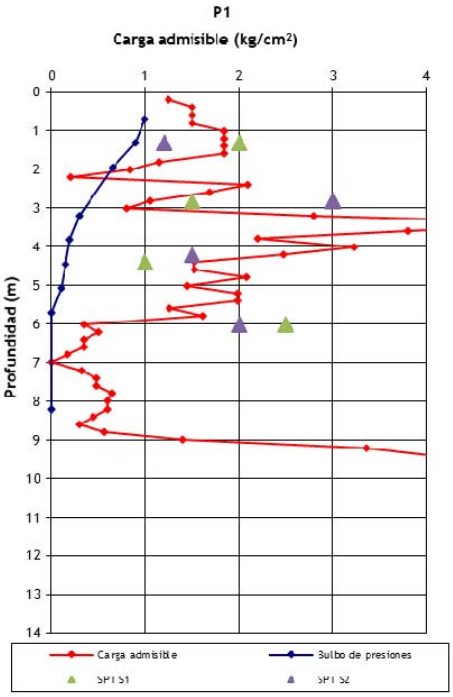
1.- Cimentación desplantada el nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos):

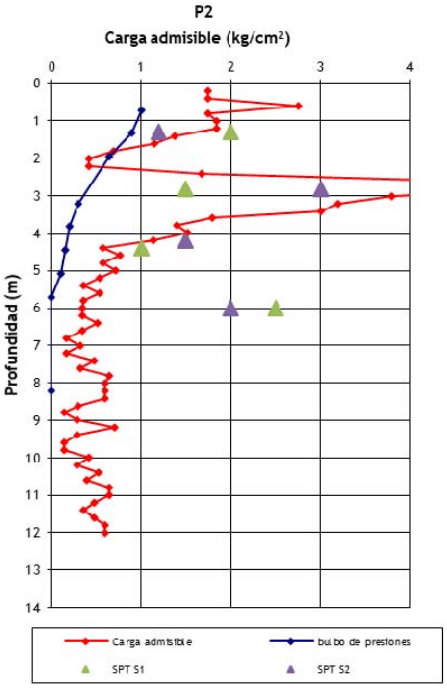
- En esta opción, se recomienda la realización de una cimentación superficial mediante zapatas aisladas o corridas desplantadas en el N.G. 1, una vez eliminados los rellenos.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 1,00 kg/cm^2.
- A partir de la testificación de los sondeos e interpretación del D.P.S.H. se estima que el N.G. 1 se localiza a las siguientes profundidades en los puntos ensayados:

N.G. 1 arcillas con cantos	S1	S2	P1	P2
Cota estimada boca ensayo	298,34	298,40	298,16	298,00
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,70	0,20	0,60	0,60
Cota estimada techo N.G. 1a	297,64	298,20	297,56	297,40

- Para llevar a cabo esta opción y salvar la diferencia de cotas, habría que dejar un forjado sanitario de 2,60 m aproximadamente entre la rasante actual y la solera del pabellón proyectado.

- A continuación, se incluye el bulbo de presiones generado por una zapata de 2,50 m de ancho desplantada a -0,70 m de profundidad con una tensión de diseño de 1,00 kg/cm^2.



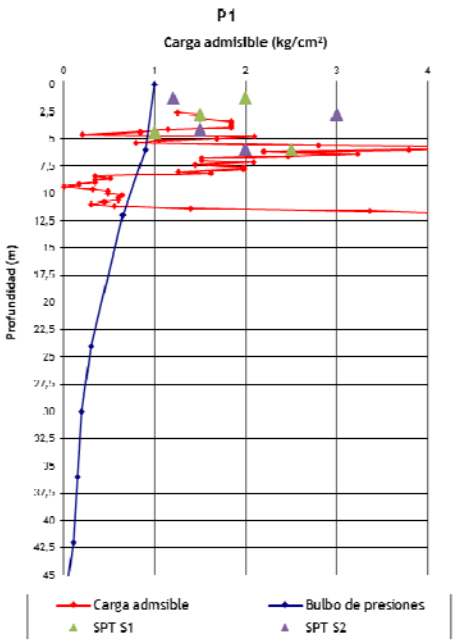


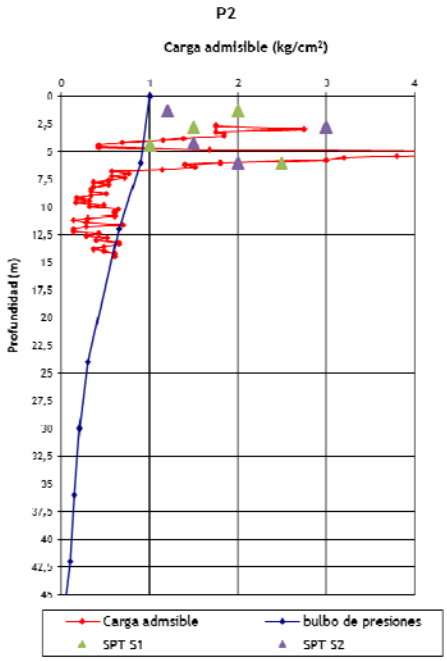
- El desplante de la zapata deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blandones que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente.
- Una vez realizada la excavación de la parcela se deberá proceder continuadamente a realizar la cimentación no permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza, ya que pueden variar las condiciones geomecánicas de los materiales.

2.- Cimentación mediante losa de cimentación sobre relleno estructural

- Otra opción para salvar la diferencia de cota existente entre la rasante actual del terreno y la cota de urbanización proyectada sería la construcción de un relleno estructural.

- La tensión de diseño será igual o inferior a 0,50 kg/cm^2.
- La ejecución de este relleno estructural de 2,60 m de potencia, suponiendo una densidad de 2,00 gr/cm^2 transmite una carga al terreno de 0,50 kg/cm^2 y genera un asiento que se sitúa en torno a los 7 cm (ver apartado de 8.2. Asientos). Incidir que este asiento no se produce de manera uniforme en toda la superficie, será más acentuado en el centro de la misma que en las esquinas de la misma.
- En esta opción, una vez realizado el relleno estructural, se propone la realización de una cimentación mediante losa desplantada en la coronación del relleno estructural, con una tensión de diseño de 0,50 kg/cm^2 (0,50 kg/cm^2 relleno +0,50 kg/cm^2 losa =1,00 kg/cm^2).
- Para poder aplicar esta tipología de cimentación es necesario que las cargas transmitidas por las edificaciones sean centradas y compensadas en toda la superficie para evitar basculamientos.
- La losa, va a generar un asiento adicional de otros 7 cm (aproximadamente), siendo un asiento total de relleno + losa de 14 cm. (ver apartado 8.2 Asientos), Además, hay que tener en cuenta que los asientos, pueden afectar a terrenos y edificaciones colindantes. Por todo ello consideramos que es una opción de cimentación poco recomendable.
- A continuación, se incluye el bulbo de presiones generado por una losa de 24 m de ancho desplantada sobre un relleno estructural transmitiendo una carga al terreno (relleno + losa) de 1,00 kg/cm^2.





Tal y como se observa en las gráficas de los dos ensayos de penetración dinámica, el bulbo de presiones generado por el conjunto relleno+losa es superior a la carga admisible del terreno en profundidad.

8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

8.2.1. Método de SCHMERTMANN para cimentaciones convencionales

La estimación de asientos para el nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos) se realiza mediante el método de Schmertmann, que supone que los asientos para zapatas cuadradas o circulares quedan limitados a una profundidad Z = 2B,

siendo B el ancho de la zapata. El asiento se calcula por:

$$s = C_1 \cdot q \cdot \sum \frac{I_{zi}}{E_i} \cdot \Delta Z_i$$

siendo:

- C_1: Un factor de forma que depende de la profundidad de empotramiento de la zapata y de valor: $C_1 = 1 - 0{,}5 \cdot \frac{q_0}{q}$
- I_{zi} un coeficiente de influencia, que depende de la relación Z/B, siendo Z la profundidad y B el ancho de zapata, y de la forma de la cimentación.
- E_i el módulo de deformabilidad, que según Schmertmann puede estimarse por:

E = 2,5 · Rp (zapatas cuadradas)

E = 3,5 · Rp (zapatas corridas)

Siendo Rp la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N_{30} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para los materiales que nos ocupan arcillas con cantos, dicha relación es 2,50.
Tomando un golpeo N_{30} de 10 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación E = 62,50 kg/cm^2 y para una zapata corrida de E = 87,50 kg/cm^2.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos) y una carga aplicada de 1,00 kg/cm^2 son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	**7,85**	**11,78**	**15,70**	**19,63**	**23,56**	**27,48**
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m
Zapata corrida	**6,89**	**9,19**	**11,48**	**13,78**	**16,08**	**18,37**

8.2.2. Método de Steinbrennner para cimentación mediante losa:

La profundidad de influencia de una losa (considerando una losa la cimentación) es tal, que difícilmente afecta a una zona homogénea del terreno, así pues, en el asiento participan normalmente diferentes materiales (diferentes "capas"). Así pues, para estimar de forma coherente el asiento de una losa hay que ir a un modelo multicapa, con cálculo edométrico o elástico, según el suelo que tengamos.

Un método para calcular el asiento en un medio multicapa es el método elástico multicapa de Steinbrenner. Según este método, el asiento producido por una carga verticalmente uniforme aplicada a través de una cimentación rectangular, viene dado por la siguiente expresión:

$$S(z) = \frac{qB}{2E}\left(M\phi_{1\,(A,\,B,\,z)} - N\phi_{2\,(A,\,B,\,z)}\right)$$

Siendo:

q = presión unitaria	B = Ancho de la cimentación
E = Modulo elástico	M = 1-ν^2
A = Lado mayor	N = 1-ν-2 ν^2
n = z/B	m = A/B

ϕ_1 y ϕ_2 = funciones dependientes de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad estimada al sustrato rocoso indeformable, dadas por las expresiones:

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi}\left\{ Ln\frac{\sqrt{\left(1+n^2+m^2\right)}+n}{\sqrt{\left(1+n^2+m^2\right)}-n} + Ln\frac{\sqrt{\left(1+n^2+m^2\right)}+1}{\sqrt{\left(1+n^2+m^2\right)}-1}\right\}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi}arctg\frac{n}{\sqrt{m\left(1+n^2+m^2\right)}}$$

En caso de optar por una cimentación mediante una losa sobre un relleno estructural de 2,60 m de potencia, para el cálculo de los asientos se han diferenciado los siguientes niveles deformables por debajo de la cota de desplante de la losa. En este sentido incidir que sólo se dispone de datos hasta los 14,50 m de profundidad y la influencia de la losa es de 42 m, por lo que se han estimado parámetros para el cálculo de los asientos.

