



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
UNA CUBIERTA DEPORTIVA EN LA PARCELA 716 POLÍGONO 2 DE
FALCES (NAVARRA).**

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE FALCES

REF. INFORME: ES/GE048/0520

ESTELLA, JUNIO 2020

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Metodología	2
3	Características del terreno	3
	3.1 Marco geológico, cartografía	3
	3.2 Hidrogeología	4
	3.3 Sismicidad	5
4	Trabajos de campo.....	7
	4.1 Descripción del sondeo	8
	4.1.1 Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)	9
	4.2 Descripción de los penetrómetros.	10
5	Cálculo de tensiones	12
	5.1 Resultado del Ensayo de Penetración	12
6	Ensayos de laboratorio	14
	6.1 Resumen de trabajos realizados	14
7	Características geotécnicas de los materiales	16
8	Soluciones de cimentación.....	18
9	Estabilidad de taludes y ripabilidad	22
10	Estimación del grado de permeabilidad de los horizontes	23
11	Conclusiones y recomendaciones	25

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.

ANEXO 2: Columna de sondeo y fotografías.

ANEXO 3: Registro de ensayos de penetración dinámica.

ANEXO 4: Perfiles de correlación.

ANEXO 5: Boletín de los ensayos de laboratorio.

ANEXO 6: Plano de ubicación de pruebas de campo.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA GEÓLOGOS**, a requerimiento del **AYUNTAMIENTO DE FALCES**, la prestación de servicios profesionales con relación a la parcela 716 polígono 2, situada en la Calle Ramón y Cajal de Falces (Navarra), en donde se proyecta la construcción de una cubierta para una pista deportiva existente.

En relación a la caracterización de la construcción proyectada y la zona en la que se emplaza respecto a la nomenclatura utilizada por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE-C, consideramos un tipo de construcción C-1. El terreno es del grupo T-1.

Los servicios recogidos en el presente informe, tratan de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las resistencias de estos y proponer el tipo de cimentación más adecuada para el tipo de construcción que se piensa realizar, la profundidad de la misma, sobre que materiales debe estar apoyada y la carga a la que se podrán calcular las cimentaciones que se utilicen.

Los geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según consta en el real decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones del geólogo. Los ensayos de campo y laboratorio han sido realizados por GEEA Geólogos, laboratorio acreditado para la realización de los mismos. Las conclusiones de unos y otros ensayos obtenidas por los geólogos que firman el informe, han permitido la realización del mismo, que se encuentra avalado por la misma ley anteriormente comentada.

Siendo estas cuestiones las que se exponen en este informe con fecha de 16 de junio de 2020.

2 METODOLOGÍA

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

Antecedentes del lugar.

1. Gobierno de Navarra//Mapa geológico de Navarra, hoja 206-III (Peralta), escala 1:25.000.
2. Gobierno de Navarra//Mapa geológico de Navarra, escala 1:200.000.
3. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento del CTE

1. Superficie construida de proyecto superior a 300 m². Estructura de una planta.
2. Tipo de construcción C1, grupo de terreno T1.
3. Ensayos de campo: un sondeo (anexo 2) y cuatro ensayos DPSH (anexo 3).
4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Secciones geotécnicas (anexo 4).
6. Plano de ubicación de los ensayos de campo (anexo 6).

Contenidos en informe.

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

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

Desde el punto de vista geológico, esta región está situada en el borde norte de la Depresión del Ebro. Los materiales que la constituyen son de origen continental y tienen edades comprendidas entre el Oligoceno y Mioceno, sobre los que se han depositado sedimentos cuaternarios. Más concretamente, los materiales sobre los que se encuentran los aerogeneradores son sedimentos continentales oligocenos predominantemente arcillosos.

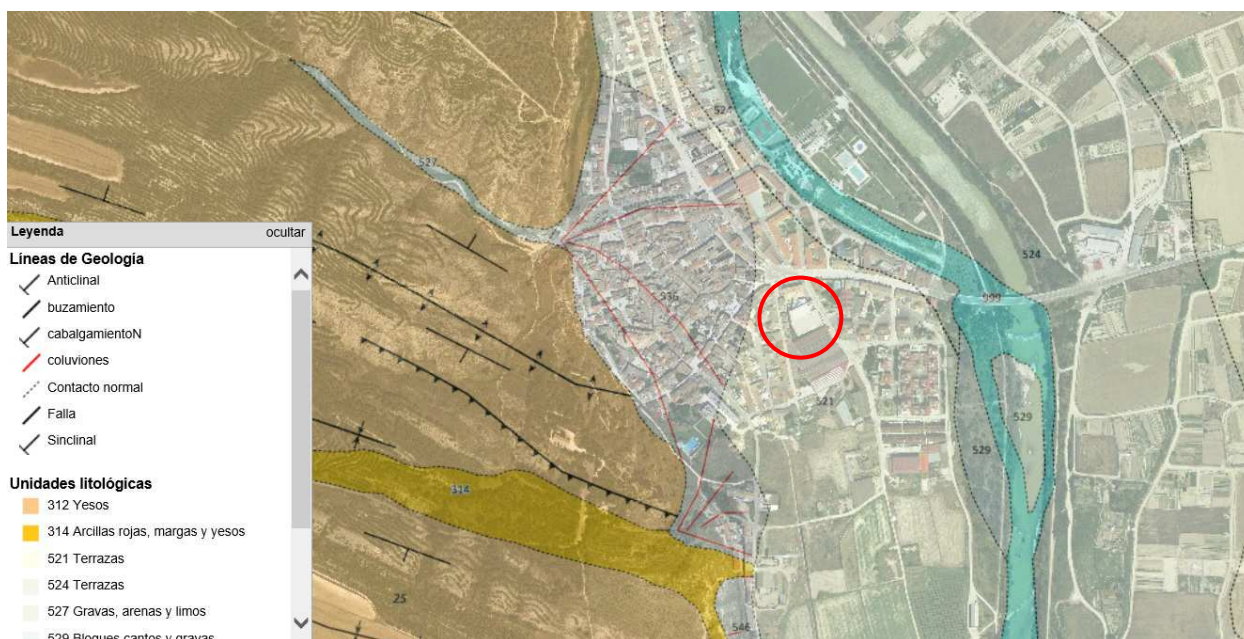
La creación de las condiciones para la sedimentación de los materiales terciarios de la zona se remonta al tránsito Eoceno-Oligoceno, en el cual se produjo un cambio de signo en la sedimentación del denominado Surco Pirenaico: las primeras fases de plegamiento de la cordillera pirenaica transformaron progresivamente el surco marino eoceno en una serie de cuencas de menor tamaño, de dirección general E-O, en las cuales se inició la sedimentación, en régimen continental endorreico con fuerte subsidencia, de los materiales terciarios de la región.

El sustrato terciario se estructura en pliegues laxos de dirección predominante ONO-ESE, en los que las formaciones yesíferas, de origen lacustre, forman resaltes morfológicos dando lugar a sierras de mediana altitud.

En la zona en la que se emplaza la localidad de Falces, el sustrato rocoso lo componen los yesos y margas de Falces, los cuales consisten en una alternancia de lutitas y yesos lamino-nodulares. Los tramos yesíferos pueden contener niveles dolomíticos, laminados y carniolares. Los tramos lutíticos presentan mayor desarrollo hacia el techo de la unidad, coloraciones rojizas y grisáceas y están compuestos por arcillas y margas dolomíticas con un alto contenido en yesos. Todo el conjunto presenta espesores superiores a los 300 m.

Sobre estos materiales se encuentran los depósitos aluviales formados por la dinámica fluvial del río Arga, compuestos por gravas, arenas y arcillas. Es concretamente sobre estos depósitos de terraza aluvial sobre los que se emplaza la parcela objeto del presente estudio.

En la presente imagen se expone la cartografía geológica de la zona extraída del visor Navarra.es, en donde marcamos en rojo la situación de la parcela.



La parcela se encuentra ubicada sobre materiales los depósitos de terraza aluvial señalados en la imagen como color beige claro, N.º 524.

A la izquierda de la imagen se observa una zona marcada en naranja, correspondiente a los altos formados por los Yesos de Falces, sustrato rocoso del lugar en donde se encuentra la localidad.

En el anexo 1 del presente informe, se presenta el mapa geológico y leyenda de la zona de estudio.

3.2 HIDROGEOLOGÍA

Los yesos y margas de la Unidad Yesos de Falces, que constituyen el sustrato terciario de la zona de estudio, presentan en su conjunto una permeabilidad baja en función de su grado de fracturación, considerándose a escala global como un acuícludo o impermeable. Localmente, pueden presentar una mayor permeabilidad a favor de diaclasado abierto, preferentemente en los niveles areniscos y conglomeráticos más superficiales, por descompresión y/o alteración. El coeficiente de permeabilidad estimado para estos materiales en su estado sano será bajo, en torno a 10^{-9} m/s.

Las arcillas aluviales superficiales son consideradas como un material de baja permeabilidad, estimándose para ellas un valor de coeficiente de permeabilidad bajo, en torno a 10^{-5} a 10^{-9} m/s.

Las gravas aluviales son consideradas permeables. Dicha permeabilidad vendrá dada por su porosidad, menor cuanto más fino sea el material, por lo que, en función de la aparición de mayor o menor contenido en arcillas y arenas, puede ser más o menos permeable. El valor de coeficiente de permeabilidad para estas gravas se estima que será superior a 10^{-5} m/s.

Durante la realización de los sondeos de investigación no se ha observado la existencia de nivel freático en el sondeo, si bien sí que se observó algo de humedad en las gravas perforadas a partir de los 3,50 metros.

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. nº244 de 11 de octubre de 2002).

La zona de estudio, **Falces (Navarra)**, presenta unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de $a_b < 0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución $K_v = 1$, si bien, en la actualización del mapa de riesgo sísmico realizada a fecha de octubre de 2015, se incrementa el valor de la aceleración sísmica básica para esta zona, a $a_b = 0,06g$.

Si la aceleración sísmica básica (a_b) es igual o mayor de $0,04g$ deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Si la aceleración sísmica básica (a_b) es igual o mayor de $0,04 g$ deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de **Normal Importancia** (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

Pamplona

Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga 45, 31620
Huarte, T: 948.382.975, M: 696.435.907

Estella.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240
Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335

Logroño

C/ Baltasar Gracián 11, 1º of. 5, 26006
T: 941.509.482, M: 695.363.336

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, siendo este el caso que nos ocupa.

4 TRABAJOS DE CAMPO

Para establecer las características geotécnicas del terreno, se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la ejecución de un sondeo mecánico y cuatro ensayos de penetración dinámica DPSH.

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

El sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo nos permite reconocer la naturaleza del terreno hasta la profundidad requerida, pudiendo recoger muestras inalteradas del material perforado a cualquier profundidad.

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.

La parcela de estudio se encuentra ubicada en una zona totalmente urbanizada, ocupada actualmente por una pista deportiva con firme de hormigón. La superficie es regular y plana. A continuación, podemos ver algunas imágenes de las máquinas con las que se realizaron los ensayos de campo, concretamente el sondeo S1 y el penetrómetro P3.



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), descripción del sondeo y fotografías (anexo 2), el registro de los ensayos de penetración (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 DESCRIPCIÓN DEL SONDEO

El sondeo se llevó a cabo el día 15 de mayo de 2020, alcanzándose una profundidad de investigación de 6,00 metros. Para su realización se empleó una máquina de rotación, tipo TP30 LR montada sobre Land Rover, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 116 mm. Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras, fueron colocados en cajas plastificadas que, debidamente organizadas, fueron examinadas por personal técnico especializado.

Para la descripción de los materiales extraídos en el sondeo 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 la alteración de la roca matriz y de las superficies de discontinuidad. Toda la roca matriz puede estar decolorada y puede ser apreciablemente más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material de la roca está descompuesto y/o desintegrado en forma de suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada, bien formando un marco continuo bien como bloques o núcleos sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada en suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana o decolorada bien formando un marco continuo bien como bloques o núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. La estructura original del macizo permanece fundamentalmente intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	Toda la roca convertida en suelo. Destruída la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

La columna litológica reconocida en el sondeo está compuesta por los siguientes niveles litológicos:

Sondeo S1	Perfil litológico
0,00-0,70	Rellenos. Firme de hormigón y arenas arcillosas marrones oscuras con cantos.
0,70-3,30	Arcillas limosas de color marrón.
3,30-6,00	Gravas de cantos subredondeados de tamaño variable en matriz areno limosa.

Durante la ejecución del sondeo no se observó entrada de agua en el mismo, si bien, sí que se observó humedad en las gravas.

En el anexo 2 del presente informe se adjuntan las columnas litológicas y las fotografías de las cajas.

4.1.1 Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)

El ensayo de penetración estándar (S.P.T.), se realiza con objeto de 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 toma-muestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800.

Básicamente el ensayo viene definido por el número de golpes necesarios para hincar 30 cm un tubo toma-muestras normalizado, mediante una maza de 63,5 kg de peso, que cae desde una altura de 75 cm.

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 60° de ángulo en punta.

Durante la ejecución del sondeo se realizaron varios ensayos de penetración estándar (S.P.T.), de cara a comprobar la compacidad de los materiales atravesados.

Los golpes obtenidos y la profundidad a la que se realizó el ensayo se especifican a continuación:

Profundidad	Valores SPT	N ₃₀	Nivel ensayado
1,50-2,10	2-2-4-5	6	Arcillas, NG I
3,25-3,85	4-12-19-33	31	Gravas, NG II

4,60-5,20	21-29-19-22	48	Gravas, NG II
5,40-6,00	16-19-18-19	37	Gravas, NG II

Como se puede observar, el ensayo realizado sobre las arcillas superficiales registró un valor de N_{30} bajo, de 6, mientras que los realizados sobre el nivel de gravas fueron todos ellos elevados, entre 31 y 48, con un valor medio de 38.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PENETRÓMETROS.

Este tipo de ensayos consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La hincada en el terreno se consigue golpeando el conjunto con una maza en caída libre.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el N° de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno (N_{20}).

Durante los días 21 y 26 de mayo de 2020 se realizaron cuatro ensayos de penetración dinámica, cuyo registro se incluye en el anexo 3, y sus ubicaciones se pueden encontrar en el croquis adjunto en el anexo 6.

Realización del ensayo y maquinaria necesaria

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. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce es, normalmente, 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 (en cada una de ellas aisladamente).

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 se representa en gráficos donde en ordenadas, figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm, y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

Los ensayos se han realizado mediante un penetrómetro automático ROLATEC modelo ML-60 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

Los ensayos de penetración se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

Relación longitud/diámetro de la maza	$> \phi = 1$ y $< \phi = 2$
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 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %
Sección de la puntaza	Cilindro-cónica
Área de la puntaza	20,0 cm ²
Ángulo de la puntaza	90°
Cuento de golpes cada	N 20,0 cm

Rechazo: Con un mínimo de 100 golpes se hince un tramo de 5 cm o menos.

5 CÁLCULO DE TENSIONES

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:

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

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 cm²)
- 20/N₂₀= 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 MEYER-HOF simplificada, según la cual:

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

siendo:

- Q_{adm} = presión admisible de cálculo, en kg/cm².
- R_e = resistencia estática.
- F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

5.1 RESULTADO DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN

Se han realizado cuatro ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en el sondeo de reconocimiento. El croquis con la ubicación de los ensayos se adjunta en el anexo 6.

Los ensayos de penetración dinámica presentan una gráfica envolvente con valores de golpeo variables de unos puntos a otros. En el siguiente cuadro resumen, se indican las resistencias estimadas en los diferentes tramos diferenciados y en el anexo 3 se muestran las gráficas correspondientes a los mismos. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir de inicio del ensayo.

Ensayo	Profundidad (m)	Resist. estimada (kg/cm ²)
P1	0,00-2,60	0,50
	2,60-3,60	0,15
	3,60-7,00	3,00
	7,00	Rechazo
P2	0,00-2,80	0,50
	2,80-3,40	0,15
	3,40-3,80	1,50
	3,80-4,20	3,00
	4,20	Rechazo
P3	0,00-1,00	0,50
	1,00-1,80	0,25
	1,80-2,60	0,50
	2,60-3,20	0,25
	3,20-3,60	1,50
	3,60-4,20	3,00
	4,20	Rechazo
P4	0,00-2,00	0,75
	2,00-2,80	0,50
	2,80-3,20	0,15
	3,20-4,20	3,00
	4,20	Rechazo

Se interpreta que los rechazos de los penetrómetros se alcanzaron sobre el nivel de gravas aluviales.

El perfil litológico que ha sido reconocido en los sondeos de reconocimiento y las cargas registradas mediante los penetrómetros permiten definir un primer nivel de arcillas limosas con una carga admisible variable entre 0,15 y 0,50 kg/cm², bajo el que aparecen los depósitos aluviales gruesos, gravas, con cargas admisibles de entre 1,50 y 3,00 kg/cm². Dichas gravas se han perforado en el sondeo hasta los 6,00 metros de profundidad, sin observarse su base.