- Relleno estructural con 2,60 m de espesor y N_{30} de 30 (estimado) a partir del cual se estima un módulo elástico de E = 351,01 Kg/cm^2 y ν=0,33
- Arcillas con cantos, con 2,00 m de espesor y N_{30} de 10 a partir del cual se estima

un módulo elástico de E = 85,00 Kg/cm^2 y ν=0,33

- Gravas con 1,50 m de espesor y N_{30} de 12 a partir del cual se estima un módulo elástico de E = 167,14 Kg/cm^2 y ν=0,33
- N.G. 3 con 9,00 m de espesor (se estima el espesor ya que no se dispone de información) y N_{30} de 5 a partir del cual se estima un módulo elástico de E = 42,25 Kg/cm^2 y ν=0,33
- N.G. 4, sustrato rocoso a partir de los 15 m de profundidad (estimado) con un módulo elástico de E = 2300 Kg/cm^2 (estimado) y ν=0,25

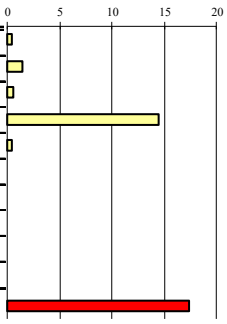
El asiento obtenido para este edificio mediante este método para una losa de 38 m x 24 m y una *tensión admisible de* 1,00 kg/cm^2 y considerando una afección de bulbo de 42 m, es de S = 17,40 cm en el centro de la losa y de 4,30 cm en las esquinas de la misma para una losa flexible y un asiento medio de 14,20 cm para una losa rígida.

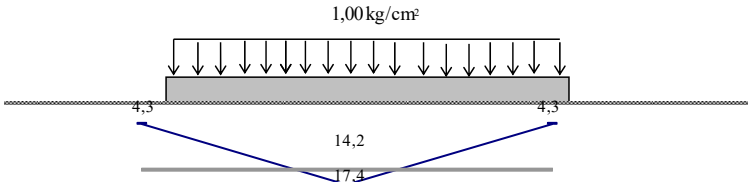
CALCULO DE ASIENTOS BAJO UN RECTANGULO CARGADO UNIFORMEMENTE

(Refs.: Harr (1966); Steinbrenner Geotecnia y Cimientos II pags. 257-263;1115)

q: presion transmitida (kg/cm²):		**1,00**
lados	A mayor (m)	38,00
	B menor (m)	24,00
NUMERO DE CAPAS DEFORMABLES (10 MAX.)		5
PROFUNDIDAD DEL NIVEL CONSIDERADO INDEFORMABLE		**42,00**

CAPA DEFORMABLE	Z(inicial) (m)	E (kg/cm²)	coef Poisson ν	S(cm)
NIVEL 1	0,00	351	0,33	0,4
NIVEL 2	2,60	85	0,33	1,5
NIVEL 3	4,60	167	0,33	0,6
NIVEL 4	6,10	42	0,33	14,5
NIVEL 5	15,00	2300	0,25	0,4
	42			
S en el centro				**17,4**
S en la esquina				4,3
FACTOR k para correccion por rigidez				0,81
S MEDIO (supuesta rigida)				**14,2**





Insistir que este cálculo se debe tomar como orientativo, ya que se carece de información a partir de los 14,50 m de información y se han estimado tanto espesores como valores del módulo de deformación.

P.I. Areta, c/Irumuga 45, 31620 Huarte Pamplona
T: 948.382.975, F: 948.382.319, M: 696.435.907

P.I. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200, Estella
T y F: 948.554.811, M: 606.507.335

c/ Baltasar Gracián 11-1º of. 5, 26006 **Logroño**
T: 941.509.482, M: 695.363.336

9. URBANIZACIÓN y APROVECHAMIENTO MATERIALES

Todos los datos considerados en este apartado se han obtenido del Reglamento PG-3 ("Pliego de Prescripciones Técnicas Generales"), así como de la Norma 6.1-IC ("Secciones de Firmes", B.O.E. 12-12-03).

A partir de la testificación de los sondeos se han analizado 1 muestra de las arcillas con cantos (N.G.1) para caracterizar estos materiales para su uso como explanada

9.1. CLASIFICACIÓN MATERIALES SEGÚN PG-3, art 330.3.3

Para la clasificación de los materiales, se ha tenido en cuenta el Art. 330.3.3 del PG-3 de terraplenes:

Clasificación de los materiales (suelos) según Art. 330 del PG-3

	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES	SUELOS MARGINALES
M.O. (%) (UNE 103204)	< 0,20	<1,00	< 2,00	< 5,00
SS incluido el yeso (%) (NLT 114)	< 0,20	< 0,20	< 1,00	--
Yesos (%) (NLT 115)	--	--	< 5,00	--
SS distintas del yeso (%)	--	--	< 1,00	--
Tamaño máximo (mm)	100	100	--	--
% pasa tamiz 2 UNE	< 80	< 80	--	--
% pasa tamiz 0,40 UNE	≤ 15 ó	--	--	--
% pasa tamiz 0,40 UNE	< 75	--	--	--
% pasa tamiz 0,080 UNE	< 25	< 35	--	--
Límite líquido (UNE 103103)	< 30	< 40	< 65 Si LL>40*	Si LL>90*
Índice de plasticidad (UNE 103104)	< 10	IP>4*	IP>0,73 (LL-20)*	IP<0,73 (LL-20)*
Asiento en ensayo de colapso (%) (NLT 254)	--	--	< 1,0	
Hinchamiento en ensayo de expansión (%) (UNE 103601)	--	--	< 3,0	< 5,0

A partir de los resultados obtenidos en la analítica realizada a las arcillas con cantos, N.G. 1 clasifican como suelo Tolerable según Art. 330 de PG-3.

9.2. FORMACIÓN EXPLANADA, 6.1-IC, apartado 5.

Los materiales tolerables (N.G. 1) no generan explanada por sí solos y sería necesaria la adicción de distintos materiales y espesores para obtener una explanada E1, E2 o E3 tal y como se indica en la figura 1.

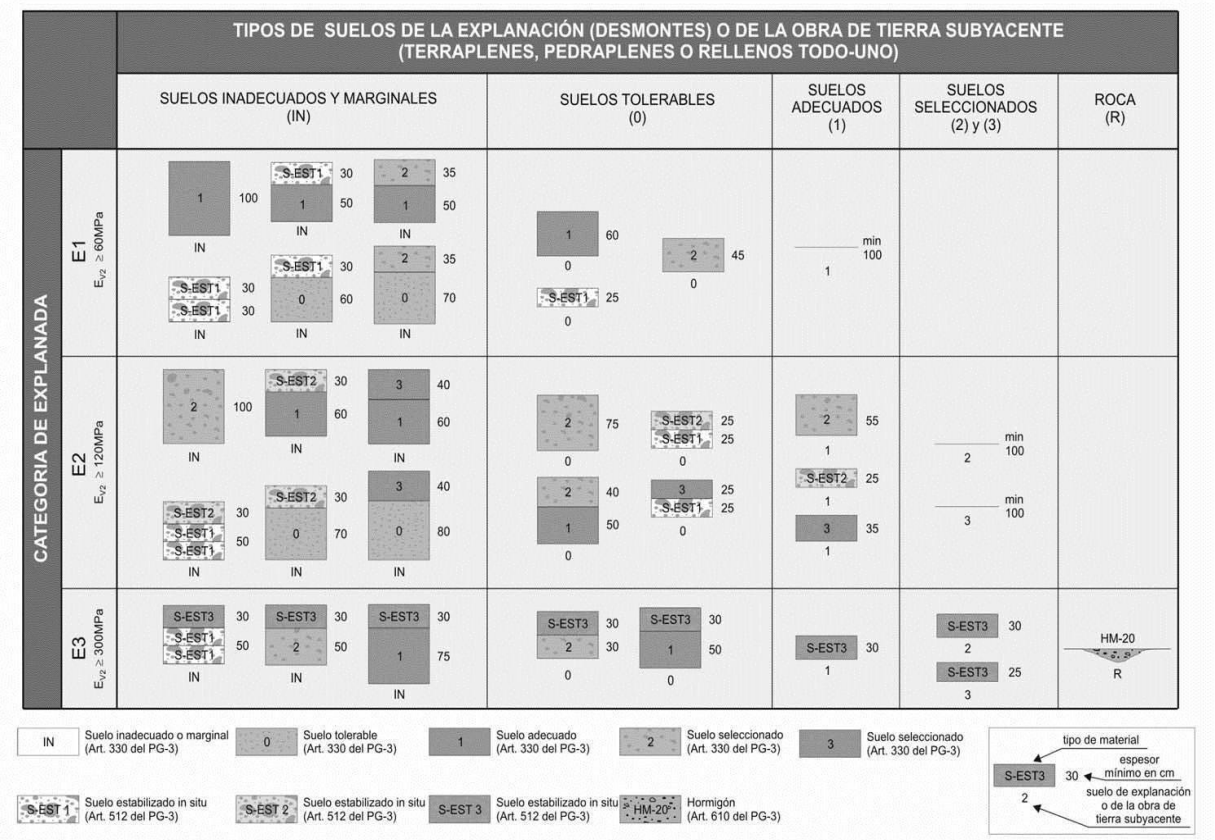


FIGURA 1 - FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

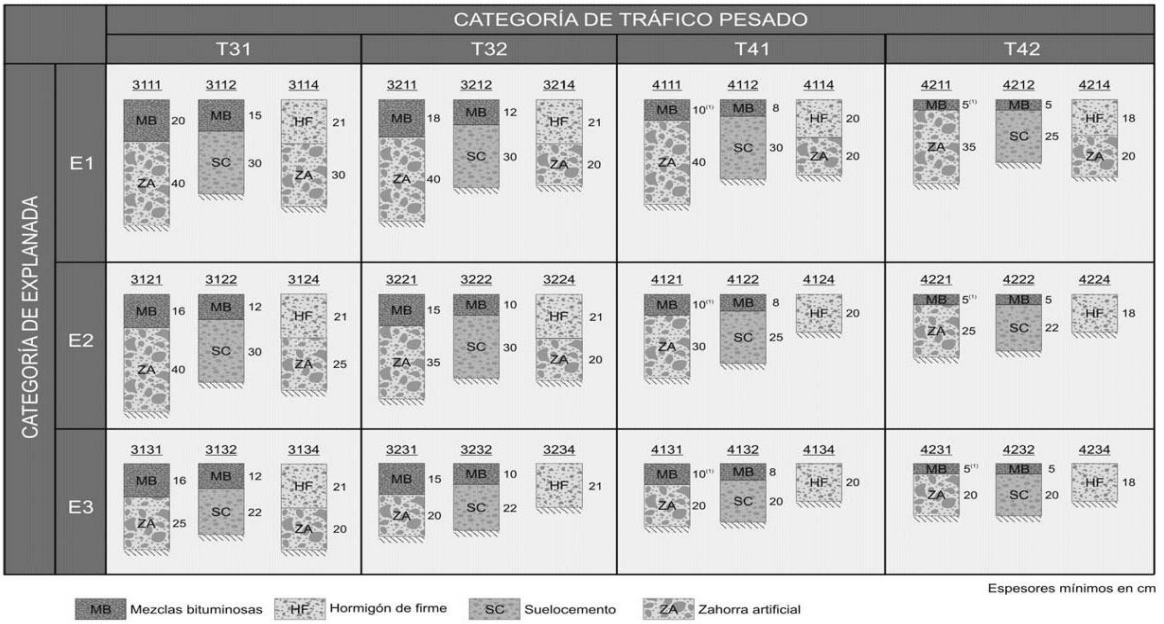
<u>Categorías de tráfico y secciones de firme</u>

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme.
Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en
los viales del proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría del tráfico pesado.

A los efectos de aplicación de la Norma 6.1-IC, se definen ocho categorías de tráfico pesado, descritas en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	IMDp (Vehículos pesados/día)
T00	≥ 4000
T0	3999-2000
T1	1999-800
T2	799-200
T31	199-100
T32	99-50
T41	49-25
T42	<25

Una vez establecido el tipo de tráfico por el técnico proyectista, las secciones de firme que deberán realizarse, en función de las explanadas obtenidas, son las que se muestran en las **figuras 2.1 y 2.2**.



(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

***Nota 1**: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).*

***Nota 2**: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.*

FIGURA 2.2 – CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORIAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

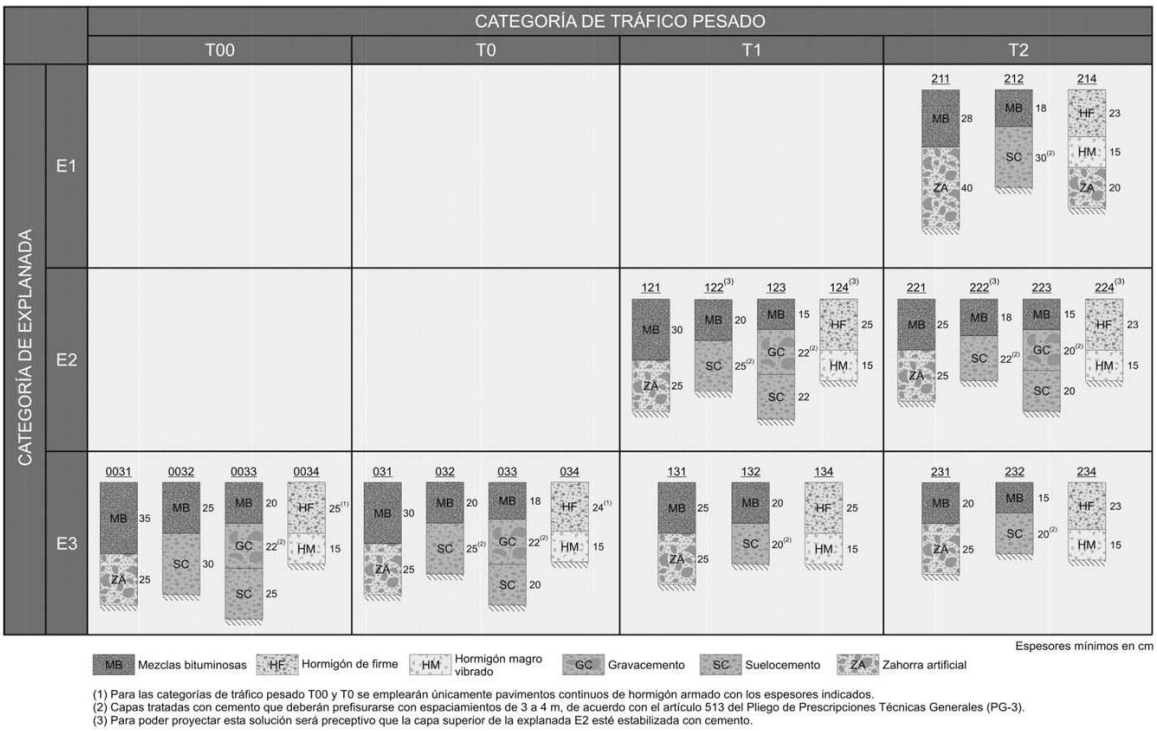


FIGURA 2.1 – CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2, EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

9.3. EJECUCIÓN DE TERRAPLENES

Para la correcta ejecución de los terraplenes en función de la explanada a obtener y el tipo de tráfico que transitará la obra proyectada se deberán cumplir las siguientes premisas:

- Retirada previa de la tierra vegetal y rellenos del N.G. 0.
- Después, se procederá al extendido de los materiales que constituyen la explanada propiamente dicha.
- Todos los espesores que se indican en la figura 1 (formación de explanada), son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada.
- Los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), además de las complementarias recogidas en la siguiente tabla de esta norma:
    - La cota de la explanada deberá quedar al menos 60 cm. por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a 80 cm. donde esté formado por suelos adecuados; a 100 cm. donde sean tolerables, y a 120 cm. donde sean marginales o inadecuados. A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la co-

ta de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, asegurando además la evacuación del agua que se pueda infiltrar a través del firme de la calzada y de los arcenes.

  - En terraplenes y pedraplenes la categoría de la explanada dependerá de las características de los materiales utilizados en su coronación.
  - En desmontes y en terraplenes de poca altura, la categoría de la explanada será función de las características del terreno natural en una profundidad mínima de 1 m desde la explanada, o de las características y espesor del material utilizado donde se proceda a sustituir o estabilizar in situ aquél.

- El relleno se extenderá en capas no mayores de 30 cm de espesor y la compactación deberá garantizar una densidad de puesta en obra equivalente al 98% o 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de compactación Próctor del material empleado.
- Para el relleno se podrán utilizar materiales que deberán cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), como ya se ha comentado anteriormente.

9.4. RELLENO ESTRUCTURAL

- Para el caso de los rellenos y/o terraplenes destinados a soportar cimentaciones también denominados rellenos estructurales, es recomendable que el espesor del terraplén sea homogéneo en toda la superficie evitando morfologías acuñadas, los materiales deberán ser compactados en tongadas con la misma técnica empleada en los terraplenes de carreteras. (Rodríguez Ortiz, 1986).
- El relleno se realice con materiales adecuados o seleccionados (según PG-3), preferentemente materiales granulares homogéneos con un contenido de arcilla no excesivo (< 10%), exentos de materia orgánica, restos vegetales y en general de elementos degradables, evolutivos o agresivos. No debe contener cantos superiores a 7 cm.
- El terreno de apoyo sea firme y de perfil suave, desbrozando y eliminando la capa de tierra vegetal y los terrenos flojos superficiales.
- El relleno se extenderá en capas no mayores de 30 cm de espesor, compactándolo como mínimo al 98 % Próctor modificado. Se realizará un riguroso control de densidades y humedades de puesta en obra.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ASIENTOS ADMISIBLES

1.- Cimentación desplantada el nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos):

Para el caso de realización de una cimentación superficial mediante zapatas aisladas o corridas desplantadas en el N.G. 1, los asientos totales estimados para el caso de cimentación convencional desplantada en el nivel geotécnicos 1 mediante zapatas cuadradas o corridas con las dimensiones y tensiones indicadas, son admisibles, según NTE 1998, "Acondicionamiento del Terreno y Cimentación".

2.- Cimentación mediante losa de cimentación sobre relleno estructural

Para el caso de realización de ejecución de este relleno estructural de 2,60 m de potencia y la losa mediante este método para una losa de 38 m x 24 m y considerando una afección de bulbo de 42 m, es de S = 17,40 cm en el centro de la losa y de 4,30 cm en las esquinas de la misma para una losa flexible y un asiento medio de 14,20 cm para una losa rígida no son admisibles, según NTE 1998, "Acondicionamiento del Terreno y Cimentación".

Asiento	**Máximo en mm.**		**Diferencial (mm/m)**
Tipo de terreno	**Granular**	**Cohesivo**	
Edificios monumentales	12	25	1,3
Edificios hormigón armado gran rigidez	35	50	2,0
Edificio de fábrica de ladrillo de pórticos de hormigón y acero de pequeña rigidez	50	75	2,0
Estructuras metálicas isostáticas, de madera y provisionales	50	75	2,0

Asientos Admisibles (Según NTE 1998, "Acondicionamiento del Terreno y Cimentación").

AGUAS FREÁTICAS

Una vez finalizados los sondeos se detectó agua en ambos, en el techo de las gravas, en torno a los 2,00 m de profundidad.

Teniendo que en cuenta que la parcela se localiza en el aluvial del Ebro, la recarga de estos materiales va estar influenciada por la dinámica fluvial-nival, con lo que el nivel freático puede manifestar oscilaciones que puedan afectar puntualmente a la edificación proyectada.

En el caso de optar por las cimentaciones propuestas (y teniendo en cuenta que el nivel freático queda por debajo de la cota de desplante de estas cimentaciones no es necesario tomar ninguna medida al respecto.

En caso de localizar niveles saturados en el momento de comenzar los trabajos para la cimentación, se debe contemplar la necesidad del drenaje del mismo durante los trabajos de excavación y cimentación de las estructuras proyectadas.

Además, en caso de no prever drenes laterales en los trasdoses de los muros y la evacuación de estas aguas fuera del ámbito del edificio, se deberá considerar la posible acumulación de agua entre el vaciado y la construcción, y por ende, se deberán considerar las preceptivas soluciones de impermeabilización, las presiones hidrostáticas sobre muros-estructura y subpresión sobre cimentación-soleras.

EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Excavabilidad:

Los movimientos de tierras previstos para la adecuación de las zapatas en caso de optar por una cimentación desplantada en el N.G. 1,afectará al los rellenos. La excavación de estos materiales podrá realizarse con medios mecánicos convencionales tipo retroexcavadora.

Estabilidad:

POZOS DE CIMENTACIÓN: se considera que para el cajeado de las zapatas los taludes pueden mantenerse verticalizados a corto plazo.

Estabilidad relleno estructural/terraplén:

- En función del material utilizado y la altura proyectada para el terraplén, en la siguiente tabla se indica las inclinaciones máximas recomendables para cada caso:

RELLENO TIPO	TALUDES MÁXIMOS RECOMENDADOS		
	ALTURA DEL TALUD		
	<10 m	15-25m	>25m
Terraplén	2V:3H	1V:2H	
Todo -uno	2V:3H A 3V:4H		1V:2H A 2V:3H
Pedraplén	3V:4H A 1V:1H		

- Estos valores serán válidos siempre y cuando el terreno de apoyo sea lo suficientemente resistente y la pendiente no suponga un problema de estabilidad; en caso contrario se debería realizar un estudio particular.
- En caso de apoyarse en alguna zona potencialmente encharcable, es aconsejable que se realicen el saneo necesario para el apoyo del terraplén retirando no sólo la tierra vegetal sino también el primer metro más alterado. En estos saneos es conveniente

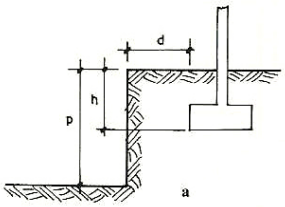
que se sustituyan con materiales drenantes con menos del 10% de finos. Para estas situación, se deberá considerar la siguiente tabla:

AASHTO	SUCS	Sujeto a inundación	
		Altura terraplén en m	Pendiente del talud (H/V)
A-1	GW, GP, SW	NO CRÍTICA	2:1
A-3	SP	NO CRÍTICA	2:1
A-2-4	GM,SM	<10	3:1
A-2-5		3<H<10	3:1
A-2-6, A-2-7	GC,SC	<15	3:1
A-4, A-5	ML,MH	<15	3:1
A-6, A-7	CL,CH	<15	3:1
A-8	Pt, OL, OH	NO CONVENIENTES	

- Si los terraplenes se disponen a media ladera, es recomendable que escalone su apoyo.