6 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, declinando esta empresa toda responsabilidad derivada de la proyección de los resultados fuera de los puntos de ensayo.

Sobre la base del perfil litológico, obtenido del análisis de las pruebas de reconocimiento, se seleccionaron varias muestras representativas de los tipos de terreno reconocidos, para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. A continuación, se expone una tabla de situación de las distintas muestras ensayadas.

Profundidad	Ensayos realizados
1,50-2,00	Límites de Atterberg y contenido en sulfatos
3,60-4,20	Granulometría y contenido en sulfatos

El número y tipo de ensayos ejecutados, se han realizado según la siguiente normativa:

Denominación ensayo	Norma aplicada	Número
Límites de Atterberg	UNE 103103/94-103104/93	1
Contenido en sulfatos	UNE 83001/00	2
Granulometría por tamizado	UNE 103101/95	1

6.1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de resultados de los ensayos realizados, cuyo informe desarrollado puede consultarse en el anexo 5, adjunto al final de la presente memoria.

	S1	S1
N.º Referencia	N13088	N13086
Profundidad (m)	1,50-2,00	3,60-4,20
Pasante 0,08% UNE (%)	--	8
Límite líquido	33,4	--
Límite plástico	21,0	--
Índice de plasticidad	12,4	--
Sulfatos (mg/kg)	1.496,37	<100
Clasificación	CL/A-6	GW-GM/A-1-a
Suelo	Arcillas NGI	Gravas NG II

El contenido en sulfatos en los análisis realizados clasifica a los suelos como materiales **no agresivos al hormigón**, si bien en el nivel de arcillas superficiales sí que se observa cierta cantidad de sulfatos, aunque no llegan a alcanzar el límite mínimo para clasificarse como agresivos. Por seguridad, podría plantearse la opción de utilizar cementos sulforresistentes para tipo de agresividad Qa en la fabricación de los hormigones.

7 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

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, empujes del terreno, etc.

Los diferentes niveles geotécnicos definidos sobre la base de los horizontes litológicos observados y su resistencia, tienen unas características geotécnicas, que son los siguientes:

- **Rellenos formados por el firme de hormigón de la pista polideportiva y arenas arcillosas con cantos de base de dicho firme** (nivel geotécnico 0), observados en el sondeo S1 hasta 0,70 metros de profundidad. A este nivel no se le asignan valores de carga, debiendo ser atravesado por la cimentación.
- **Arcillas limosas de color marrón** (nivel geotécnico I), material correspondiente a depósitos aluviales cuaternarios finos formados por el río Arga. Este material se observa en el sondeo hasta 3,30 metros, interpretándose hasta profundidades variables de entre 3,20 y 3,60 metros en los ensayos de penetración. Mediante estos ensayos, se correlaciona para estas arcillas una carga admisible de entre 0,25 y 0,75 kg/cm², con zonas puntuales en las que desciende hasta 0,15 kg/cm². Durante la ejecución del sondeo se ha realizado un ensayo de penetración estándar SPT, registrando un valor de N₃₀ de 6, mientras que el valor medio de N₃₀ extraído de los valores de los golpes en los ensayos de penetración ha sido de 5,3. Según Casagrande, estas arcillas se clasifican como CL (arcillas inorgánicas de baja plasticidad) y A-6 (suelo arcilloso) según AASHTO. Los parámetros geotécnicos que se asocian a estos materiales, considerando el valor de N₃₀ de 5, son:

Naturaleza	Cohesivo
Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,70-1,80
Cohesión no drenada c_u (kg/cm ²)	0,31
Ángulo de rozamiento interno (°)	0,00
Cohesión efectiva c_d (kg/cm ²)	0,06
Ángulo de rozamiento efectivo (°)	22,90
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	40,63
Carga admisible (kg/cm ²)	0,50
Coeficiente de balasto $K_{\phi 30}$ (kg/cm ³)	1,30
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm ³)	1,10

- **Gravas de cantos de tamaño variable y forma subredondeada en matriz areno limosa** (nivel geotécnico II), material correspondiente a depósitos aluviales cuaternarios gruesos formados por el río Arga. Este material se observa en el sondeo a partir de 3,30 metros hasta su final, sin haberse observado su base, habiéndose perforado hasta los seis metros de profundidad. Estas gravas se interpretan mediante los ensayos de penetración dinámica a partir de profundidades variables de entre 3,20 y 3,60 metros, alcanzando el rechazo en este nivel en todos los casos. Se han realizado tres ensayos de penetración SPT sobre este nivel, registrándose valores de 31, 48 y 37, mientras que, a partir de los ensayos de penetración dinámica, se obtienen valores de N_{30} medios de entre 25 y 50, obteniéndose un valor medio total de 37. Según Casagrande, las gravas se clasifican como GW-GM (grava bien graduada con limos y arenas) y A-1-a (fragmentos de roca, cantos y arenas) según AASHTO. De acuerdo con el ensayo de penetración dinámica DPSH, se correlaciona un valor de carga admisible para este nivel de $3,00 \text{ kg/cm}^2$, que en su zona superficial pueden ser algo inferiores. Los parámetros geotécnicos que se asocian a estos materiales, considerando el valor medio de N_{30} de 37, son:

Naturaleza	Granular
Peso específico aparente γ (g/cm^3)	1,90-2,10
Cohesión c (kg/cm^2)	0,00
Ángulo de rozamiento interno ($^\circ$)	40,25
Módulo de elasticidad E (kg/cm^2)	397,79
Carga admisible (kg/cm^2)	3,00
Coeficiente de balasto $K_{\phi 30}$ (kg/cm^3)	38,74
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm^3)	32,80

8 SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

A continuación, se expone el desarrollo de las posibles soluciones que se consideran como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros factores 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.

En la parcela objeto de estudio está proyectada la construcción de una cubierta de pista polideportiva, considerada como una estructura de una sola planta.

El subsuelo de la zona está formado, según los datos obtenidos de la campaña de campo realizada, por un depósito aluvial cuaternario formado por un nivel de arcillas limosas superficiales, bajo las que aparece, a partir de profundidades muy homogéneas en todos los puntos ensayados de entre 3,20 y 3,60 metros, un nivel de gravas areno limosas compactas. El sondeo S1 profundizó seis metros sin alcanzar la base del depósito de grava. Por encima, de forma superficial, se encuentra el firme de la pista polideportiva y un relleno arcilloso con cantos que forma su base, con un espesor de 70 cm observados.

En el momento de ejecución de los ensayos de campo no se detectó la aparición de nivel freático, si bien las gravas se observaron húmedas, lo que significa que dicho nivel puede estar próximo. Teniendo en cuenta la cercanía de la parcela al río y la permeabilidad de las gravas, consideramos que puede ser susceptible de experimentar variaciones que puedan hacer que se encuentre más elevado en periodos de lluvia intensos.

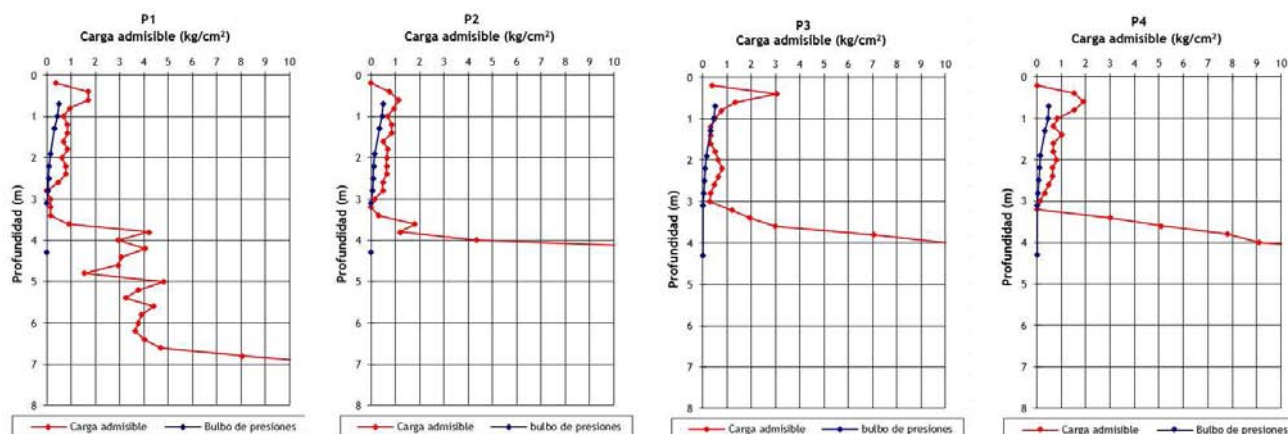
Teniendo en cuenta las profundidades a las que aparecen los distintos niveles geotécnicos y la tipología de la obra proyectada, se considera como opción más adecuada la ejecución de una **cimentación semiprofunda mediante pozos, apoyados en las gravas areno limosas, nivel geotécnico II, con una carga admisible no superior a los 2,00 kg/cm².**

Los pozos de cimentación tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad necesaria para alcanzar el nivel II, menos la profundidad existente hasta la cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyarán a la cota requerida, las zapatas correspondientes.