Otros factores que pueden incidir en la desestabilización de los taludes son: los agentes atmosféricos, las surgencias de aguas freáticas, las sobrecargas, o conducciones subterráneas paralelas a la excavación.

En taludes lindantes con edificaciones contiguas, en el caso de excavar por debajo del desplante de la cimentación colindante y no poderse mantener que la distancia desde el canto de la zapata más próximo al talud, sea igual o superior que la distancia restante desde la parte superior de la zapata hasta la parte baja del talud, según requisito de la N.T.E. Acondicionamiento del Terreno, Cimentaciones, 1998 (ver figura), se deberán tomar las medidas adicionales de contención como son pantallas de micropilotes, muros pantalla para evitar la descompresión de los horizontes sobre los que se desplanta la cimentación colindante.



$$P \leq h + \frac{d}{2}$$

En caso que las cimentaciones colindantes sean lineales de hormigón armado y conserven su rigidez estructural, se podrá plantear la ejecución de obra tradicional mediante bataches cortos, aunque este último método ofrece menos seguridad que los anteriores.

ESTIMACIÓN DEL GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS HORIZONTES

Referentes al grado de impermeabilidad de los horizontes definidos en el Informe Geotécnico, y teniendo en cuenta el CTE, Sección HS 1 Protección frente a la humedad; Diseño; Muros; Grado de impermeabilidad, se efectúan las siguientes consideraciones:

MUROS:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

		Coeficiente de permeabilidad del terreno		
		$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Presencia de agua	Alta	5	5	4
	Media	3	2	2
	Baja	1	1	1

Tabla 2.1 *Grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los muros.

SUELOS:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en función de la presencia de agua del coeficiente de permeabilidad del terreno

		Coeficiente de permeabilidad del terreno	
		$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Presencia de agua	Alta	5	4
	Media	4	3
	Baja	2	1

Tabla 2.3 *Grado de impermeabilidad* mínimo exigido a suelos.

Tanto para muros como para suelos, la presencia de agua se considera:

a) baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático;
b) media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo;
c) alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En el caso que nos ocupa, se contemplan los siguientes horizontes y los coeficientes estimados de permeabilidad en cm/s correspondientes a los siguientes horizontes en función del análisis granulométrico, experiencias previas y valores típicos contemplados en bibliografía son los siguientes:

De K= 10^{-2} a K= 10^{-6} cm/s Nivel geotécnico 1. Depósito Cuaternario

De K= 10^{-3} a K= 10^{-5} cm/s Nivel geotécnico 2. Gravas

K en cm/s	10^2	10^1	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaje	Muy bueno		Bueno				Malo		Prácticamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias, zahorras			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena limosa y arcillas, depósitos glaciares, arcillas estratigráficas, etc.			Suelos impermeables como arcillas homogéneas			
					Suelos impermeables por efecto de la vegetación y la intemperie							
Determinación directa de K	Realizar test de permeabilidad, directamente en el emplazamiento a estudiar. Para obtener resultados fidedignos se requiere mucha experiencia.											
	Obtener K mediante el permeámetro de carga constante. Se requiere poca experiencia.											
Determinación indirecta de K			Usar permeámetro de carga variable requiere poca experiencia			Con el permeámetro de carga decreciente, se requiere mucha experiencia.			Con el permeámetro de carga decreciente se requiere bastante experiencia por lo que es medianamente fiable.			
	Obtener K a partir de la curva granulométrica. Sólo sirve para arenas y gravas poco cohesivas y limpias								Obtener K a partir de ensayos de consolidación. Se requiere bastante experiencia.			

Tabla 1. Coeficiente de permeabilidad K (cm/s) de suelos (según Casagrande Y Fadum).

ANALÍTICA DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados, indican que el contenido de sulfatos solubles en suelos (mg SO_4^{2-}/Kg) es <100 en todos en las arcillas y gravas, por lo que no presentan ataque al hormigón y de 1372,80 mg/l en el agua, siendo ésta última agresiva con un ataque medio por lo que sería **necesario el uso de cementos sulforresistivos con tipo de exposición Qb** en todas las estructuras de hormigón soterradas que pueden estar en contacto con el agua.

Pamplona, enero de 2022.

Firmado: EDUARDO ARANA RICO, Geólogo. Col. Nº 3.461

Firmado: GUILLERMO ERICE LACABE, Geólogo. Col. Nº 2.577

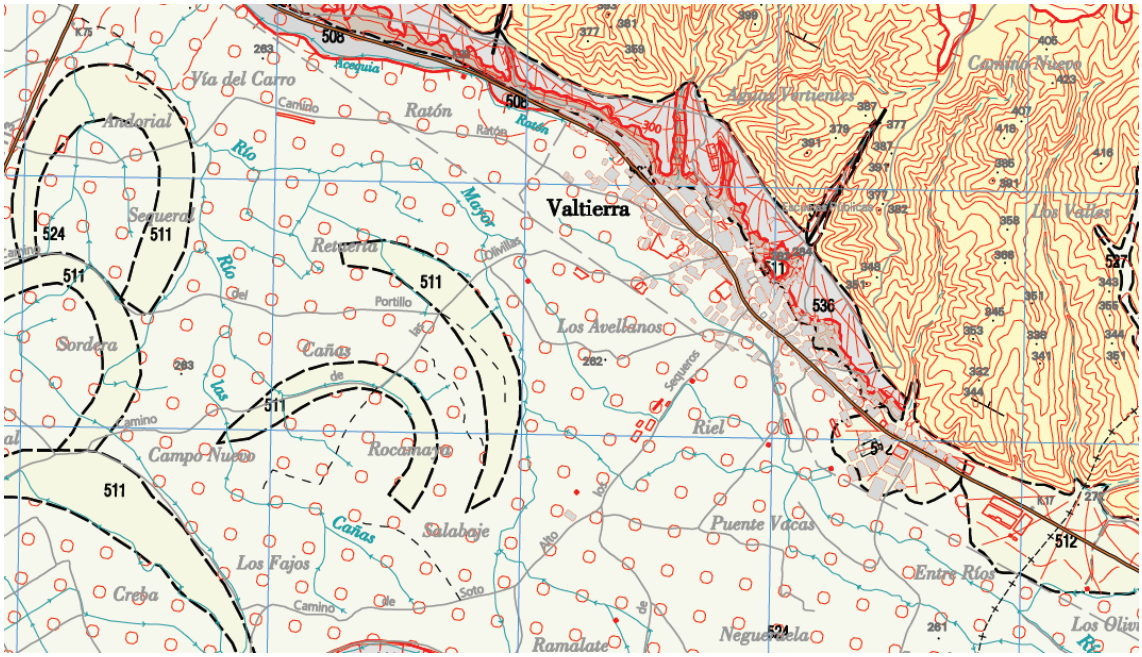
ANEXO 1

Mapa geológico y Leyenda

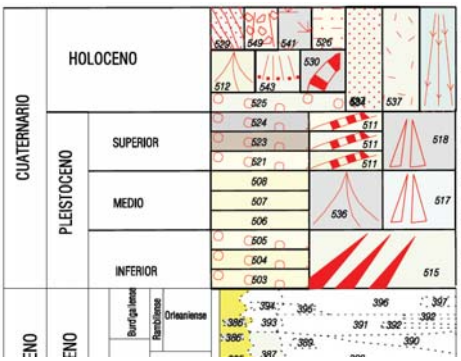
GEEA GEÓLOGOS, S.L.
Pamplona: P.I. Areta, c/Irumuga 45, 31620 Huarte
Estella: P.I. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200
Logroño: Baltasar Gracián nº 11, 1º of. 5, 26.006

Lugar: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra)
Ref. informe: IRGE 2244 0122
Hojas: Gob. de Navarra 1:25.000 Argüedas (hoja 244-IV).

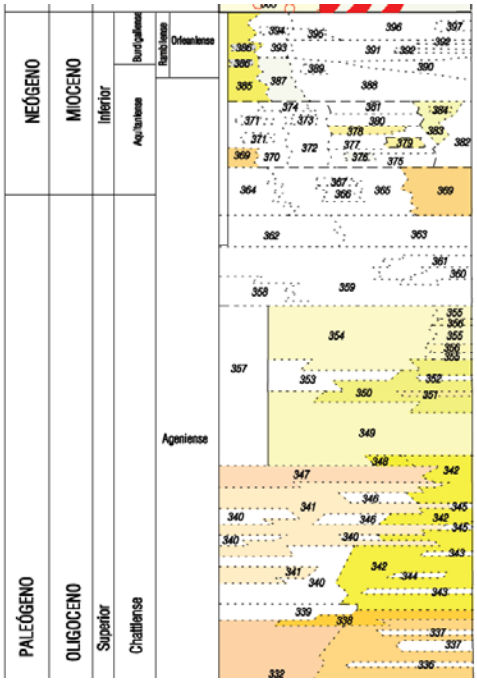
MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



549.- Cantos y bloques (Desprendimientos)
543.- Limos, arenas y arcillas con bloques y cantos (Coluviones)
541.- Arcillas y limos con materia orgánica (Fondos endorreicos)
537.- Arcillas, arenas y gravas (Aluvial-coluvial)
536.- Limos, arenas y cantos (Conos de deyección)
534.- Limos, arcillas y cantos (Glacis actual-subactual)
530.- Gravas, limos y arenas (Cauces abandonados)
529.- Gravas, cantos y bloques (Barras)
527.- Lutitas, cantos, gravas y arenas (Fondos de valle)
526.- Gravas, arenas y limos (Llanura de inundación)
517,518.- Cantos y gravas con matriz limo-arcillosa (Glacis)
515.- Conglomerados con encostramientos carbonatados a techo (Glacis de techo de piedemonte)
512.- Limos, arenas y cantos (Conos de deyección)
511.- Gravas, limos y arenas (Cauces abandonados)
503 a 508, 521 a 525.- Gravas, cantos, arenas, arcillas y limos (Terrazas)



512.- Limos, arenas y cantos (Conos de deyección)
511.- Gravas, limos y arenas (Cauces abandonados)
503 a 508, 521 a 525.- Gravas, cantos, arenas, arcillas y limos (Terrazas)
376.- Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas. Unidad de Alfaro
387.- Canales de conglomerados
386.- Arcillas rojas con niveles de areniscas
383.- Areniscas y lutitas. Unidad de Olite
385.- Calizas margosas con yesos
384.- Lutitas ocres y areniscas. Unidad de Miranda de Arga
379.- Niveles de calizas margosas. Fc. Tudela
378.- Arcillas rojas con areniscas. Fc. Tudela
369.- Lutitas rojas y ocres con algunas intercalaciones de areniscas
358.- Arcillas y margas. Yesos de Los Arcos
355.- Yesos. Yesos de Los Arcos
354.- Yesos con niveles de arcillas y margas. Yesos de Los Arcos
351.- Areniscas. Arcillas de Villafranca
350.- Arcillas ocres, areniscas, margas y yesos. Arcillas de Villafranca
349.- Yesos y margas. Yesos de Sesma
348.- Arcillas rojas con algunas intercalaciones de areniscas. Arcillas de Sesma
347.- Arcillas ocres, margas blancas, areniscas, calizas, dolomías y yesos. Arcillas y Yesos de Peralta
341.- Yesos y margas. Yesos de Carcar. Arcillas y yesos de Peralta
342.- Arcillas ocres, margas y areniscas. Arcillas y yesos de Peralta
338.- Yesos grises. Yesos de Alcanadre
334.- Yesos. Arcillas de Marcilla
332.- Lutitas ocres, margas blancas, areniscas, yesos y dolomías. Arcillas de Marcilla
333.- Arcillas ocres con algunas intercalaciones de areniscas y calizas. Arcillas de Marcilla
314.- Arcillas. Yesos de Falces
315.- Yesos y margas. Yesos de Falces. Unidad superior
312.- Yesos y margas. Yesos de Falces. Unidad inferior

ANEXO 2

Registros y fotografías de los sondeos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS
GEFA GEÓLOGOS S.L.
Delegación PAMPLONA
Pol. ind. Areta, c/ Irumuga 45
31620 HUARTE - PAMPLONA
T.: 948 382 975 F.: 948 382 319

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

OBRA: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra) | FECHA: 3 de enero de 2022
CLIENTE: BCL ARQUITECTURA | REF.: G14649 | REF. INFORME: IRGE 2244 0122

SONDEO: **SM-1**

COORDENADAS UTM
X: -
Y: -
Z: -

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D. (20 40 60 80)	Grado de meteorización (V IV III II IB)	Prof. (m)	S.P.T. N15	PLT Is (50) Mpa	C.S. kg/cm²	Densidad hum/seca g/cm³	Humedad %	Límites Atterberg L/Ip	Granulometría % pasa 0,4-0,08	Sulfatos mg/l	Clasificación Casagrande/AASHTO
BW	113	0,70	0,70		Tierra vegetal y rellenos antrópicos heterogéneos.													
		1	1,40		Arcillas marrones con cantos milimétricos dispersos.				1,30-1,90	6-10-11-9					38,9/16,0	97/83		CL / A6
		2				2,00												
BW	86	2,10	4,40		Gravas formadas por cantos heterométricos de formas subredondeadas englobados en una matriz arenosa. La concentración de cantos es variable en profundidad.												1372,8	
		3							2,80-3,40	9-10-6-4								
		4																
		5							4,40-5,00	4-5-6-6								
		6							6,00-6,60	8-12-14-14								
		6,60			FIN DE SONDEO													
		7																
		8																
		9																
		10																
		11																

FOTOGRAFÍAS SONDEO.

Tipo de Sonda TP-30 M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; C.S.: Ensayo de compresión simple. B: Batería simple; T: Batería doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

E.:1/75

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS
GEFA GEÓLOGOS S.L.
Delegación PAMPLONA
Pol. ind. Areta, c/ Irumuga 45
31620 HUARTE - PAMPLONA
T.: 948 382 975 F.: 948 382 319

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

OBRA: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra) | FECHA: 3 de enero de 2022
CLIENTE: BCL ARQUITECTURA | REF.: G14650 | REF. INFORME: IRGE 2244 0122

SONDEO: **SM-2**

COORDENADAS UTM
X: -
Y: -
Z: -

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales
BW	113	0,20	0,20		Tierra vegetal y rellenos antrópicos.
		1	2,00		Arcillas marrones con cantos milimétricos dispersos.
		2			
BW	86	2,20			Gravas formadas por cantos heterométricos de formas subredondeadas englobados en una matriz arenosa. La concentración de cantos es variable en profundidad.
		3			
		4	4,40		
		5			
		6			
		6,60			FIN DE SONDEO
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			

Nivel freático: 2,00

R.Q.D. (20 40 60 80) — Grado de meteorización (V IV III II IB)

Prof. (m)	S.P.T. N15	PLT Is (50) Mpa	C.S. kg/cm²	Densidad hum/seca g/cm³	Humedad %	Límites Atterberg L/Ip	Granulometría % pasa 0,4-0,08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO
1,30-1,90	6-6-7-6								
2,80-3,40	15-21-16-16					N.P.	9/2	<100	GW-P / A-1-b
4,20-4,80	10-7-9-8								
6,00-6,60	6-11-11-8								

FOTOGRAFÍAS SONDEO.

Tipo de Sonda TP-30 M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; C.S.: Ensayo de compresión simple. B: Batería simple; T: Batería doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

E.:1/75

ANEXO 3

Ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

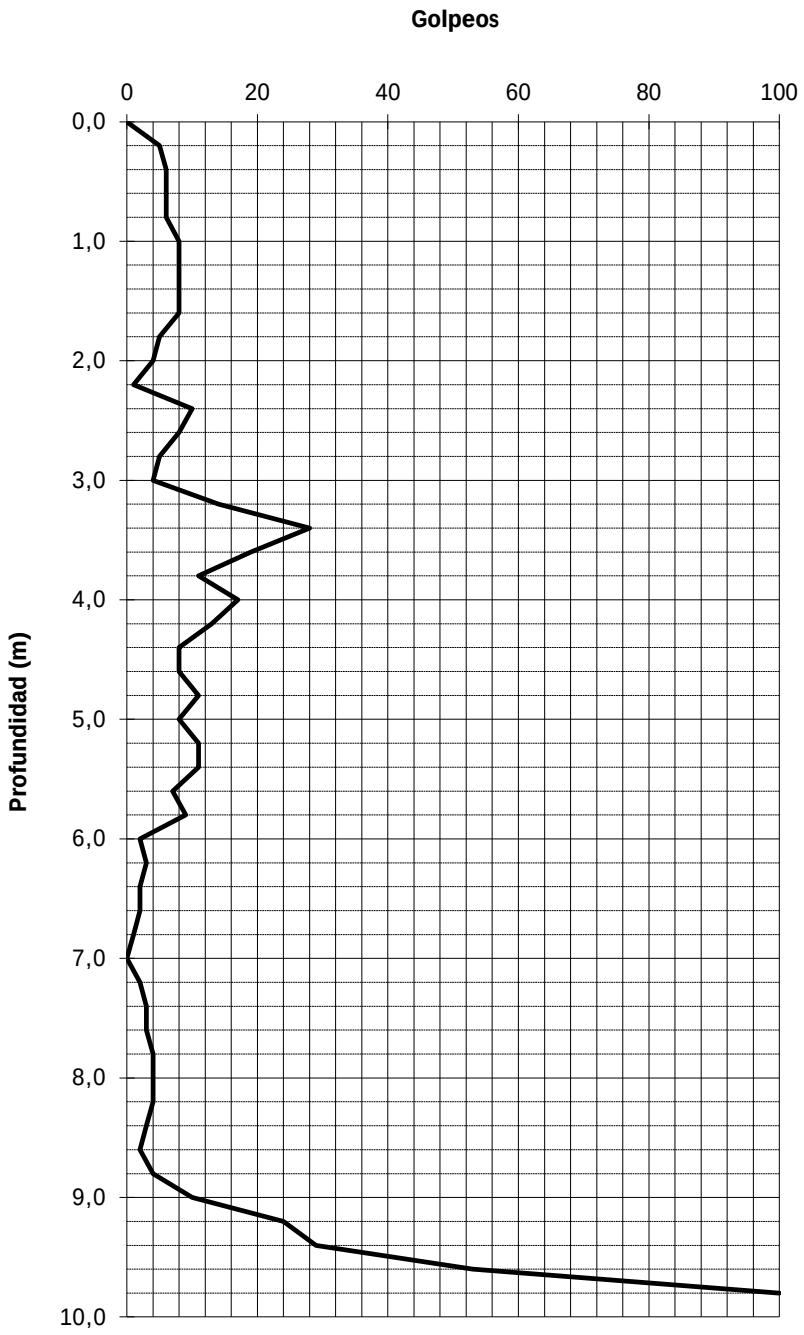
GEEA GEÓLOGOS, S.L.
P.I. Miguel de Eguia, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**
T y F: 948 554 811, M: 606 507 335
P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **Huarte Pamplona**
T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907
Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 **Logroño**
T: 941 509 482, M: 695 363336
www.geea.es

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra)
Cliente: BCL ARQUITECTURA
Ref. Inf.: IRGE 2244 0122

Penetración Nº: P-1
Referencia: G14657
Fecha: 5 de enero de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	5
0.20-0.40	6
0.40-0.60	6
0.60-0.80	6
0.80-1.00	8
1.00-1.20	8
1.20-1.40	8
1.40-1.60	8
1.60-1.80	5
1.80-2.00	4
2.00-2.20	1
2.20-2.40	10
2.40-2.60	8
2.60-2.80	5
2.80-3.00	4
3.00-3.20	14
3.20-3.40	28
3.40-3.60	19
3.60-3.80	11
3.80-4.00	17
4.00-4.20	13
4.20-4.40	8
4.40-4.60	8
4.60-4.80	11
4.80-5.00	8
5.00-5.20	11
5.20-5.40	11
5.40-5.60	7
5.60-5.80	9
5.80-6.00	2
6.00-6.20	3
6.20-6.40	2
6.40-6.60	2
6.60-6.80	1
6.80-7.00	0
7.00-7.20	2
7.20-7.40	3
7.40-7.60	3
7.60-7.80	4
7.80-8.00	4
8.00-8.20	4
8.20-8.40	3
8.40-8.60	2
8.60-8.80	4
8.80-9.00	10
9.00-9.20	24
9.20-9.40	29
9.40-9.60	53
9.60-9.80	RECHAZO
9.80-10.00	



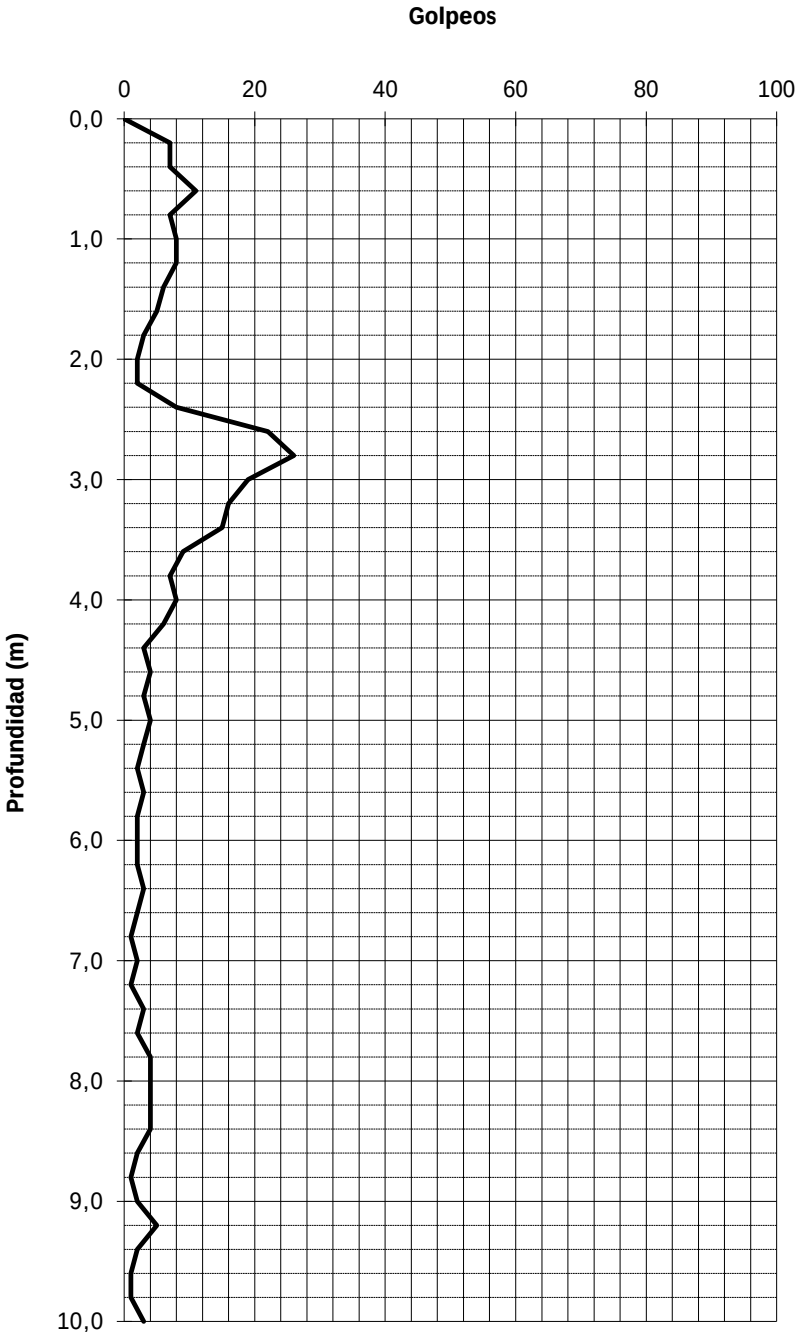
GEEA GEÓLOGOS, S.L.
P.I. Miguel de Eguia, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**
T y F: 948 554 811, M: 606 507 335
P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **Huarte Pamplona**
T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907
Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 **Logroño**
T: 941 509 482, M: 695 363336
www.geea.es