Si bien las gravas presentan una compacidad elevada, se considera oportuno de cara a la seguridad la limitación de la carga de trabajo a $2,00 \text{ kg/cm}^2$, ante la posibilidad de aparición de lentejones arenosos no detectados, que hagan descender el valor de su carga admisible.

Otra posible solución es la ejecución de una cimentación superficial mediante zapatas corridas, apoyadas en las arcillas limosas definidas como nivel I, con una carga de trabajo no superior a $0,50 \text{ kg/cm}^2$. Teniendo en cuenta la aparición de niveles de carga muy bajos en el fondo del depósito de arcillas, con cargas de $0,15 \text{ kg/cm}^2$, se debería limitar el ancho de las zapatas a un máximo de 1,20 metros para evitar que el bulbo de presiones generado sobrepase la carga admisible del terreno en esos puntos.

A continuación, exponemos los gráficos de la evolución del bulbo de presiones en profundidad (línea azul) respecto a las cargas admisibles registradas en los ensayos de penetración (línea roja).



Un ancho de zapata superior a 1,20 metros supondrá que el bulbo de presiones sobrepase la carga admisible del terreno entre los 2,80 y los 3,40 metros en algunos puntos.

En cualquier caso, el apoyo de la cimentación 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 mediante la realización de obras de drenaje que así lo garanticen durante el período de vida de la edificación construida.

De acuerdo con los análisis realizados, los suelos se clasifican como materiales **no agresivos al hormigón**, si bien en el nivel de arcillas superficiales sí que se observa cierta cantidad de sulfatos, aunque no llegan a alcanzar el límite mínimo para clasificarse como agresivos. En este sentido, se aconseja el uso de cementos sulforresistentes para un tipo de

exposición Qa, de forma preventiva.

Cálculo de asientos

La estimación de asientos mediante el método de Schmertman, 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:

C₁: 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 Schmertman puede estimarse por:

- $E = 2,5 \cdot R_p$ (zapatas cuadradas)
- $E = 3,5 \cdot R_p$ (zapatas corridas)

Siendo R_p la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N₂₀ obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para el tipo de suelo que nos ocupa, gravas con matriz areno limosa, dicha relación es igual a 8. Tomando un valor medio de N₃₀ de 37, obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 740,00 \text{ kg/cm}^2$ y $E = 1.036,00 \text{ kg/cm}^2$ para zapatas corridas.

Los asientos estimados para diferentes anchos de zapatas, para una carga aplicada de $2,00 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Zapatas cuadradas				
Ancho B (m)	1,00	1,50	2,00	2,50
Asiento (cm)	0,12	0,17	0,23	0,29

Para el supuesto de cimentar mediante zapata corrida sobre el nivel de arcillas superficiales, la relación entre R_p y el valor de N_{20} es igual a 2. Tomando un valor medio de N_{30} de 5, obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 25,00 \text{ kg/cm}^2$ y $E = 35,00 \text{ kg/cm}^2$ para zapatas corridas.

Los asientos estimados para diferentes anchos de zapatas, para una carga aplicada de $2,00 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Zapatas corridas				
Ancho B (m)	0,60	0,80	1,00	1,20
Asiento (cm)	0,89	1,19	1,48	1,78

Los valores obtenidos por los dos métodos se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la norma para el tipo de edificación considerado.

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

Asiento	Máximo (mm)		Diferencial (mm/m)
	Granular	Cohesivo	
Tipo de terreno			
Edificios monumentales	12	25	1,3
Edificios convencionales	35	50	2,0
Edificio de fábrica de ladrillo de pórticos de hormigón y acero de pequeña rigidez	50	75	2,0

Si alguna de las zapatas posee mayor asiento del indicado en esta tabla, o bien entre dos zapatas consecutivas existe un asiento diferencial relativo a su separación, superior al indicado en la misma, se rebajará la presión de diseño de la zapata que asiente más, aumentando sus dimensiones hasta que cumpla.

9 ESTABILIDAD DE TALUDES Y RIPABILIDAD

De acuerdo con la información del proyecto facilitada por el peticionario, no se prevé la ejecución de excavación sótano, por lo que no se considera el análisis de taludes en el presente documento.

Por otro lado, en cuanto a la ripabilidad, de entre los materiales que forman el subsuelo de la parcela, tanto el nivel de rellenos (nivel 0), como las arcillas (nivel I) y las gravas aluviales (nivel II), se consideran ripables y excavables mediante máquina retroexcavadora convencional. En el caso de aparecer niveles cementados en las gravas, se hará necesario el uso de martillo para su excavación.

10 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 y 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:

- baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático;
- 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;
- 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:

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)

Nivel geotécnico I. Arcillas limosas De $K=10^{-3}$ a $K=10^{-7}$ cm/s.

Nivel geotécnico II. Gravas areno limosas. De K superior a 10^{-3} cm/s.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se solicita a **GEEA Geólogos**, a requerimiento del **AYUNTAMIENTO DE FALCES**, la prestación de servicios profesionales con relación a la parcela 716 polígono 2, situada en la Calle Ramón y Cajal de Falces (Navarra), en donde se proyecta la construcción de una cubierta para una pista deportiva existente.
- El perfil geotécnico definido a partir de las pruebas de campo realizadas está formado por los siguientes niveles:
 - Rellenos formados por el firme de hormigón de la pista polideportiva y arenas arcillosas con cantos de base de dicho firme (nivel geotécnico 0), observados en el sondeo S1 hasta 0,70 metros de profundidad.
 - Arcillas limosas de color marrón (nivel geotécnico I), material correspondiente a depósitos aluviales cuaternarios finos formados por el río Arga. Este material se observa en el sondeo hasta 3,30 metros, interpretándose hasta profundidades variables de entre 3,20 y 3,60 metros en los ensayos de penetración.
 - Gravas de cantos de tamaño variable y forma subredondeada en matriz areno limosa (nivel geotécnico II), material correspondiente a depósitos aluviales cuaternarios gruesos formados por el río Arga. Este material se observa en el sondeo a partir de 3,30 metros hasta su final, sin haberse observado su base, habiéndose perforado hasta los seis metros de profundidad. Estas gravas se interpretan mediante los ensayos de penetración dinámica a partir de profundidades variables de entre 3,20 y 3,60 metros, alcanzando el rechazo en este nivel en todos los casos.
- Durante la realización del sondeo no se ha observado la existencia de nivel freático, si bien, sí se observó humedad en las gravas al ser extraídas de la perforación.
- A partir de los trabajos realizados y de los resultados obtenidos de ellos, se considera como opción más adecuada la ejecución de una **cimentación semiprofunda mediante pozos, apoyados en las gravas areno limosas, nivel geotécnico II, con una carga admisible no superior a los 2,00 kg/cm².**
- Los pozos deberán tener una profundidad suficiente para alcanzar el nivel de gravas, el cual se ha observado en el sondeo e interpretado en los penetrómetros, a partir de profundidades variables de entre 3,20 y 3,60 metros.

- Otra posible solución es la ejecución de una cimentación superficial mediante zapatas corridas, apoyadas en las arcillas limosas definidas como nivel I, con una carga de trabajo no superior a $0,50 \text{ kg/cm}^2$. Teniendo en cuenta la aparición de niveles de carga muy bajos en el fondo del depósito de arcillas, se debería limitar el ancho de las zapatas a un máximo de 1,20 metros para evitar que el bulbo de presiones generado sobrepase la carga admisible del terreno en esos puntos.
- Los asentos calculados se consideran dentro de lo admisible por la Norma Tecnológica de la Edificación para este tipo de edificación, para los tipos de cimentación considerados.
- De acuerdo con los análisis realizados, los suelos se clasifican como materiales **no agresivos al hormigón**, si bien en el nivel de arcillas superficiales sí que se observa cierta cantidad de sulfatos, aunque no llegan a alcanzar el límite mínimo para clasificarse como agresivas. En este sentido, se aconseja el uso de cementos sulforresistentes para un tipo de exposición Qa, de forma preventiva.
- En cuanto a la ripabilidad de los materiales, todos los niveles observados en los sondeos se consideran ripables y excavables mediante máquina retroexcavadora convencional. La aparición de niveles cementados en las gravas podría requerir el uso de martillo.
- Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de excavación de las cimentaciones, considerando necesario que durante dichos trabajos 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.

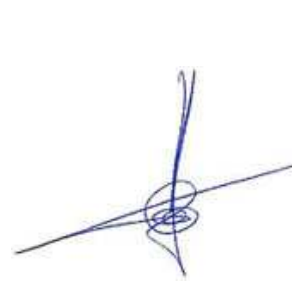
Estella, 16 de junio de 2020.



Fdo.:
JAVIER ARNEDILLO RUIZ-AGUIRRE
GEÓLOGO Col. N ° 3.078



Fdo.:
GUILLERMO ERICE LACABE
GEÓLOGO Col. N ° 2.577.



Fdo.:
EDUARDO ARANA RICO
GEÓLOGO Col. N ° 3.461

GEEA Geólogos

Pamplona

Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga 45, 31620
Huarte, T: 948.382.975, M: 696.435.907

Estella.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240
Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335

Logroño

C/ Baltasar Gracián 11, 1º of. 5, 26006
T: 941.509.482, M: 695.363.336



ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **COLUMNA DE SONDEO Y FOTOGRAFÍAS.**
- **REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.**
- **PERFILES DE CORRELACIÓN.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO.**

ANEXO N° 1

MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pamplona: P.I. Areta C/Irumuga 45, 31620 Huarte

Estella: Cañada Real de Imas nave 12, 31240 Ayegui

Logroño: C/Baltasar Gracián 11, 1º of.5, 26006

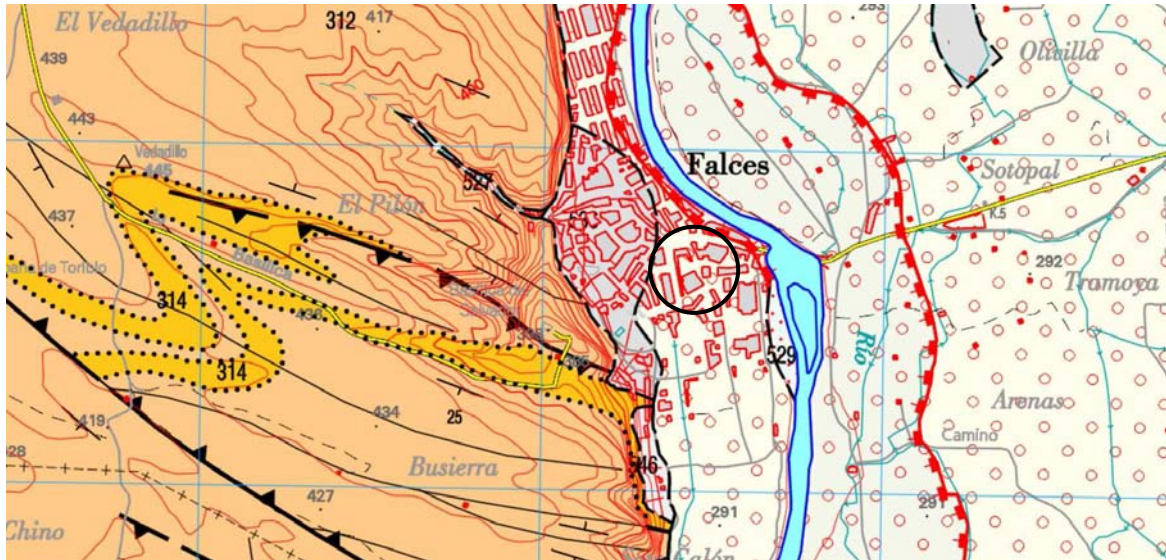
Lugar: Parcela 716 polígono 2, Falces (Navarra).

Ciente: AYUNTAMIENTO DE FALCES

Ref. Informe: ES/GE048/0520

Hoja: Gob. de Navarra 1:25.000 Tafalla (hoja 206-III)

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		527	546	545	550	LEYENDA
	PLEISTOCENO	SUPERIOR	529	537	543	534	
		MEDIO	530	536	523	541	
		INFERIOR	521	508	515	519	
NEÓGENO	IOCENO	Medio	407	408	409	406	LEYENDA
		Langhiense	404	405	402	401	
		alense	400	398	399		
		ense					

- 550.- Escombros y vertidos (Depósitos antrópicos)
- 546.- Bloques y cantos (Desprendimientos)
- 545.- Grandes bloques, arcillas y limos (Deslizamientos)
- 543.- Lutitas y arenas con cantos y bloques (Coluviones)
- 541.- Arcillas y limos (Fondos endorreicos)
- 537.- Lutitas, cantos y arenas (Aluvial-coluvial)
- 536.- Limos y arcillas con cantos (Conos de deyección)
- 530.- Gravas, arenas y lutitas (Cauces abandonados y meandros)
- 529.- Gravas, arenas y lutitas (Barras)
- 527.- Lutitas con cantos, gravas y arenas (Fondos de valle)
- 523.- Arcillas (Arcillas de descalcificación)
- 518, 519 y 534.- Cantos y gravas con matriz limo-arcillosa y lutitas con cantos (Glacis y glacis degradados)
- 515.- Conglomerados con encostramientos carbonatados a techo (Glacis de techo de piedemonte)
- 508, 521, 524.- Conglomerados, gravas, arenas y lutitas (Terrazas altas, medias y bajas y llanura de inundación de los ríos Aragón, Arga y Cidacos)
- 409.- Areniscas y lutitas. Areniscas de Ujue
- 399.- Arcillas rojas con algunas intercalaciones de areniscas y

ANEXO N° 2

COLUMNA DE SONDEO Y FOTOGRAFÍAS

Tipo de Sonda TP30-R M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanetest, C.S.: Ensayo de compresión simple.
Bateria simple: T: Bateria doble tubo; W: Corona de Wídia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

ANEXO N° 3

REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 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: Cubierta deportiva en Falces (Navarra)