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra)
Cliente: BCL ARQUITECTURA
Ref. Inf.: IRGE 2244 0122

Penetración Nº: P-2
Referencia: G14657
Fecha: 5 de enero de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	7
0.20-0.40	7
0.40-0.60	11
0.60-0.80	7
0.80-1.00	8
1.00-1.20	8
1.20-1.40	6
1.40-1.60	5
1.60-1.80	3
1.80-2.00	2
2.00-2.20	2
2.20-2.40	8
2.40-2.60	22
2.60-2.80	26
2.80-3.00	19
3.00-3.20	16
3.20-3.40	15
3.40-3.60	9
3.60-3.80	7
3.80-4.00	8
4.00-4.20	6
4.20-4.40	3
4.40-4.60	4
4.60-4.80	3
4.80-5.00	4
5.00-5.20	3
5.20-5.40	2
5.40-5.60	3
5.60-5.80	2
5.80-6.00	2
6.00-6.20	2
6.20-6.40	3
6.40-6.60	2
6.60-6.80	1
6.80-7.00	2
7.00-7.20	1
7.20-7.40	3
7.40-7.60	2
7.60-7.80	4
7.80-8.00	4
8.00-8.20	4
8.20-8.40	4
8.40-8.60	2
8.60-8.80	1
8.80-9.00	2
9.00-9.20	5
9.20-9.40	2
9.40-9.60	1
9.60-9.80	1
9.80-10.00	3



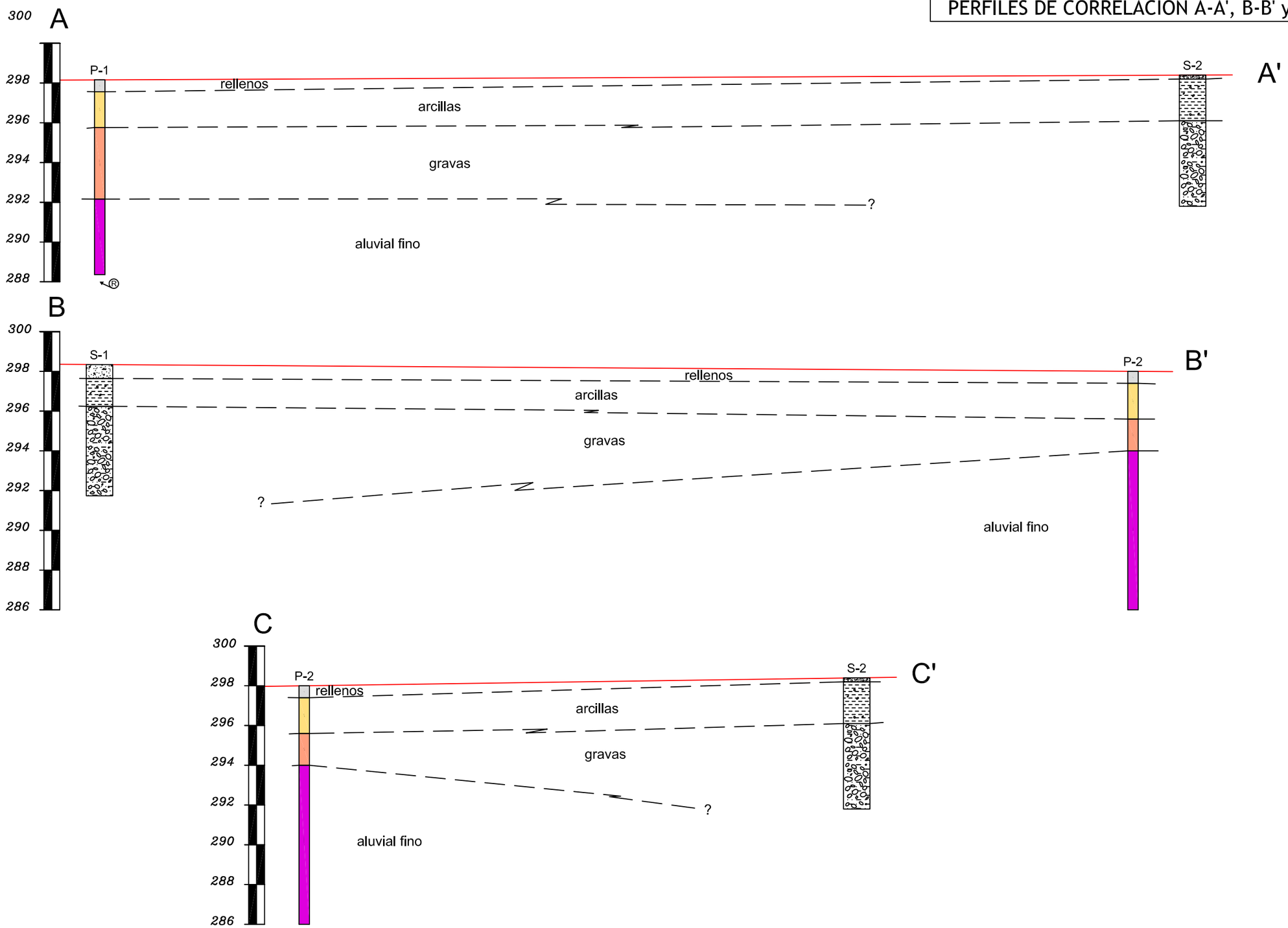
ANEXO 4

Perfiles de correlación

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS
GEFA GEÓLOGOS S.L.
DELEGACIÓN PAMPLONA
Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga,45
31620 Huarte-Pamplona
T.: 948 382 975 F.: 948 382 319

FECHA: Enero de 2022	
OBRA: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra)	
CLIENTE: BCL ARQUITECTURA	REF. INFORME: IRGE 2244 0122

PERFILES DE CORRELACIÓN A-A', B-B' y C-C'



LEYENDA SONDEOS Y PENETRÓMETROS

Rellenos antrópicos | Arcillas | Gravas | Rellenos antrópicos | Q_{adm}: 1,00 kg/cm² | Q_{adm}: 1,00 kg/cm² | Q_{adm}: 0,50 kg/cm² | Ⓡ Rechazo

E.: 1/200

ANEXO 5

Boletín de los ensayos de laboratorio

GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Ensayo*	***DETERMINACIÓN SULFATOS EN AGUA***
	Norma	**UNE 83001: 2000**
	Acta nº **AN058911**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17374**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	B
V	Muestra ensayada (cm^3)	200
T	Tara crisol (g)	14,0852
A =T+R	Tara Crisol + Peso residuo (g)	14,7452
Pp=(T+R)-T	Residuo calcinado en mufla (g)	0,6600

RESULTADO ENSAYO
$SO_4^{=} = [0,416\ (A - T)]/V$
SO_4 (mg/l) **=** **1372,80**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEÓLOGOS, S.L. · C/ Zaraputz nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguía - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

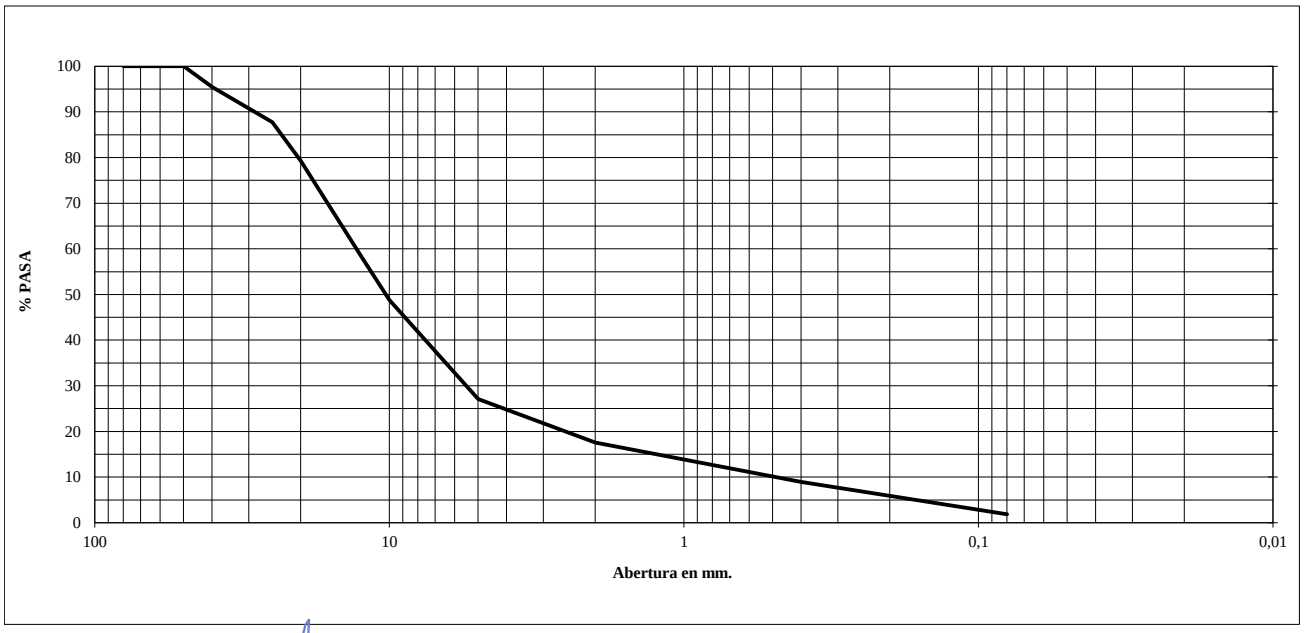
GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**UNE 103101/95**
	Acta nº **AN058908**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17373**	Referencia Informe……	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 DE 2,5 A 3,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	4398,0
B	Gruesos lavados	3626,0
*C = (A - B) * f*	Fracción fina seca	771,8
D = (B + C)	Muestra total seca	4397,8
E	Frac. fina ensayada seca al aire	152,7
*F = E * f*	Frac. fina ensayada seca	152,7
C/F		5,1

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO

Tamiz	*Tamiz*	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
U.N.E.	*ASTM*	gs. en parte fina ensayada	gs. en Muestra total	gramos	%
125	*5*				
100	*4*			0,0	
80	*3*			0,0	100
63	*2,5*			0,0	100
50	*2*			4397,8	100
40	*1,5*		199,0	4198,8	95
25	*1*		340,5	3858,3	88
20	*3/4*		373,3	3485,0	79
12,5	*1/2*		915,4	2569,5	58
10	*3/8*		426,0	2143,5	49
5	*4*		951,6	1191,9	27
2	*10*		420,1	771,8	18
0,4	*40*	74,8	378,2	393,6	9
0,08	*200*	61,6	311,6	82,0	2



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 13 DE ENERO DE 2021

HOJA 1 DE 3

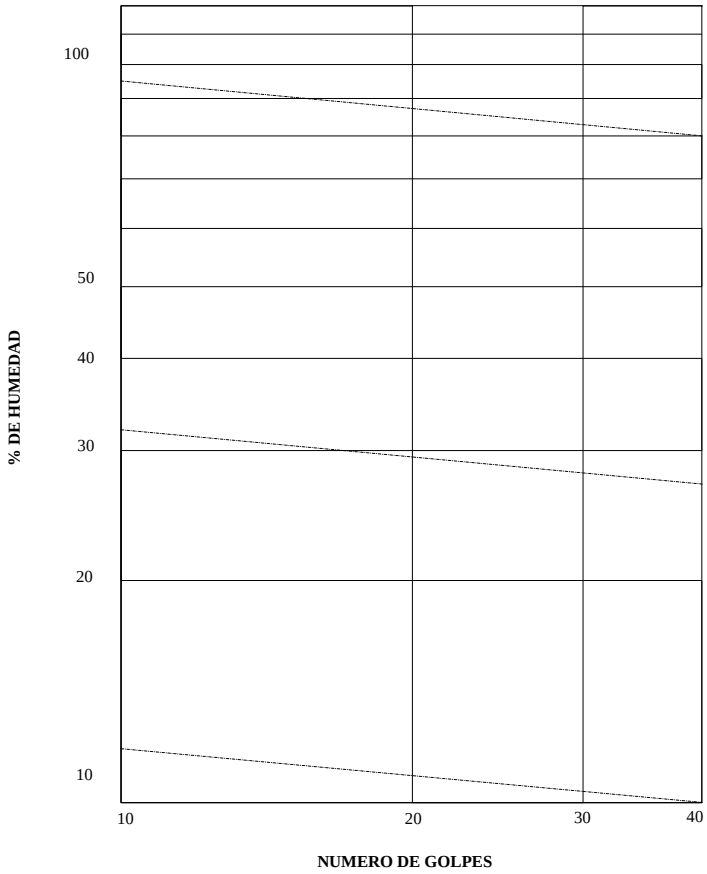
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Ensayo*	**DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG**	
	Norma	**UNE 103103/94 103104/93**	
	Acta nº **AN058909**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**	

Referencia Muestra….	**N17373**	Referencia Informe……	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 DE 2,5 A 3,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

CALCULO LIMITE LIQUIDO			
-	Nº de golpes		
-	Referencia tara		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua		
t+s+a	Tara + suelo + agua		
t+s	Tara + suelo		
t	Tara		
s=(t+s)-t	Suelo		
w=100*(a/s)	***% Humedad***		

CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Referencia tara		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua		
t+s+a	Tara + suelo + agua		
t+s	Tara + suelo		
t	Tara		
s=(t+s)-t	Suelo		
w=100*(a/s)	***% Humedad***		



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	**N. P.***
LIMITE PLASTICO =	**N. P.***
INDICE PLASTICIDAD =	**N. P.***

*N.P. = NO PRESENTA LÍMITE

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEOLOGOS, S.L. C/ Zaraputz, nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguía - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**UNE 83001:2000**
	Acta nº **AN058910**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17373**	Referencia Informe……	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 DE 2,5 A 3,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

RESULTADO ENSAYO

$SO_4^{=}$(mg/kg de suelo seco)=(0,416*((T+R) - T))/M

$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco) **<100**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

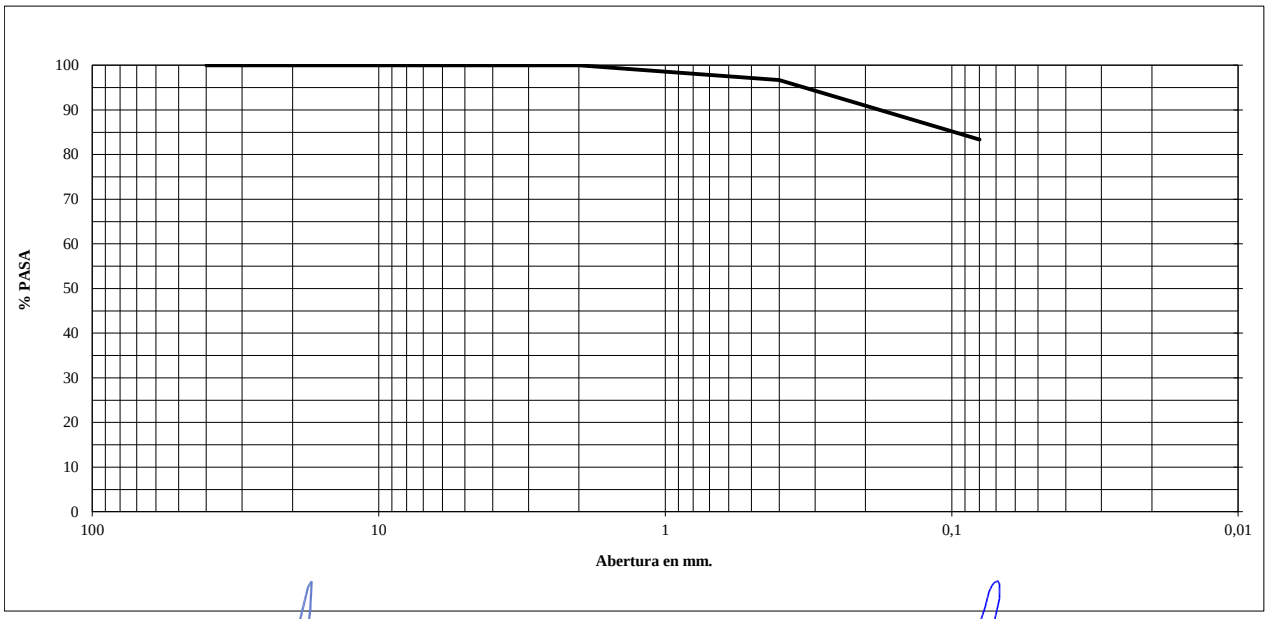
GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**UNE 103101/95**
	Acta nº **AN058900**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	133,6
B	Gruesos lavados	0,0
*C = (A - B) * f*	Fracción fina seca	133,5
D = (B + C)	Muestra total seca	133,5
E	Frac. fina ensayada seca al aire	133,6
*F = E * f*	Frac. fina ensayada seca	133,5
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO

Tamiz U.N.E.	*Tamiz ASTM*	Retenido entre tamices: gs. en parte fina ensayada	Retenido entre tamices: gs. en Muestra total	Pasa en muestra total: gramos	Pasa en muestra total: %
125	*5*				
100	*4*			0,0	
80	*3*			0,0	
63	*2,5*			0,0	
50	*2*			0,0	
40	*1,5*			0,0	100
25	*1*			0,0	100
20	*3/4*			0,0	100
12,5	*1/2*			0,0	100
10	*3/8*			0,0	100
5	*4*			0,0	100
2	*10*			133,5	100
0,4	*40*	4,4	4,4	129,1	97
0,08	*200*	17,8	17,8	111,3	83



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

GEEA GEOLOGOS, S.L. C/ Zaraputz, nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguía - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**UNE 103103/94 103104/93**
	Acta nº **AN058901**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

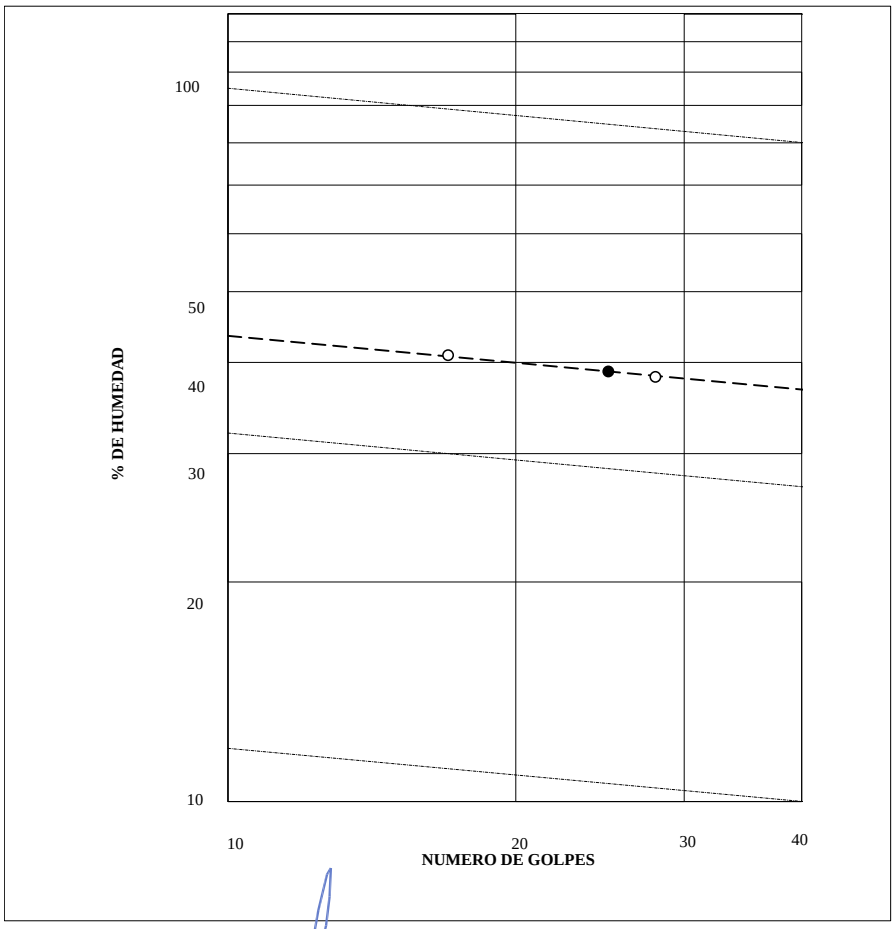
Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