Cliente: AYUNTAMIENTO DE FALCES

Ref. Inf.: ES/GE048/0520

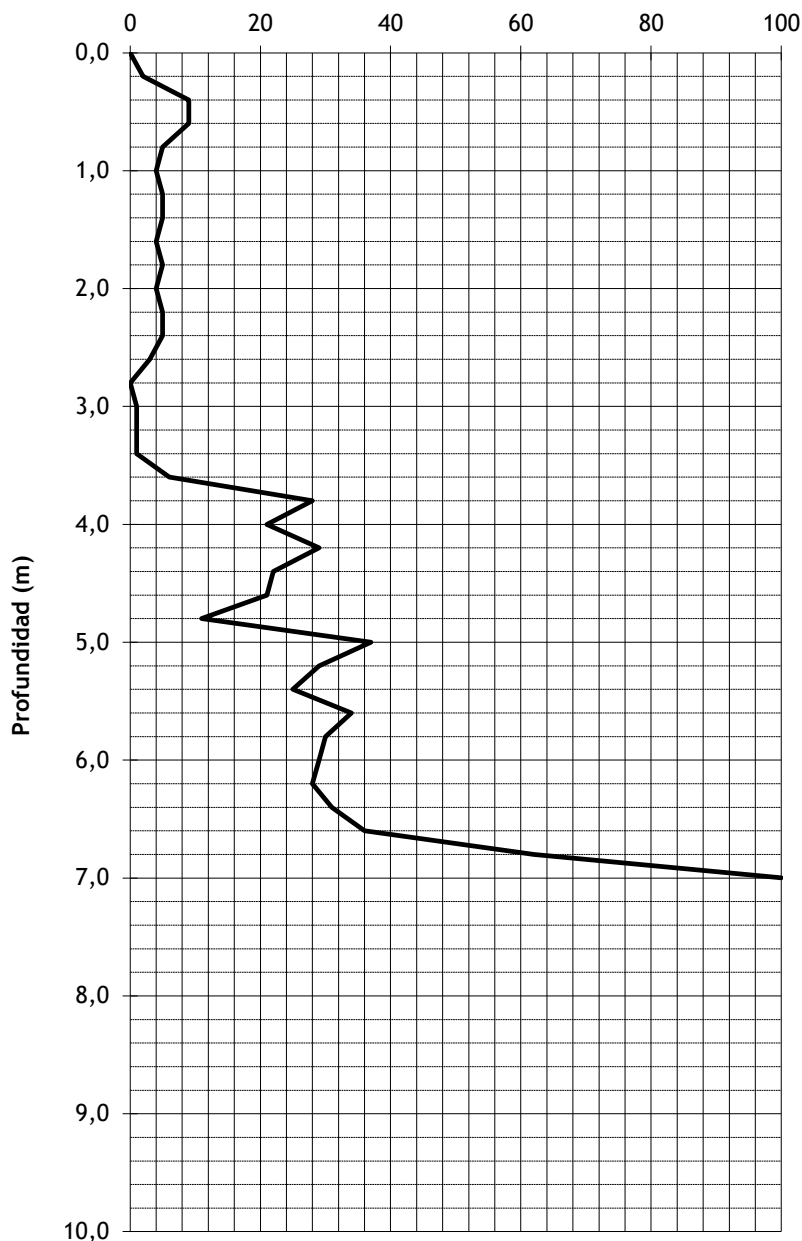
Penetración N°: 1

Referencia: G12600

Fecha: 21 de mayo de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	2
0.20-0.40	9
0.40-0.60	9
0.60-0.80	5
0.80-1.00	4
1.00-1.20	5
1.20-1.40	5
1.40-1.60	4
1.60-1.80	5
1.80-2.00	4
2.00-2.20	5
2.20-2.40	5
2.40-2.60	3
2.60-2.80	0
2.80-3.00	1
3.00-3.20	1
3.20-3.40	1
3.40-3.60	6
3.60-3.80	28
3.80-4.00	21
4.00-4.20	29
4.20-4.40	22
4.40-4.60	21
4.60-4.80	11
4.80-5.00	37
5.00-5.20	29
5.20-5.40	25
5.40-5.60	34
5.60-5.80	30
5.80-6.00	29
6.00-6.20	28
6.20-6.40	31
6.40-6.60	36
6.60-6.80	62
6.80-7.00	RECHAZO
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 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

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

Obra: Cubierta deportiva en Falces (Navarra)

Cliente: AYUNTAMIENTO DE FALCES

Ref. Inf.: ES/GE048/0520

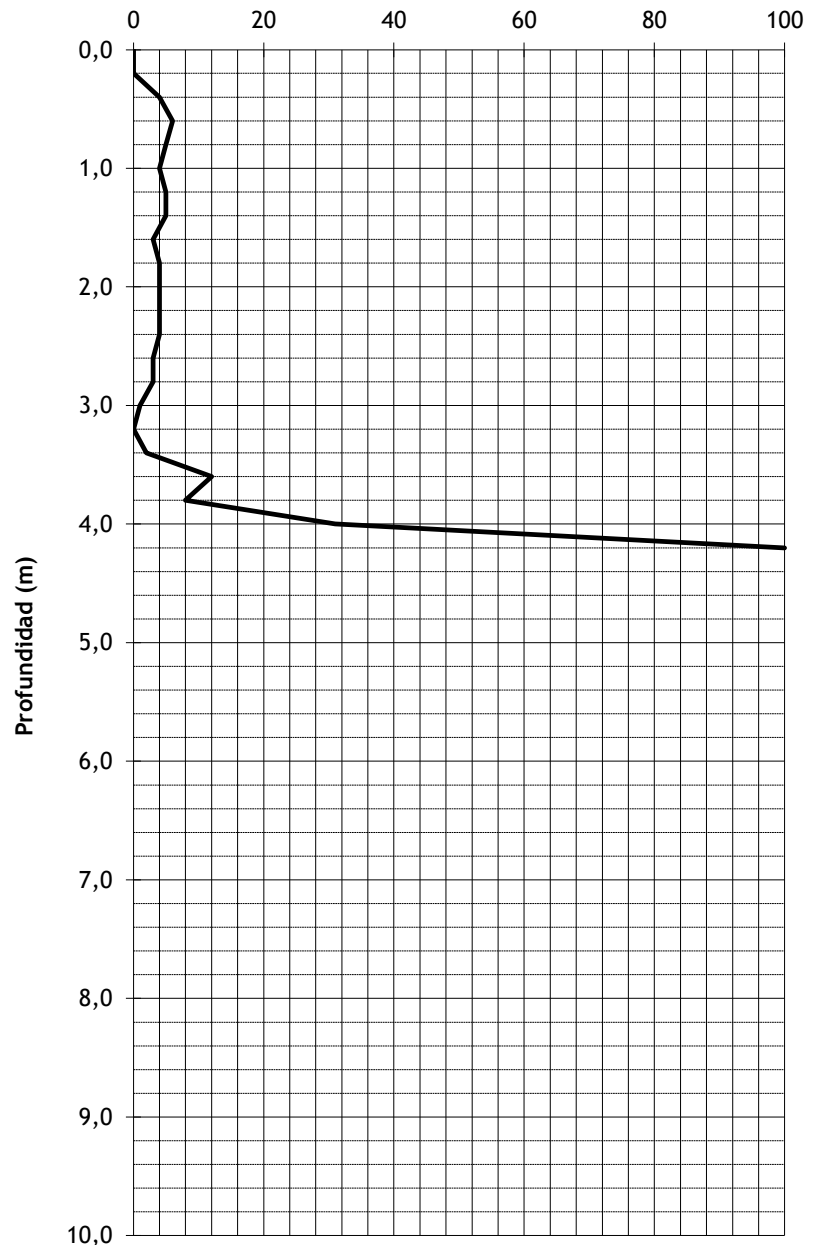
Penetración N°: 2

Referencia: G12600

Fecha: 21 de mayo de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	4
0.40-0.60	6
0.60-0.80	5
0.80-1.00	4
1.00-1.20	5
1.20-1.40	5
1.40-1.60	3
1.60-1.80	4
1.80-2.00	4
2.00-2.20	4
2.20-2.40	4
2.40-2.60	3
2.60-2.80	3
2.80-3.00	1
3.00-3.20	0
3.20-3.40	2
3.40-3.60	12
3.60-3.80	8
3.80-4.00	31
4.00-4.20	RECHAZO
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 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

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

Obra: Cubierta deportiva en Falces (Navarra)

Cliente: AYUNTAMIENTO DE FALCES

Ref. Inf.: ES/GE048/0520

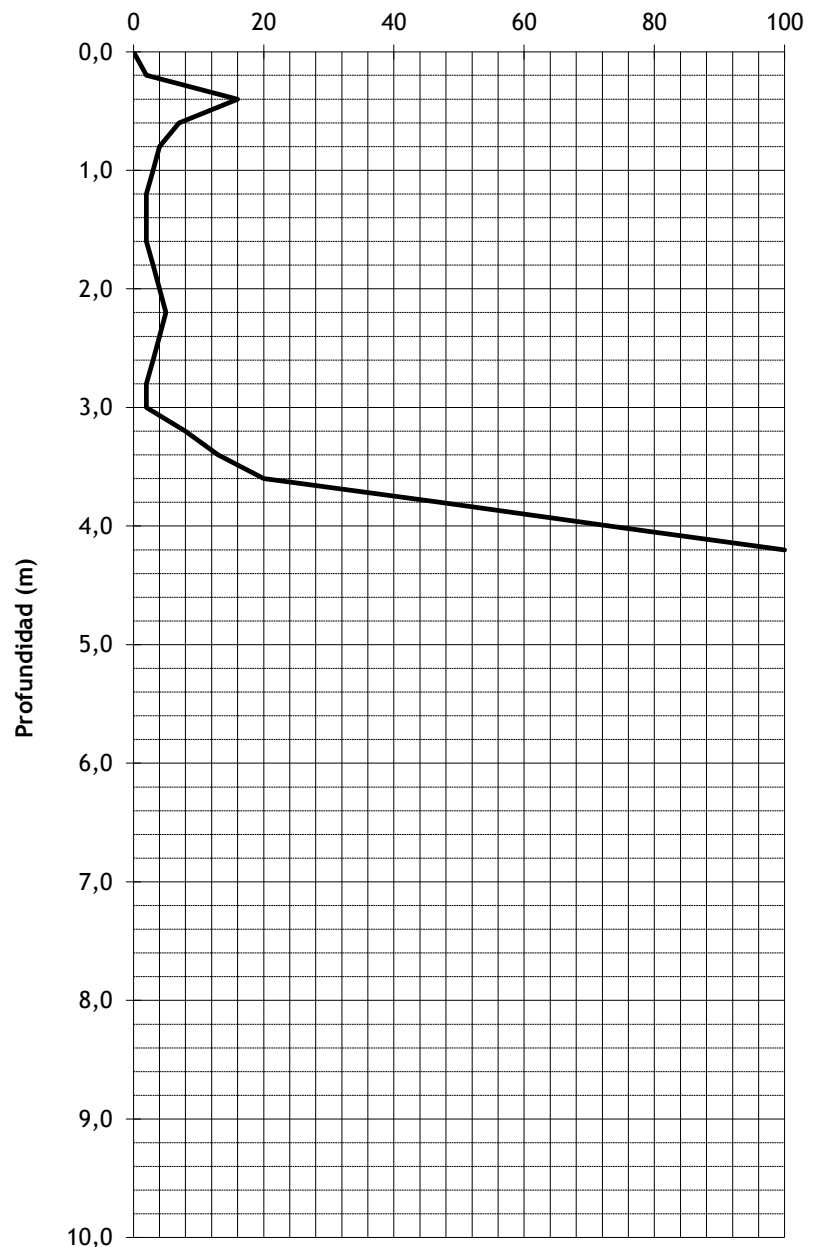
Penetración N°: 3

Referencia: G12600

Fecha: 21 de mayo de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	2
0.20-0.40	16
0.40-0.60	7
0.60-0.80	4
0.80-1.00	3
1.00-1.20	2
1.20-1.40	2
1.40-1.60	2
1.60-1.80	3
1.80-2.00	4
2.00-2.20	5
2.20-2.40	4
2.40-2.60	3
2.60-2.80	2
2.80-3.00	2
3.00-3.20	8
3.20-3.40	13
3.40-3.60	20
3.60-3.80	47
3.80-4.00	73
4.00-4.20	RECHAZO
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 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

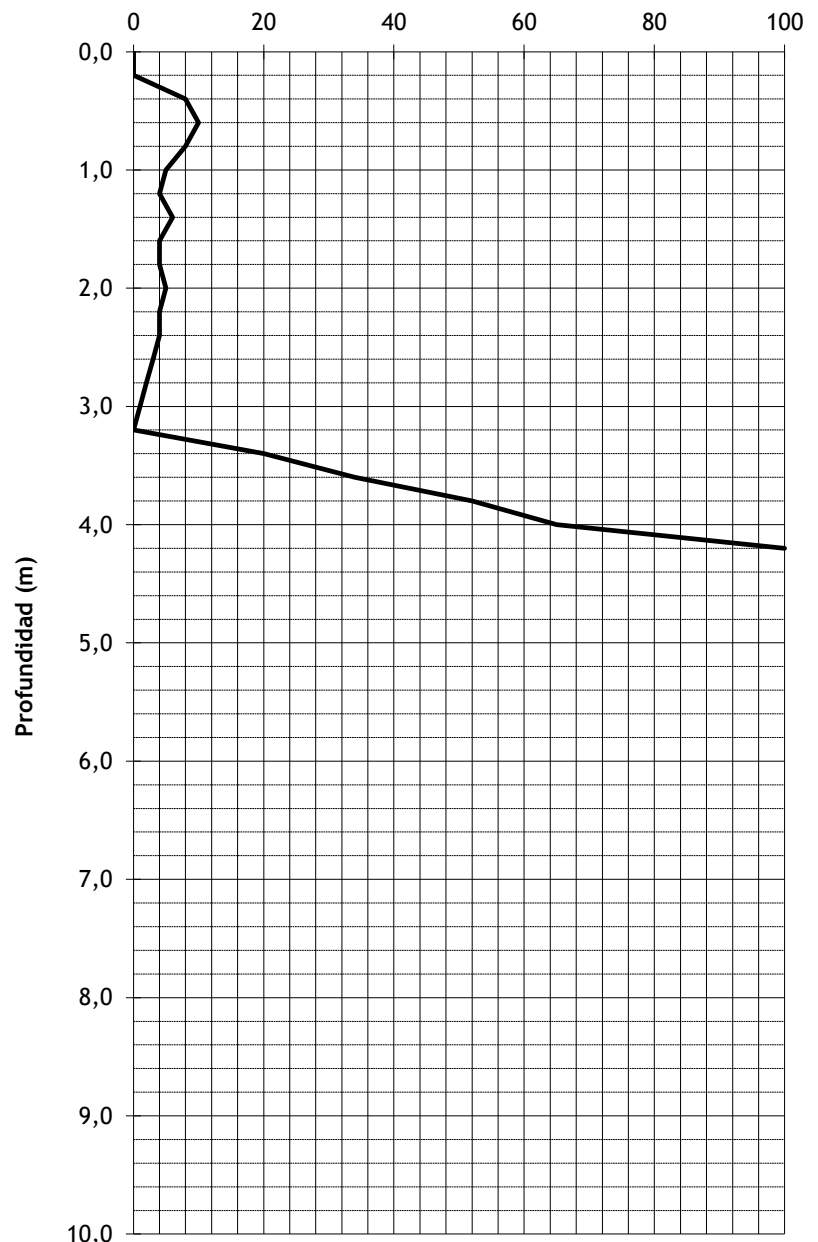
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Cubierta deportiva en Falces (Navarra)
Cliente: AYUNTAMIENTO DE FALCES
Ref. Inf.: ES/GE048/0520

Penetración N°: 4
Referencia: G12600
Fecha: 21 de mayo de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	8
0.40-0.60	10
0.60-0.80	8
0.80-1.00	5
1.00-1.20	4
1.20-1.40	6
1.40-1.60	4
1.60-1.80	4
1.80-2.00	5
2.00-2.20	4
2.20-2.40	4
2.40-2.60	3
2.60-2.80	2
2.80-3.00	1
3.00-3.20	0
3.20-3.40	20
3.40-3.60	34
3.60-3.80	52
3.80-4.00	65
4.00-4.20	RECHAZO
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	



ANEXO N° 4

PERFILES DE CORRELACIÓN

ANEXO N° 5

BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

**DETERMINACIÓN DE
LÍMITES DE ATTERBERG**

Norma

UNE 103103/94 103104/93

Acta n°

AN049644

N° Copia

Copia 1. AYUNTAMIENTO**Referencia Muestra.... N13088**

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA ALTERADA
FECHA ENTRADA 18 DE MAYO DE 2020

Referencia Informe..... EN-463

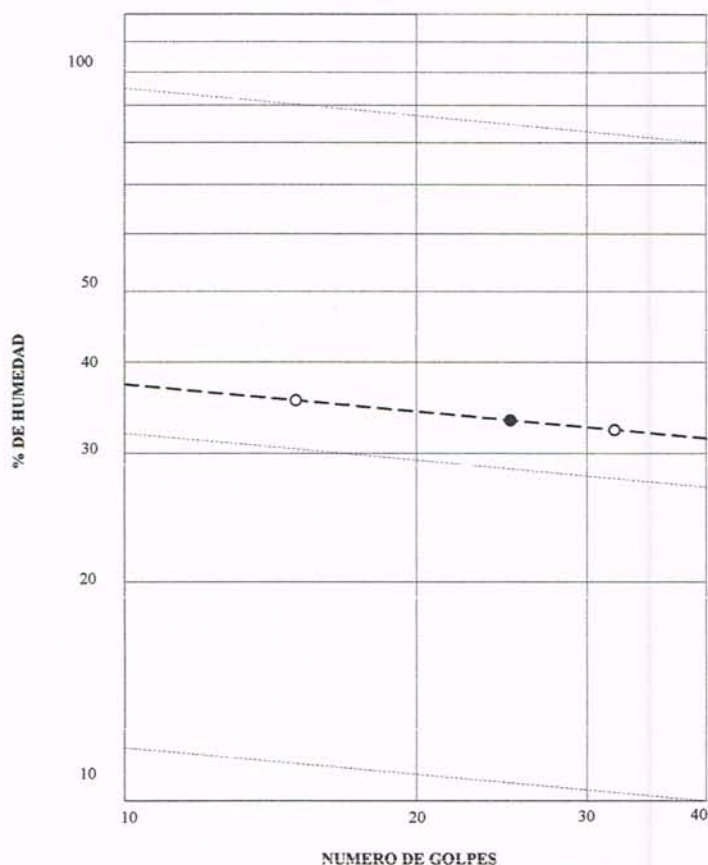
REF. CLIENTE S1 M1 DE 1,5 A 2 METROS
PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
DEN. OBRA FALCES

CALCULO LIMITE LIQUIDO

-	Nº de golpes	15	32
-	Referencia tara	L11	L12
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	3,40	2,81
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	22,37	20,77
$t+s$	Tara + suelo	18,97	17,96
t	Tara	9,40	9,28
$s=(t+s)-t$	Suelo	9,57	8,68
$w=100*(a/s)$	% Humedad	35,5	32,4

CALCULO LIMITE PLASTICO

-	Referencia tara	L10	L13
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,76	0,61
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	13,83	12,82
$t+s$	Tara + suelo	13,07	12,21
t	Tara	9,43	9,31
$s=(t+s)-t$	Suelo	3,64	2,90
$w=100*(a/s)$	% Humedad	20,9	21,0

**RESULTADOS DEL ENSAYO****LIMITE LIQUIDO = 33,4****LIMITE PLASTICO = 21,0****INDICE PLASTICIDAD = 12,4**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 3 DE JUNIO DE 2020

HOJA 1 DE 2

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.

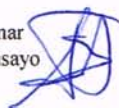
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra (<http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm>)

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>		CONTENIDO DE	
					SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	Cañada Real de Imas, nave 12		<i>Norma</i>		UNE 83001:2000	
	31240 Ayegui- Navarra		<i>Acta nº</i>		<i>Nº Copia</i>	
	T. y F. 948 55 48 11		AN049645		Copia 1. AYUNTAMIENTO	

Referencia Muestra....	N13088	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 M1 DE 1,5 A 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	18 DE MAYO DE 2020	DEN. OBRA	FALCES

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco) = $(0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	1496,37

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 3 DE JUNIO DE 2020

HOJA 2 DE 2

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

**GRANULOMETRÍA DE SUELOS
POR TAMIZADO**

Norma

UNE 103101/95

Acta n°

AN049639

N° Copia

Copia 1. AYUNTAMIENTO**Referencia Muestra.... N13086**

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA ALTERADA
FECHA ENTRADA 18 DE MAYO DE 2020

Referencia Informe..... EN-463

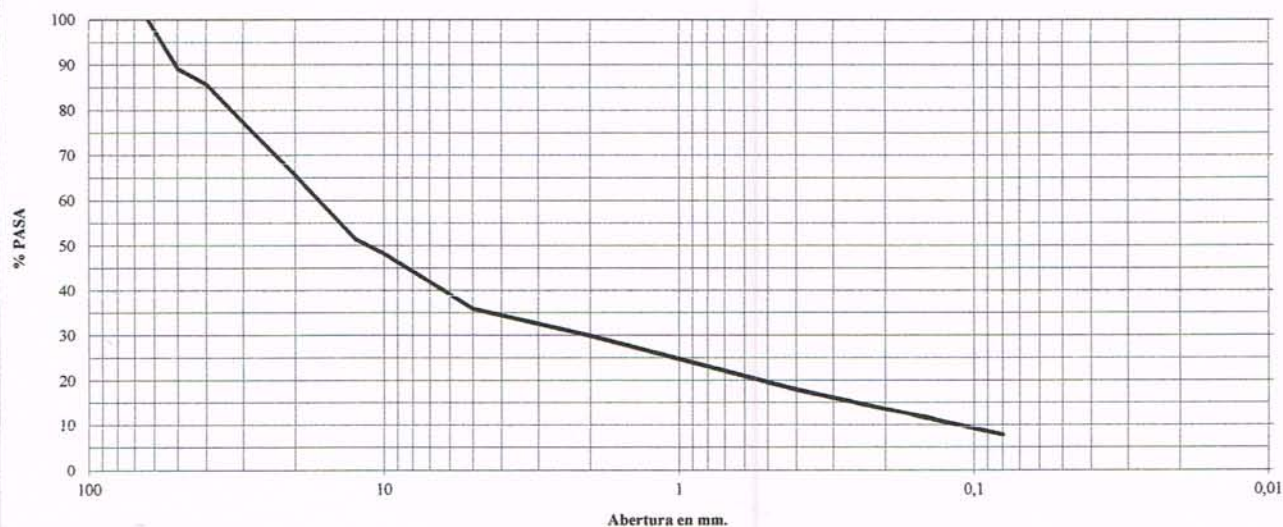
REF. CLIENTE S1 M2 DE 3,6 A 4,2 METROS
PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
DEN. OBRA FALCES

CALCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire	3953,0
B	Gruesos lavados	2771,6
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	1181,0
$D = (B + C)$	Muestra total seca	3952,6
E	Frac. fina ensayada seca al aire	149,9
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	149,9
C/F		7,9

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO

Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	
63	2,5			3952,6	100
50	2		429,2	3523,4	89
40	1,5		134,0	3389,4	86
25	1		545,4	2844,0	72
20	3/4		247,8	2596,2	66
12,5	1/2		559,9	2036,3	52
10	3/8		128,3	1908,0	48
5	4		487,4	1420,6	36
2	10		239,6	1181,0	30
0,4	40	59,7	470,5	710,5	18
0,08	200	50,9	401,2	309,4	8



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui,

3 DE JUNIO DE 2020

HOJA 1 DE 2

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

*Ensayo***CONTENIDO DE
SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS***Norma***UNE 83001:2000***Acta n°***AN049640***N° Copia***Copia 1. AYUNTAMIENTO**

Referencia Muestra....	N13086	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 M2 DE 3,6 A 4,2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	18 DE MAYO DE 2020	DEN. OBRA	FALCES

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

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

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 3 DE JUNIO DE 2020

HOJA 2 DE 2

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>))

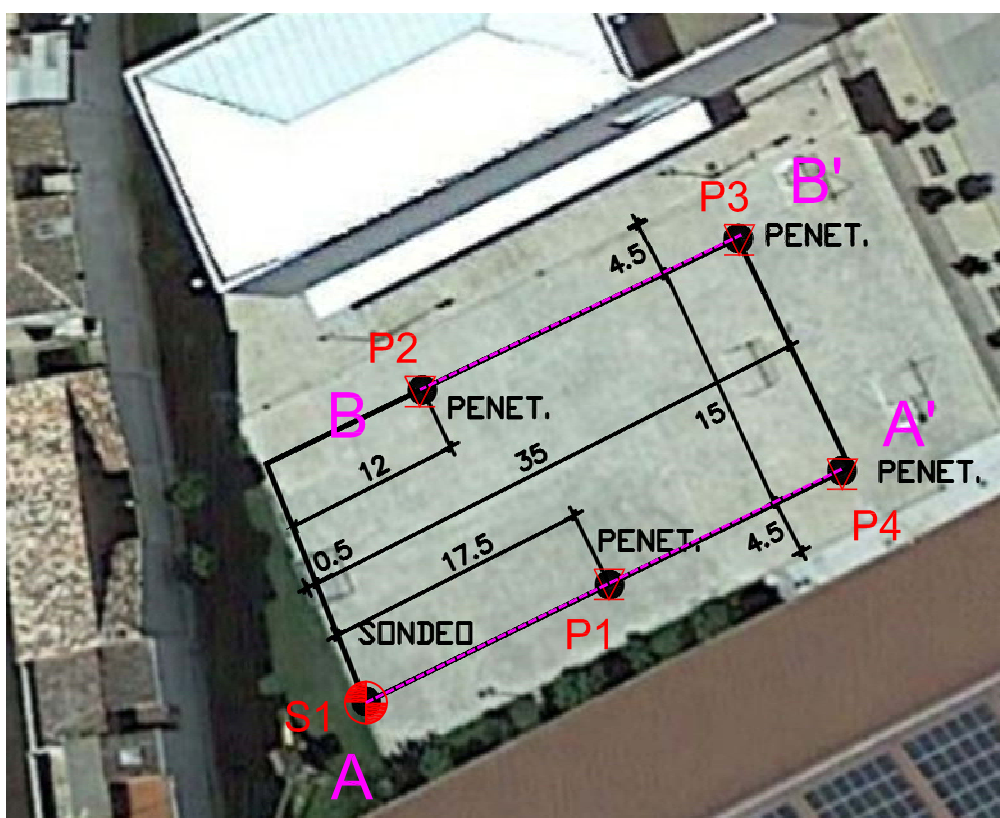
ANEXO N° 6

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

Obra: Construcción de una cubierta deportiva en parcela 716 pol. 2, Falces (Navarra).
 Referencia: ES/GE048/0520



Sin escala



Escala 1/500