CALCULO LIMITE LIQUIDO

-	Nº de golpes	17	28
-	Referencia tara	J8	J29
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,15	3,35
t+s+a	Tara + suelo + agua	20,36	21,64
t+s	Tara + suelo	17,21	18,29
t	Tara	9,51	9,52
s=(t+s)-t	Suelo	7,70	8,77
w=100*(a/s)	***% Humedad***	**40,9**	**38,2**

CALCULO LIMITE PLASTICO

-	Referencia tara	J27	J5
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,12	1,04
t+s+a	Tara + suelo + agua	15,18	14,81
t+s	Tara + suelo	14,06	13,77
t	Tara	9,21	9,17
s=(t+s)-t	Suelo	4,85	4,60
w=100*(a/s)	***% Humedad***	**23,1**	**22,6**



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO =	**38,9**
LIMITE PLASTICO =	**22,9**
INDICE PLASTICIDAD =	**16,0**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**UNE 103204/93**
	Acta nº **AN058902**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

DATOS ENSAYO			
-	Referencia tara	M - 1	M - 2
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100	100
f	Factor de normalidad Permanganato	1,0000	1,0000
g	Total muestra ensayada (g)	0,2510	0,2711
V	Volumen Permanganato Potásico valoración (cm^3)	0,40	0,50

RESULTADO ENSAYO	
% mat org (f < 2 UNE) =[[0,1032*V*f]/g]	
Mat. orgánica referida fracción ensayada (f < 2 UNE) (%) =	***0,18***

RESULTADO ENSAYO	
% mat org =[[0,1032*V*f]/g]*%pasa	
Mat. orgánica referida al total de muestra (%) =	***0,18***

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEOLOGOS, S.L. C/ Zaraputz, nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguía - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

VºPº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**NLT 114/99**
	Acta nº **AN058903**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	SS - 7
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100
g	Muestra ensayada (g)	50,0000
T	Tara crisol (g)	152,3770
T+R	Tara Crisol + Peso residuo (g)	152,3852
Pp=(T+R)-T	Residuo seco en estufa (g)	0,0082
v	Volumen de solución analizada (cm^3)	100,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm^3)	500,00

RESULTADO ENSAYO

Sales solubles referido a la fracción ensayada (f < 2 UNE)=[[(Pp*V)/(g*v)]*100]

Sales Solubles referido a fracción ensayada (f < 2 UNE) (%) **< 0,1**

RESULTADO ENSAYO

Sales solubles referido al total de la muestra =[[(Pp*V)/(g*v)]*100]*% pasa

Sales Solubles referido al total de la muestra (%) **< 0,1**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEOLOGOS, S.L. C/ Zaraputz nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguía - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Ensayo*	**CONTENIDO DE YESO EN SUELOS**	
	Norma	**NLT 115/99**	
	Acta nº **AN058904**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**	

Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

	DATOS ENSAYO	*$SO_4^=$ total*	*$SO_4^=$ parcial*
-	Referencia tara	Y - 5	Y - 5
g	Muestra ensayada (g)	1,0000	1,0000
T	Tara crisol (g)	33,7440	13,2550
T+R	Tara Crisol + Peso residuo (g)	33,7440	13,2550
Rc	Corrección de cenizas Papel Filtro (g)	0,0000	0,0000
Pp=(T+R)-T-Rc	Residuo calcinado en mufla (g)	0,0000	0,0000
v	Volumen de solución analizada (cm^3)	250,00	100,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm^3)	500,00	100,00
	Iones $SO_4^=$ (%)	**0,00**	**0,00**

RESULTADO ENSAYO

CONTENIDO YESO REFERIDO A FRACCIÓN ENSAYADA (%) = 1,792*[(% $SO_4^=$ totales)-(% $SO_4^=$ parciales)]

Contenido de yeso referido a fracción ensayada (f < 0,08 UNE) (%) **0,00**

RESULTADO ENSAYO

CONTENIDO YESO REFERIDO AL TOTAL DE LA MUESTRA (%) = (1,792*[(% $SO_4^=$ totales)-(% $SO_4^=$ parciales)])*%pasa

Contenido de yeso referido al total de la muestra (%) **0,00**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEOLOGOS, S.L. C/ Zaraputz, nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguía - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Ensayo* **ENSAYO DE COLAPSO DE SUELOS** *Norma* **NLT 254/99 // UNE 103405/94**	
	Acta nº **AN058905**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

Cálculo de humedad	
Peso anillo (g)	84,80
Peso anillo + muestra + agua (g)	164,70
Peso tara (g)	983,50
Peso tara + muestra + agua (g)	1065,80
Peso tara + muestra (g)	1055,00
Humedad antes ensayo (%)	11,75
Humedad después ensayo (%)	15,10

Célula	
Tipo de célula	Cilíndrica
Diámetro (mm)	50,2
Área (cm^2)	19,79
Altura (mm)	20
Volumen (cm^3)	39,58

Cálculo densidad	
Densidad seca (g/cm3)	1,81

DATOS ENSAYO	
ALTURA INICIAL (mm)	10,00
ALTURA FINAL S/INUNDAR (mm)	8,30
CARGA MÁXIMA (Kg/cm2)	**2,00**
ALTURA FINAL INUNDADA (mm)	8,30

RESULTADO DEL ENSAYO	
INDICE DE COLAPSO, I =	**0,0**
Potencial porcentual de colapso, Ic =	**0,0**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEOLOGOS, S.L. C/ Zaraputz nº 2 - Pol. Ind. Miguel de Eguia - 31200 ESTELLA - Navarra - www.geea.es

Vº Bº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

GEEA GEÓLOGOS S.L.	*Ensayo*	**DETERMINACIÓN DEL HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO**
Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	*Norma*	**UNE 103601/94**
	Acta nº **AN058906**	*Nº Copia* **Copia 1. BLC ARQUITECTURA**

Referencia Muestra….	**N17372**	Referencia Informe……	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 1 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	BLC ARQUITECTURA
FECHA ENTRADA	5 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	VALTIERRA

Cálculo de humedad	
Peso anillo (g)	84,80
Peso anillo + muestra + agua (g)	161,20
Peso tara (g)	978,00
Peso tara + muestra + agua (g)	1058,00
Peso tara + muestra (g)	1046,50
Humedad antes ensayo (%)	11,53
Humedad después ensayo (%)	16,79

Célula	
Tipo de célula	Cilíndrica
Diámetro (cm)	5,05
Área (cm^2)	20,03
Altura (cm)	1,89
Volumen (cm^3)	37,86

Cálculo densidad	
Densidad seca (g/cm3)	1,81

DATOS ENSAYO	
ALTURA INICIAL (mm)	1,00
ALTURA FINAL (mm)	1,00
INCREMENTO DE ALTURA (mm)	0,00

RESULTADO DEL ENSAYO	
HINCHAMIENTO (%)	**0,0**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº Guillermo Erice
Director Técnico

Estella a 13 DE ENERO DE 2021

HOJA 7 DE 7

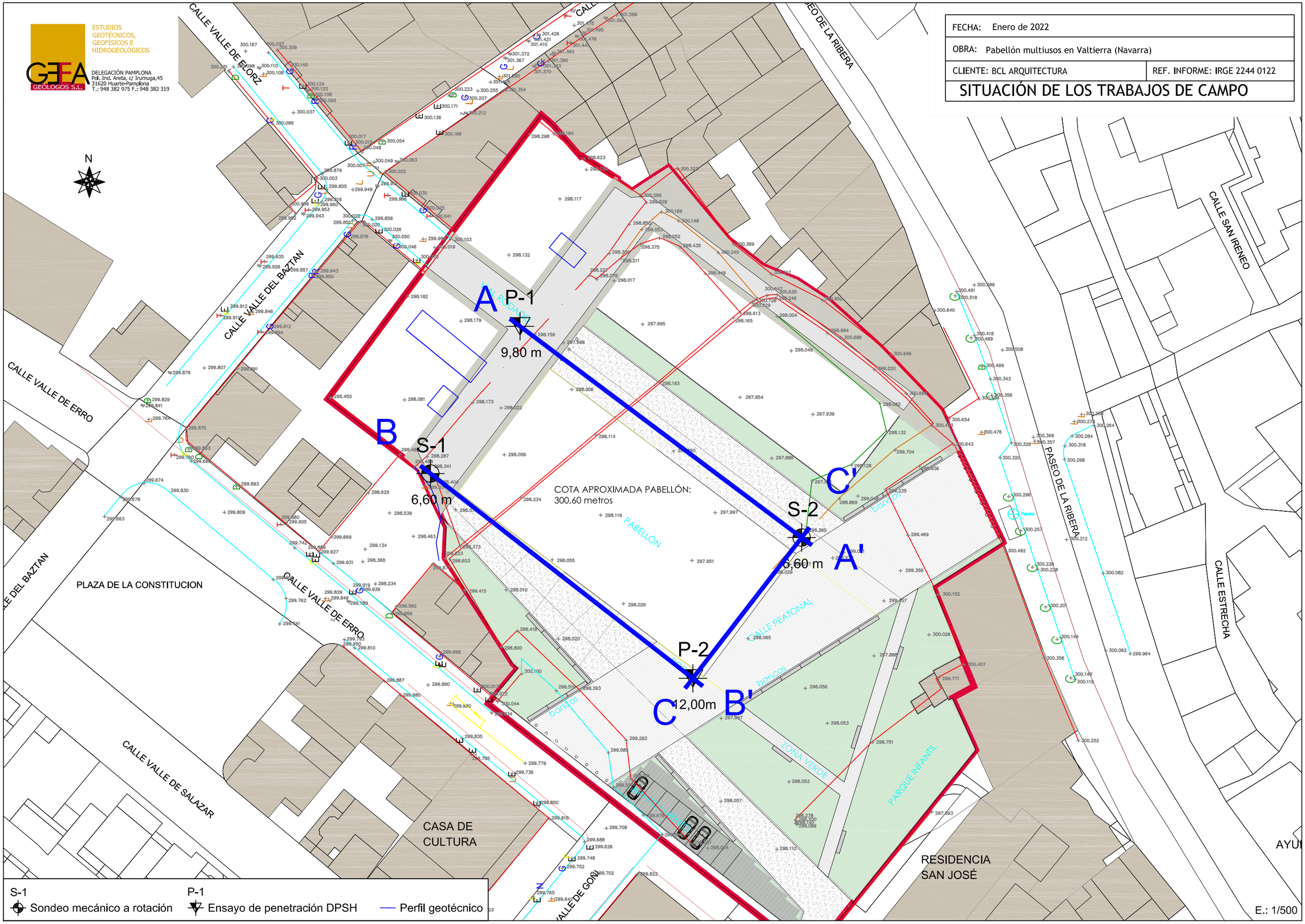
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm))

Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los resultados tan sólo en el caso de que la muestra haya sido tomada en obra por su personal.

ANEXO 6

Plano de ubicación de los ensayos

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS
GEFA GEÓLOGOS S.L.
DELEGACIÓN PAMPLONA
Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga,45
31620 Huarte-Pamplona
T.: 948 382 975 F.: 948 382 319

FECHA: Enero de 2022	
OBRA: Pabellón multiusos en Valtierra (Navarra)	
CLIENTE: BCL ARQUITECTURA	REF. INFORME: IRGE 2244 0122

SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO