

PROYECTO DE EJECUCIÓN

ANEJO 4. ESTUDIO GEOTECNICO

REFORMA DE PISCINAS MUNICIPALES DE ABÁIGAR

PLAZA LOS FUEROS, 9

POLIGONO 1, PARCELA 393

ABÁIGAR

NAVARRA



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA REFORMA DE
LAS PISCINAS DE ABAIGAR (NAVARRA).**

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

REF. INFORME: ES/GE043/0326

ESTELLA, ABRIL 2026

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Metodología	3
3	Características del terreno	4
	3.1 Marco geológico, cartografía	4
	3.2 Hidrogeología	5
	3.3 Hidrología. Inundabilidad	6
	3.4 Sismicidad	7
4	Trabajos de campo.....	9
	4.1 Descripción de la calicata-sondeo.	9
	Ensayo estándar de penetración (SPT).....	10
	4.2 Descripción de los penetrómetros	11
5	Cálculo de tensiones	14
	5.1 Resultado de los Ensayos de Penetración.....	14
6	Ensayos de laboratorio	16
7	Características geotécnicas de los materiales	18
8	Soluciones de cimentación.....	20
	8.1 Estimación de asientos	21
	8.1.1 Cimentación mediante zapatas en NG I.....	21
	8.1.2 Cimentación mediante losa en NG I.	22
9	Estabilidad de taludes y ripabilidad	24
	9.1 Estabilidad de taludes	24
	9.2 Ripabilidad	24
10	Estimación del grado de permeabilidad de los horizontes	25
11	Protección frente a exposición al radón	27
12	Conclusiones y recomendaciones	29

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.

ANEXO 2: Descripción de calicata-sondeo y fotografías.

ANEXO 3: Registro de ensayos de penetración dinámica.

ANEXO 4: Perfil de correlación.

ANEXO 5: Boletín de los ensayos de laboratorio.

ANEXO 6: Plano de ubicación de pruebas realizadas.

ANEXO 7: Reportaje fotográfico.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA Geólogos S.L.**, a requerimiento de **Daniel Azpilicueta** en representación del **AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR** la prestación de servicios profesionales con relación al Proyecto de Reforma de las piscinas de Abaigar (Navarra), situadas en la parcela 393 polígono 1 de dicha localidad.



Fragmento del plano catastral de la zona con la parcela sombreada

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico y geotécnico del terreno sobre el que se va a ejecutar la obra proyectada.

En relación a la caracterización de las construcciones proyectadas 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-0, y un grupo de terreno T-1 (Terrenos favorables, con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados).

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 estudios geotécnicos, 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 de laboratorio se han realizado por un laboratorio, GEEA Geólogos S.L., acreditado para la realización de dichos ensayos.

Siendo estas cuestiones las que se exponen en este informe con fecha 23 de abril de 2026.

2 METODOLOGÍA

Una vez 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 172 (Allo), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra// Mapa geológico de Navarra, hoja 172-I (Arróniz), escala 1:25.000.
3. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento del CTE

1. Superficie construida inferior a 300 m².
2. Tipo de construcción C-0, grupo de terreno T-1.
3. Ensayos de campo: un sondeo-calicata (anexo 2) y tres ensayos DPSH (anexo 3).
4. Caracterización de los horizontes de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Sección geotécnica realizada (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 y asentos (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
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).
9. Estimación de la permeabilidad de los horizontes (apartado 10).
10. Protección frente a exposición al radón (apartado 11).

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

Desde el punto de vista orográfico, esta zona se caracteriza por presentar alturas medias, comprendidas entre los 400 y 600 m, a excepción de una pequeña área situada en los Picos de Montejurra (al Sur de Estella), donde el relieve supera los 1.000 m de altitud.

Desde el punto de vista geológico, la zona está situada en el borde de la Depresión del Ebro. Los materiales que la constituyen son de origen continental, y principalmente de edades comprendidas entre el Oligoceno y el Mioceno.

Desde el punto de vista estructural, lo que ha caracterizado a esta zona es su relativa movilidad tectónica que ha ido acompañada de variaciones de cierta importancia en el espesor de las series detríticas. El hecho que más ha influido en la formación de estructuras es el diapiro de Estella y en menor medida el de Alloz, dando estructuras como la falla inversa de Ayegui, la falla de Muniain y las fallas transversales asociadas a ellas, la de Urbiola, Luquin. Otras estructuras relacionadas en parte con el diapiro son los sinclinales de Murieta y Olejúa-Monjardín y las fallas de Oco y de Learza-Monjardín.

La evolución tectónica global de la zona debe enmarcarse en el contexto de la apertura del Golfo de Vizcaya en relación con las fases alpinas que estructuraron la cadena Pirenaica.

En la estratigrafía se diferencian dos grupos sedimentarios diferentes, por una parte, el complejo marino, que comprende distintas litofacies de calizas, areniscas, margas, arcillas y yesos de edades comprendidas entre el Keuper y Eoceno. Por otra el complejo continental que está constituido por limos, margas, yesos y calizas de edades comprendidas entre el Heado-niense y el Astaraciense. Dentro del complejo continental se han diferenciado a su vez cuatro unidades tectosedimentarias separadas unas de otras por discontinuidades sedimentarias.

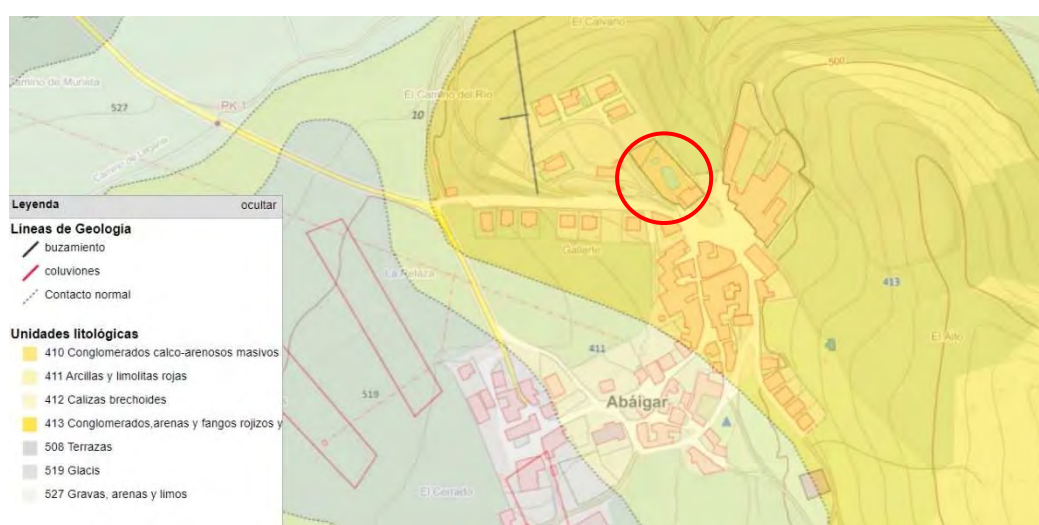
Estratigráficamente y limitándonos al área de Abaigar afloran unas calizas del Orlea-niense-Astaraciense, que forman el sinclinal de Murieta y están constituidas por una alternancia de calizas beiges, en capas de 0,50 m de potencia. Rellenando este sinclinal existen unas arcillas rojas del Plioceno apoyándose discordantemente sobre las unidades anteriores. Se trata de arcillas y limos de color rojizo intenso, con cantos de calizas dispersos.

Sobre los materiales descritos, la red de drenaje ha depositado durante el Cuaternario materiales de acarreo y se ha formado una extensa cobertera cuaternaria con el desarrollo de terrazas aluviales asociadas al río Ega y a sus afluentes, con un predominio de cantos rodados

en una matriz arenosa; depósitos coluviales y de fondo de valles formados por gravas, arenas, y arcillas; de relativa importancia en la zona de estudio.

Concretamente la parcela objeto de estudio se sitúa argilitas y limolitas pertenecientes al sustrato rocoso terciario, sobre las que se ha depositado un nivel de gravas interpretado como materiales cuaternarios de origen coluvial-aluvial.

A continuación, podemos ver una imagen de la cartografía de la zona en la que se encuentra la parcela estudiada, extraída del visor navarra.es, en donde señalamos la posición de la misma mediante el círculo rojo.



De acuerdo con dicha cartografía, la parcela se ubica sobre los conglomerados, arenas y fangos que forman el sustrato rocoso terciario (color amarillo 413), sobre el cual se ha observado durante la ejecución de los trabajos de campo, la existencia de un importante paquete de gravas arenosas interpretadas como depósitos coluviales-aluviales cuaternarios.

En el anexo 1 se encuentra el mapa geológico de la zona y la leyenda del mismo.

3.2 HIDROGEOLOGÍA

La zona de estudio se encuentra dentro del sistema de acuífero número 09-04-05 Aluvial del Ebro, Lodosa-Tudela. La red principal de drenaje de la zona de trabajo la constituye el río Ega.

Con respecto al comportamiento hidrogeológico, en la parcela objeto de estudio, se reconocen dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- Los depósitos coluviales-aluviales cuaternarios son materiales permeables, que pueden constituir un acuífero con permeabilidad por porosidad. El límite inferior de este acuífero es netamente erosivo sobre las unidades miocenas. Su coeficiente de permeabilidad se estima elevado, superior a 10^{-4} m/s.
- Las argilitas terciarias que forman el sustrato rocoso son materiales de baja permeabilidad. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar parte del agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés. Para este material se estima un coeficiente de permeabilidad cercano a 10^{-9} m/s.

No se ha observado entrada de agua en el sondeo-cata durante su ejecución, habiéndose alcanzado una profundidad máxima de 4,00 metros.

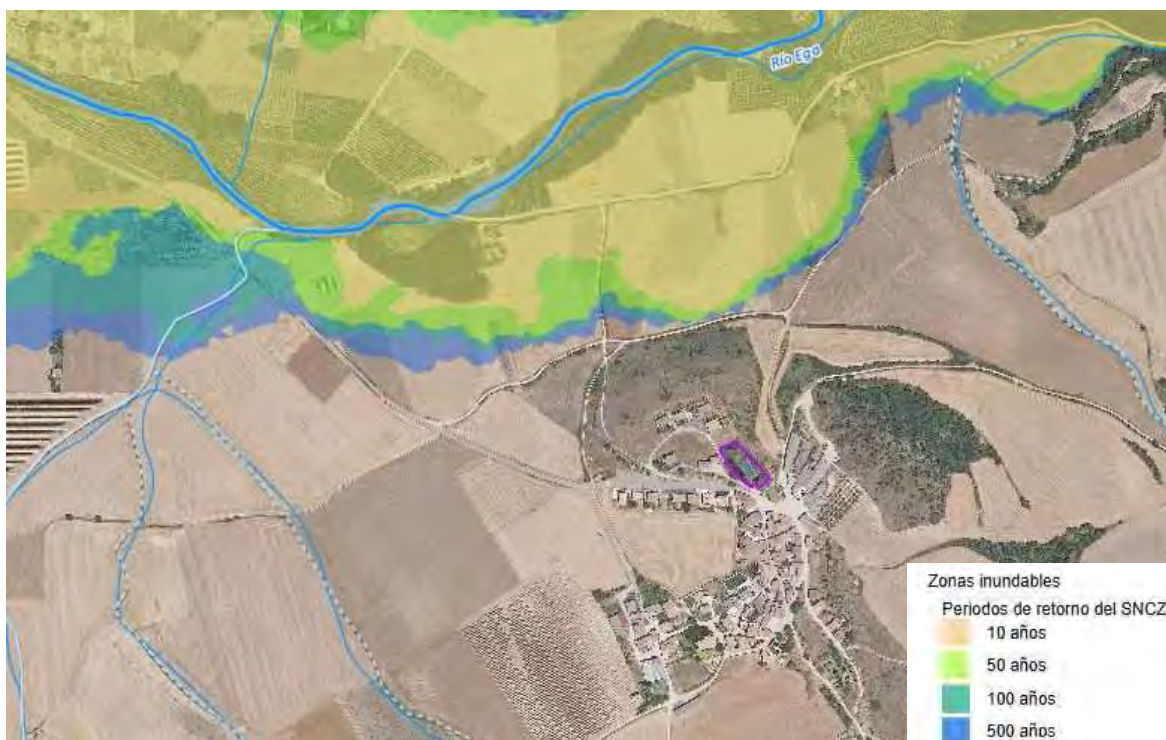
3.3 HIDROLOGÍA. INUNDABILIDAD

Hidrológicamente, Abaigar se encuentra situada en la Cuenca del Ega, que de forma general se sitúa en la Cuenca hidrográfica del Ebro, siendo el río Ega el curso fluvial más cercano.

El Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, define como zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos.

El Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), de acuerdo con el Real Decreto 903/2010, estipula y delimita las áreas inundables correspondientes a los escenarios de alta probabilidad de inundación (período de retorno de 10 años), media probabilidad de inundación (período de retorno de 100 años) y baja probabilidad de inundación (período de retorno de 500 años).

A continuación, exponemos la imagen de la zona en la que se sitúa la parcela objeto de estudio, con las áreas delimitadas como zonas inundables para los distintos periodos de retorno (fuente: visor IDENA).



Como se puede observar, la parcela queda fuera de la zona definida como inundable.

3.4 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, Abaigar (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 $a_b=0,07g$.

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.

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).

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. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, (a_c) es igual o mayor a 0,08g.

En los casos en que sea de aplicación esta Norma no se utilizarán estructuras de mampostería en seco, de adobe o de tapial en las edificaciones de importancia normal o especial.

En los edificios en que ha de aplicarse esta Norma se requiere calcular la construcción para la acción sísmica definida en el capítulo 2, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3 de la presente Norma y cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4.

Por lo tanto la **aceleración sísmica de cálculo**, para el caso que nos ocupa, vendría dada por la siguiente expresión:

$$a_c = S \times r \times a_b$$

Siendo:

a_b Aceleración sísmica básica

ρ coeficiente adimensional de riesgo

S Coeficiente de ampliación del terreno

ac Aceleración sísmica de cálculo	0.0346667	$a_c = S \times \rho \times a_b$	
ab Aceleración sísmica básica	0.04		
ρ coeficiente adimensional de riesgo	1	1,0 Normal imp. 1,3 Especial Imp.	
S Coeficiente de ampliación del terreno	0.87	Para $\rho \times a_b \leq 0,1$ g Para $0,1g < \rho \times a_b \leq 0,4$ g Para $0,4g < \rho \times a_b$	$S = C/1,25$ $S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b/g - 0,1) (1 - C/1,25)$ $S = 1,0$
El coeficiente C depende del terreno	1.08		
tipo I: roca compacta C=1			
tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro C=1,3			
tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme C=1,6			
tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando C=2,0			

4 TRABAJOS DE CAMPO

Para establecer las características geotécnicas del terreno, se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la realización de una cata-sondeo mecánico y tres ensayos de penetración dinámica.

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

La calicata-sondeo de reconocimiento nos permite reconocer el terreno hasta la profundidad requerida, siendo no superior a 4 metros. Durante su ejecución se pueden realizar ensayos de resistencia si se considera necesario. De ella se han extraído dos 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.

En el momento de ejecución de los ensayos de campo, la superficie de la parcela se encuentra regular, con una ligera pendiente descendente hacia el sur.

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), la descripción del sondeo-cata (anexo 2), el registro de los penetrómetros (anexo 3), perfiles de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5), croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6) y reportaje fotográfico (anexo 7).

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA-SONDEO.

Para la descripción de la cata-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.

El día 14 de abril de 2026 se realizó una calicata-sondeo de reconocimiento mediante una sonda Tecoinsa TP-30/LR, montada sobre Land Rover, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 113 mm. El perfil litológico observado en la misma, junto a su descripción y fotografías se presenta en el anexo 2 del presente informe. Su situación viene indicada en el plano del anexo 6.

El perfil litológico observado en la calicata-sondeo de reconocimiento es el que a continuación se detalla:

<u>Cata Sc1</u>	<u>Perfil litológico</u>
0,00-0,60	Tierra vegetal arcillosa con cantos. Color marrón oscuro. Rellenos.
0,30-3,80	Gravas de cantos subredondeados y subangulosos de tamaño variable en matriz areno limosa. Depósitos coluviales-aluviales cuaternarios.
3,80-4,00	Limos arcillosos de color ocre amarillento. Posible perfil del sustrato rocoso terciario.

No se observa presencia de agua en la cata-sondeo.

Ensayo estándar de penetración (SPT)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de la cata-sondeo, se han realizado dos ensayos de penetración estándar (SPT), 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-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014.

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.

En la siguiente tabla se muestra la profundidad y los valores obtenidos en los ensayos realizados:

Profundidad	Valores SPT	N ₃₀	Consistencia	Litología
2,00-2,60	15-10-13-20	23	Media	Gravas arenosas
4,00-4,24	22-50Rfl9	R	Densa	Limos arcillosos

El alcance del rechazo en el caso del ensayo realizado en el fondo de la cata-sondeo, sobre limos arcillosos, permiten interpretar que dicho material corresponde al sustrato rocoso terciario.

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 hincas 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.º de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno (N₂₀).

El día 13 de marzo de 2026 se realizaron tres ensayos de penetración dinámica, cuyos registros se incluyen en el anexo 3, y su ubicación dentro de la parcela de proyecto se puede encontrar en el anexo 6. Inicialmente se planteó realizar dos ensayos, pero se decidió hacer un tercero para descartar la posibilidad de falso rechazo.

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.

Resultado de los ensayos de penetración

A continuación, se exponen en una tabla los golpes registrados mediante la ejecución de los ensayos de penetración, cuyas interpretaciones se exponen en el apartado 5.1.

Prof.	P-1	Qad	P-2	Qad	Prof.	P-3	Qad
0.2	0	0	2	0.38	0.2	0	0
0.4	1	0.19	28	5.32	0.4	6	1.14
0.6	1	0.19	100	19	0.6	20	3.8
0.8	14	2.66			0.8	49	9.31
1	53	9.01			1	100	17
1.2	100	17			1.2		

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 (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/cm².
- R_e = resistencia estática.
- F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

5.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN

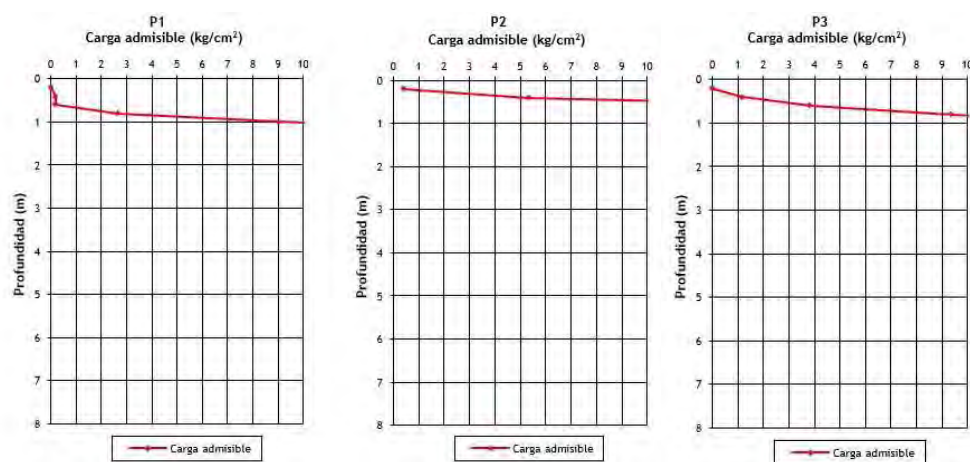
Se han realizado tres ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en la cata-sondeo.

El plano con la ubicación de dichos ensayos se encuentra en el anexo 6.

El ensayo de penetración dinámica presenta 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 dichos ensayos. Hay que señalar que las profundidades indicadas se miden a partir del inicio del ensayo.

Ensayo	Profundidad (m)	Resist. estimada (kg/cm ²)
P-1	0,00-0,60	0,00
	0,60-0,80	2,00
	0,80-1,20	3,00
	1,20	Rechazo
P-2	0,00-0,20	0,25
	0,20-0,60	3,00
	0,60	Rechazo
P-3	0,00-0,40	0,25
	0,40-1,00	3,00
	1,00	Rechazo

A continuación, podemos ver la gráfica de la evolución de las cargas en profundidad para cada ensayo.



Se observa que en todos los casos alcanzan el rechazo de forma rápida, entre 0,60 y 1,20 metros de profundidad, interpretándose que dicho rechazo se alcanza al llegar al techo de las gravas.

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 del sondeo-cata realizado, se seleccionaron varias muestras representativas de los materiales reconocidos para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. Dichas muestras se tomaron a 3,00 y 3,80 metros de profundidad.

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

Denominación ensayo	Norma aplicada	Número
Granulometría por tamizado	UNE 103101/95	2
Límites de Atterberg	UNE 103103/94-103104/93	2
Contenido en sulfatos	UNE 83001/00	2
Colapso de un suelo	NLT 254/99//UNE 103405/94	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 6, adjunto al final de la presente memoria.

	S1M1	S1M2
N.º referencia	N23101	N23103
Profundidad (m)	3,00-3,60	3,80-4,00
Pasa tamiz 0,4-0,08 (%)	76-58	97-85
Límite líquido	18,4	22,4
Límite plástico	14,7	17,5
Índice de plasticidad	3,7	4,9
Sulfatos (mg/kg)	0	1.126
Colapso	--	5,20
Clasificación ASTM	CL-ML	CL-ML
Clasificación AASHTO	A-4	A-4
Suelo	ARENAS	ARCILLAS

El contenido en sulfatos en los análisis realizados indica que los materiales no presentan contenido en sulfatos, por lo que se consideran **no agresivos al hormigón**.

Las arcillas terciarias tienen un índice de colapso elevado por lo que se deberán tener precauciones de cara a posibles fugas de agua, que pueden ser el revulsivo necesario para que se produzcan los colapsos.

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 niveles geotécnicos definidos en función a los horizontes litológicos observados son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0, tierra vegetal con cantos dispersos.** Nivel observado en la cata-sondeo con espesor de 60 cm. Constituye el jardín de las piscinas.
- **Nivel geotécnico I, gravas de cantos subredondeados y subangulosos de tamaño variable en matriz arenosa limosa**, de color claro, interpretadas como depósitos coluviales-aluviales cuaternarios. Este nivel se observa en el sondeo-cata hasta 3,80 metros de profundidad. Los ensayos de penetración dinámica realizados alcanzan el rechazo en el techo de este nivel. Sobre estas gravas se ha realizado a 2 metros de profundidad un ensayo de penetración estándar SPT en el que se ha obtenido un valor de N_{30} de 23. Este nivel se correlaciona con valores de carga admisible variables de entre 2,00 y 3,00 Kg/cm². Los parámetros geotécnicos considerados para este nivel, considerando el valor de N_{30} de 23 son:

Naturaleza	Granular
Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,90-2,10
Cohesión drenada c_d (kg/cm ²)	0,00-0,05
Ángulo de rozamiento drenado ($^\circ$)	35,12
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	263,10
Carga admisible (kg/cm ²)	2,00-3,00
Coeficiente de balasto $K_{\phi 30}$ (kg/cm ³)	18,06
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm ³)	15,29

- **Nivel geotécnico II, limos arcillosos de color ocre**, interpretados como posible perfil de meteorización del sustrato terciario con alteración de grado IV-II. Este material se observa en la cata-sondeo a partir de 3,80 metros, no habiéndose observado su base. A 4,00 metros de profundidad se ha realizado un ensayo de penetración SPT para evaluar su compacidad, alcanzándose el rechazo a 4,24 metros, lo que podría indicar que a partir de esa profundidad podría aparecer el sustrato rocoso poco alterado. Este nivel se correlaciona con valores de carga admisible de 3,00 Kg/cm² por debajo de la cota de alcance del rechazo del ensayo SPT, a partir de 4,24 metros de profundidad.

Los parámetros geotécnicos considerados para este nivel en su zona superficial más alterada, considerando un valor de N_{30} de 22, son:

Naturaleza	Cohesiva
Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,85-1,95
Resistencia compresión simple q_u (kg/cm ²)	2,75
Cohesión no drenada c_u (kg/cm ²)	1,38
Ángulo de rozamiento (°)	0,00
Cohesión drenada c_d (kg/cm ²)	0,28
Ángulo de rozamiento drenado (°)	25,60
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	178,75
Carga admisible (kg/cm ²)	2,00
Coeficiente de balasto $K_{\phi 30}$ (kg/cm ³)	8,63
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm ³)	7,31

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 al hecho de que los razonamientos aquí expuestos han sido planteados sobre la base de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados, con sus limitaciones correspondientes, referidas a lo largo del presente informe.

En la parcela objeto de estudio está proyectada la reforma de las piscinas de Abaigar, para lo cual se prevé la ejecución de un sótano con una excavación de en torno a los 3,00-3,50 metros de profundidad para la instalación de distintas infraestructuras.

De acuerdo con las pruebas de campo realizadas, el subsuelo de la parcela está formado por un potente nivel de gravas arenosas, bajo el que aparecen limos arcillosos interpretados como el sustrato rocoso de la zona, a partir de 3,80 metros de profundidad.

A partir de los trabajos realizados y los resultados obtenidos se pueden plantear las siguientes soluciones de cimentación una vez realizada la excavación:

- Ejecución de una **cimentación superficial mediante zapatas aisladas y/o corridas apoyadas en el nivel geotécnico I, gravas areno limosas, con una carga de trabajo no superior a 2,00 kg/cm².**
- Ejecución de una **cimentación superficial mediante losa armada en el nivel geotécnico I, gravas areno limosas, con una carga de trabajo no superior a 2,00 kg/cm².**

En cualquier caso, el apoyo de la cimentación deberá realizarse desde una planta geoméricamente 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 blanqueos 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.

No se ha observado entrada de agua en la cata-sondeo durante su excavación, habiéndose alcanzado una profundidad máxima de 4,00 metros.

8.1 ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

8.1.1 Cimentación mediante zapatas en NG I.

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:

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

siendo:

C_1 : Un factor de forma que depende de la profundidad de empotramiento de la zapata y de valor:

$$C_1 = 1 - 0,5 \frac{q_0}{q}$$

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 N_{20} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para el tipo de suelo que nos ocupa, gravas areno limosas, dicha relación es igual a 8. Tomando un valor de N_{30} de 23, obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 345 \text{ kg/cm}^2$ y $E = 483 \text{ kg/cm}^2$ 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)	0,25	0,37	0,49	0,61
Zapatas corridas				
Ancho B (m)	0,60	0,80	1,00	1,20
Asiento (cm)	0,22	0,29	0,36	0,43

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

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

Asiento	Máximo (mm)		Diferencial (mm/m)
	Granular	Cohesivo	
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.

8.1.2 Cimentación mediante losa en NG I.

Los asientos producidos por una cimentación mediante losa los estimamos mediante 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:

$$S(z) = \frac{qB}{2E} (Mf_{1(A, B, z)} - Nf_{2(A, B, z)})$$

Siendo:

q = presión unitaria

B = Ancho de la cimentación

E = Modulo elástico

$M = 1 - \nu^2$

A = Lado mayor

$N = 1 - \nu - 2\nu^2$

$n = z/B$

$m = A/B$

f_1 y f_2 = funciones dependientes de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad estimada al sustrato rocoso indeformable, dadas por las expresiones:

$$f_1 = \frac{1}{p} \left\{ Ln \frac{\sqrt{(1+n^2+m^2)}+n}{\sqrt{(1+n^2+m^2)}-n} + Ln \frac{\sqrt{(1+n^2+m^2)}+1}{\sqrt{(1+n^2+m^2)}-1} \right\}$$

$$f_2 = \frac{m}{p} \arctg \frac{n}{\sqrt{m(1+n^2+m^2)}}$$

Para el cálculo del asiento se han diferenciado los siguientes niveles deformables, con los siguientes parámetros:

Nivel geotécnico	NG I	NG II
Módulo de elasticidad E	263	178
Coefficiente de poisson v	0,30	0,30

De cara a la seguridad, consideramos una columna litológica formada por el nivel geotécnico I hasta 4,24 metros, profundidad a la que se alcanza el rechazo del ensayo SPT realizado en el fondo de la cata-sondeo. A dicha profundidad se podría interpretar la aparición del nivel no deformable.

Para el modelo geotécnico definido, con los parámetros comentados para cada nivel, considerando una losa de dimensiones 11,40 x 4,40 metros, con una carga de trabajo de 2,00 kg/cm², y una distancia desde la cara baja de la losa al sustrato indeformable de 1,24 metros, obtenemos un valor de asiento de **S = 0,60 cm**. Dicho valor es inferior a las dos pulgadas.

9 ESTABILIDAD DE TALUDES Y RIPABILIDAD

9.1 ESTABILIDAD DE TALUDES

De acuerdo con la información del proyecto facilitada por el peticionario, se prevé la ejecución de una excavación de en torno a los 3,00-3,50 metros de profundidad. Sin ser éste un estudio de estabilidad, exponemos a continuación algunas consideraciones a este respecto.

La excavación requerida afectará al nivel de gravas areno limosas definidas como nivel geotécnico I. Dichas gravas son consideradas como un suelo.

Para los taludes de excavación en suelos (tierra vegetal y gravas arenosas), se recomiendan taludes provisionales máximos 2H:3V (54°), aunque los rellenos de urbanización en caso de no presentar cohesión pueden requerir taludes más tendidos 2H:1V (27°).

En caso de requerirse taludes más verticalizados se recomienda la realización de soluciones de contención previas al vaciado. Los parámetros geotécnicos necesarios para el cálculo de sostenimientos se localizan en el apartado 7 del presente informe.

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, aspectos que se deberán controlar en el momento de realización de la obra.

9.2 RIPABILIDAD

Respecto a la ripabilidad, los materiales pertenecientes a los niveles 0 y I (tierra vegetal y gravas) se consideran ripables mediante máquina retroexcavadora convencional, pudiendo requerir las gravas el uso de martillo de forma puntual en zonas que puedan estar cementadas.

El nivel geotécnico II por debajo de la cota de rechazo del SPT (4,24 metros de profundidad), se considera no excavable, requiriendo el uso de martillo.

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

11 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/m³.

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/m³
- Zonas de riesgo II: si superan los 600 Bq/m³

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), **Abaigar (Navarra) no se encuentra dentro de ninguna de las zonas clasificadas de riesgo**, por lo que no se requiere la toma de medidas a este respecto.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se solicita a **GEEA Geólogos S.L.** a requerimiento de **Daniel Azpilicueta** en representación del **AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR** la prestación de servicios profesionales con relación al Proyecto de Reforma de las piscinas de Abaigar (Navarra), situadas en la parcela 393 polígono 1 de dicha localidad.
- El perfil geotécnico definido para la parcela objeto de estudio está formado por los siguientes niveles:
 - **Nivel geotécnico 0, tierra vegetal con cantos dispersos.** Nivel observado en la cata-sondeo con espesor de 60 cm. Constituye el jardín de las piscinas.
 - **Nivel geotécnico I, gravas de cantos subredondeados y subangulosos de tamaño variable en matriz arenosa limosa**, de color claro, interpretadas como depósitos coluviales-aluviales cuaternarios. Este nivel se observa en el sondeo-cata hasta 3,80 metros de profundidad.
 - **Nivel geotécnico II, limos arcillosos de color ocre, interpretados como posible perfil de meteorización del sustrato terciario con alteración de grado IV-II.** Este material se observa en la cata-sondeo a partir de 3,80 metros, no habiéndose observado su base. A 4,00 metros de profundidad se ha realizado un ensayo de penetración SPT para evaluar su compacidad, alcanzándose el rechazo a 4,24 metros, lo que podría indicar que a partir de esa profundidad podría aparecer el sustrato rocoso poco alterado.
- No se ha observado entrada de agua en la cata-sondeo durante su excavación, habiéndose alcanzado una profundidad máxima de 4,24 metros.
- A partir de los trabajos realizados y los resultados obtenidos se pueden plantear las siguientes soluciones de cimentación, una vez ejecutada la excavación:
 - Ejecución de una **cimentación superficial mediante zapatas aisladas y/o corridas apoyadas en el nivel geotécnico I, gravas areno limosas**, con una carga de trabajo no superior a 2,00 kg/cm².
 - Ejecución de una **cimentación superficial mediante losa armada en el nivel geotécnico I, gravas areno limosas**, con una carga de trabajo no superior a 2,00 kg/cm².
- Los asientos calculados se consideran dentro de lo admisible por la Norma Tecnológica de la Edificación para este tipo de edificación en los supuestos de cimentación considerados.

- Los suelos no son agresivos al hormigón por contenido en sulfatos. Los materiales limo-arcillosos tienen un grado de colapso elevado, por lo que se deberán tener precauciones de cara a posibles fugas que puedan desencadenar dichos procesos.
- Los materiales pertenecientes a los niveles 0 y I (tierra vegetal y gravas) se consideran excavables mediante máquina retroexcavadora convencional, pudiendo requerir las gravas el uso de martillo de forma puntual en zonas que puedan estar cementadas. El nivel geotécnico II por debajo de la cota de rechazo del SPT (4,24 metros de profundidad), se considera no excavable, requiriendo el uso de martillo.
- De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón, **Abaigar (Navarra)** no se encuentra dentro de ninguna de las zonas clasificadas de riesgo, por lo que no se requiere la toma de medidas a este respecto.
- Quedamos a disposición del peticionario para cualquier duda que pueda surgir en relación a lo expuesto en el presente informe.

Estella, 23 de abril de 2026.



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



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



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



ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **DESCRIPCIÓN DE CALICATA-SONDEO Y FOTOGRAFÍAS.**
- **REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.**
- **PERFILES DE CORRELACIÓN.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS REALIZADAS.**
- **REPORTAJE FOTOGRÁFICO.**

ANEXO N.º 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

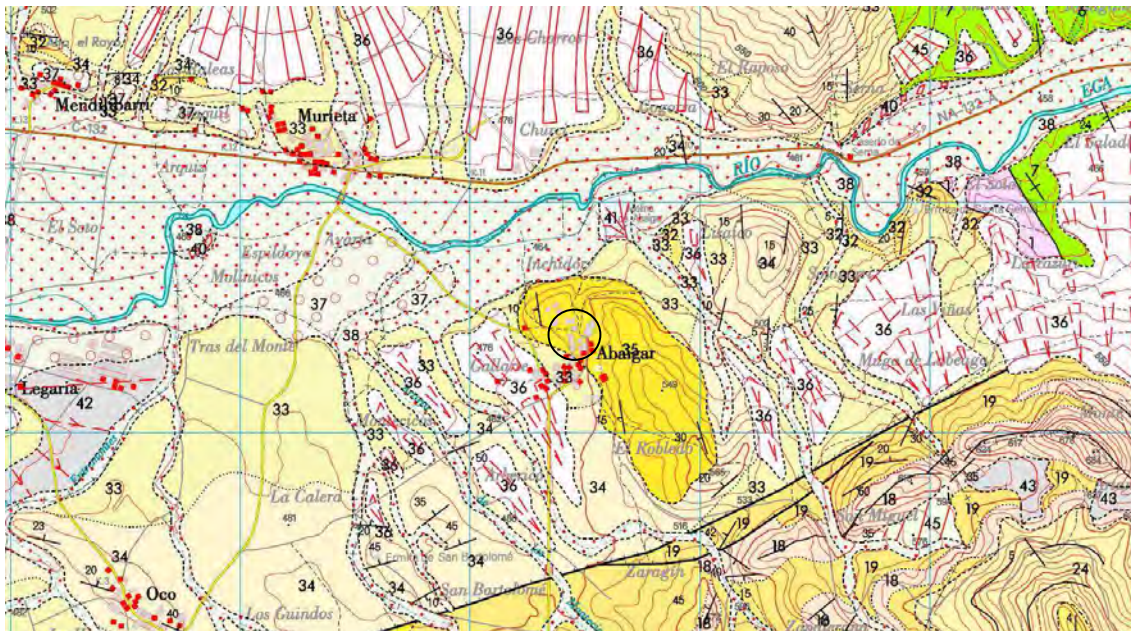
Logroño: C/Baltasar Gracián 11, 1º of.5, 26006

Lugar: Piscinas de Abaigar (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

Hoja: Gobierno de Navarra 1:25.000 Arróniz (hoja 172-I)

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46	46.- Rellenos artificiales 45.- Limo-arcillas y arenas. Gravas, cantos y bloques. Coluviones 44.- Limo-arcillas con materia orgánica. Áreas endorreicas 42, 43.- Limo-arcillas. Arenas con gravas, cantos y bloques. Glacis subactuales y depósitos aluvial-coluviales 38, 39, 40, 41.- Limos, arenas, gravas, cantos y bloques. Fondos de valle llanura de inundación, meandros abandonados y conos de deyección 37.- Limo-arcillas, gravas, cantos y bloques. Terrazas
	PLEISTOCENO	37, 36, 35	36.- Limo-arcillas y arenas. Gravas, cantos y bloques. Glacis 35.- Conglomerados, arenas y fangos rojizos y ocreos
	PLIOCENO	32, 34, 33, 32, 35	U. DE OCO 34.- Calizas lacustres tabulares. Aspecto brechoide local Calizas de Oco 33.- Arcillas y limolitas roja con nódulos carbonatados 32.- Conglomerados calco-arenosos masivos o en canales
	NEOGENO	31, 27, 28, 29	31.- Ortobrechas y lutitas amarillentas. Brechas y conglomerados con matriz areno-limosa rojiza U. SIERRA DE UJUE 30.- Areniscas y lutitas ocreas y amarillentas U. DE ARTAJONA - OLITE 29.- Fangos ocreas. Niveles de areniscas y calizas 28.- Areniscas en capas extensas y lutitas ocreas y amarillentas 27.- Conglomerados calcáreos y areniscas (Cg. de Montejuerra)

ANEXO N.º 2

DESCRIPCIÓN DE CALICATA-SONDEO Y FOTOGRAFÍAS

PERFIL LITOLÓGICO CALICATA DE RECONOCIMIENTO

CALICATA:

COORDENADAS UTM

C-1

X: --

Y: --

Z: --

OBRA: Reforma de piscinas en Abaigar (Navarra).

FECHA: 14 de abril de 2026

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

REF.: G20544

REF. INFORME: ES/GE043/0326

Batería	Diámetro	Profundiad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	P.L.T.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS CALICATA.	
			0,30	▼ ▼ ▼	Tierra vegetal arenosa arcillosa marrón.		20	40	60	80	VI	V	IV	III	II							
			0,30	▼ ▼ ▼	Gravas mezcladas con tierra vegetal.																	
			0,60																			
		1			Gravas de cantos subredondeados de tamaño variable en matriz arenosa. Color claro.																	
		2	3,20																			
		3																				
			3,80																			
		4	0,20		Limos arcillosos de color ocre amarillento. Posible perfil de alteración del sustrato terciario.																	
					FIN DE CALICATA																	
		5																				
		6																				
		7																				
		8																				
		9																				
		10																				
		11																				



ANEXO N.º 3

REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 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: Reforma de piscinas, Abaigar (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

Ref. Inf.: ES/GE043/0326

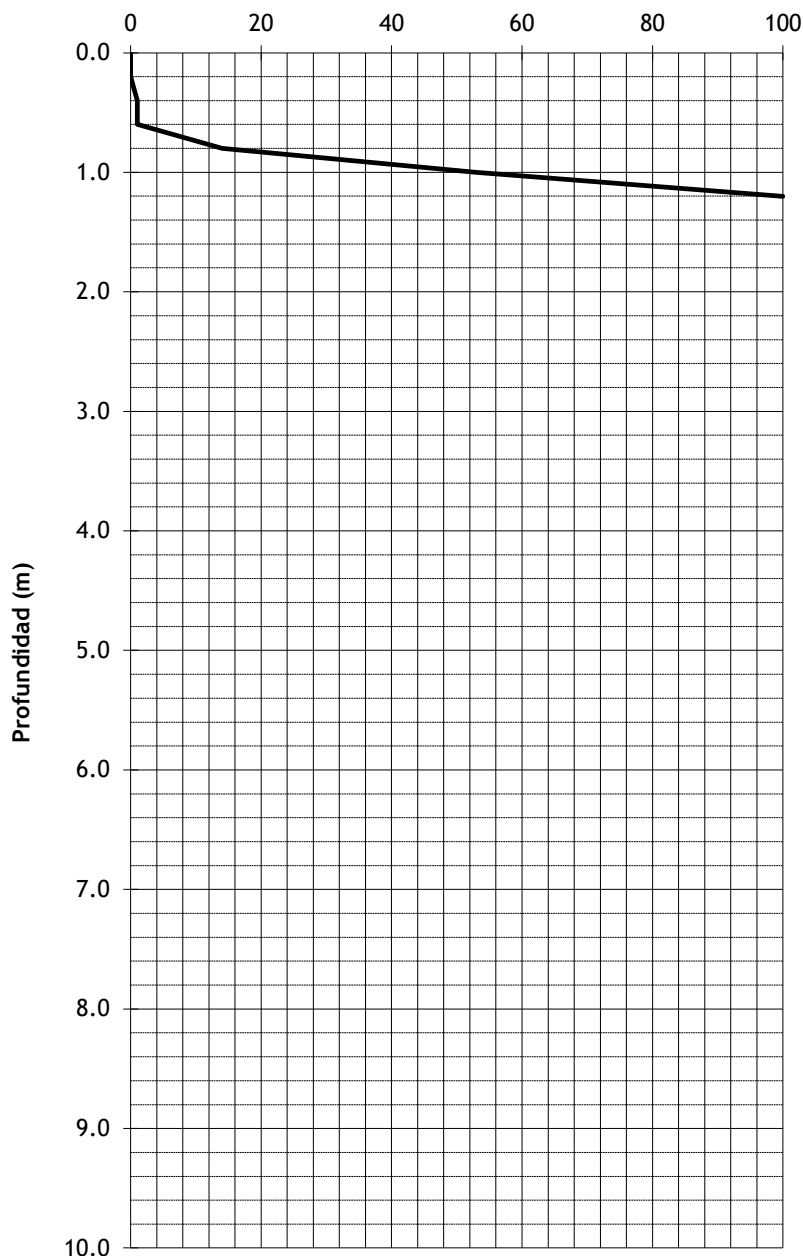
Penetración N°: 1

Referencia: G20543

Fecha: 13 de marzo de 2026

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	1
0.40-0.60	1
0.60-0.80	14
0.80-1.00	53
1.00-1.20	RECHAZO
1.20-1.40	
1.40-1.60	
1.60-1.80	
1.80-2.00	
2.00-2.20	
2.20-2.40	
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
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	

Golpeos





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 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: Reforma de piscinas, Abaigar (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

Ref. Inf.: ES/GE043/0326

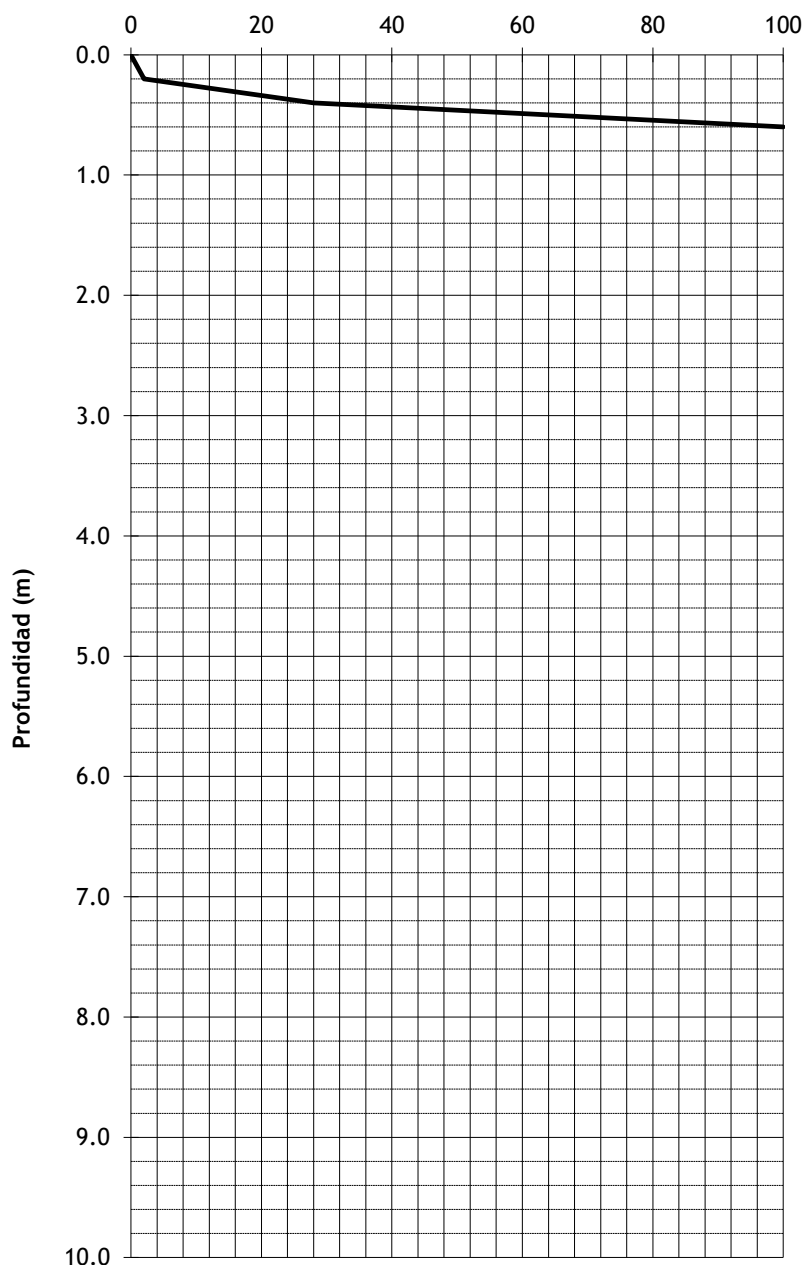
Penetración N°: 2

Referencia: G20543

Fecha: 13 de marzo de 2026

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	2
0.20-0.40	28
0.40-0.60	RECHAZO
0.60-0.80	
0.80-1.00	
1.00-1.20	
1.20-1.40	
1.40-1.60	
1.60-1.80	
1.80-2.00	
2.00-2.20	
2.20-2.40	
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
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	





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 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: Reforma de piscinas, Abaigar (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

Ref. Inf.: ES/GE043/0326

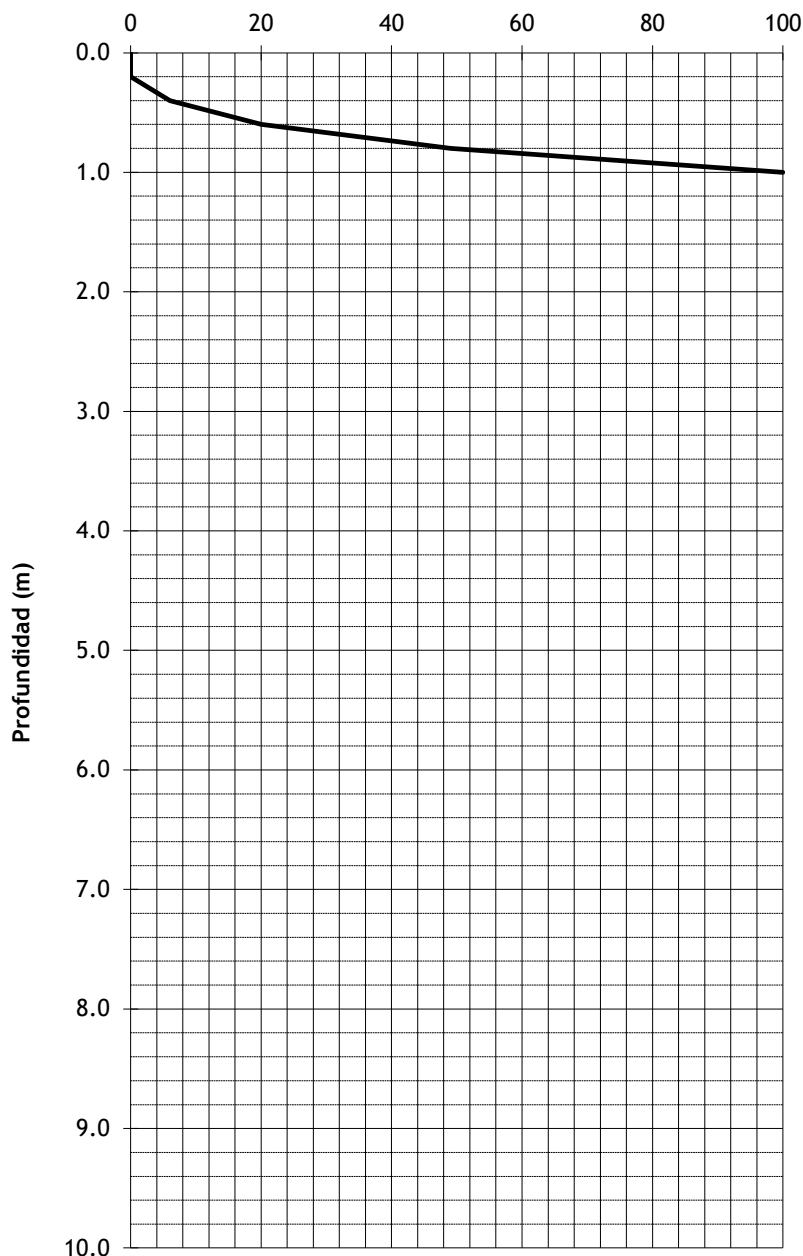
Penetración N°: 3

Referencia: G20543

Fecha: 13 de marzo de 2026

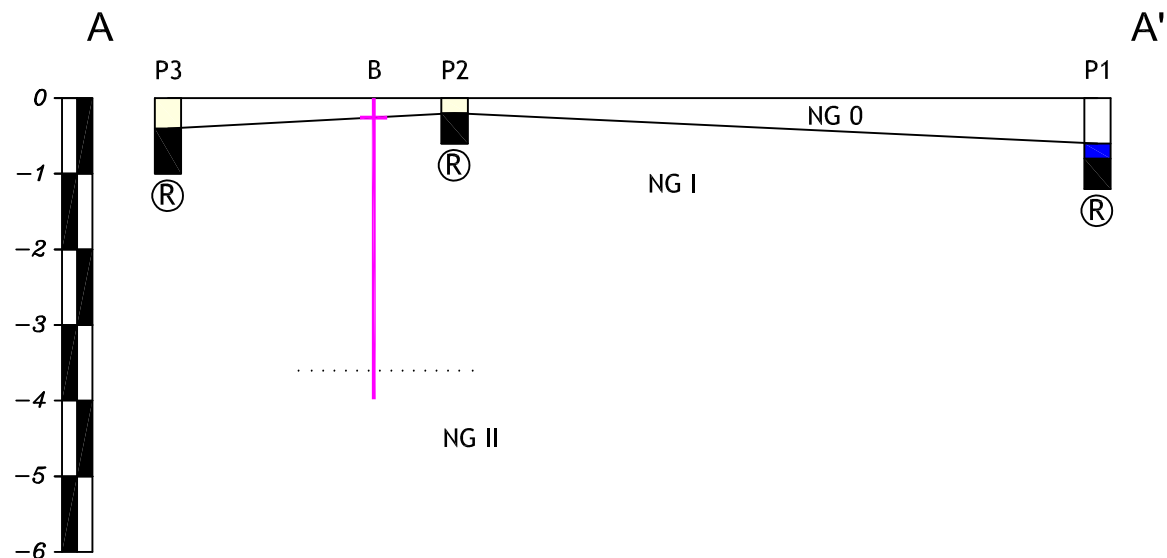
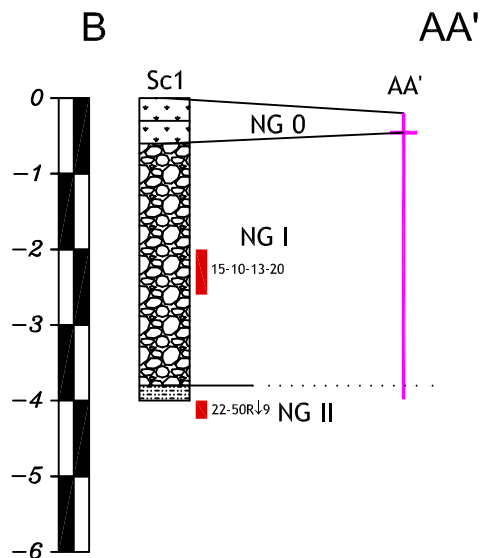
Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	6
0.40-0.60	20
0.60-0.80	49
0.80-1.00	RECHAZO
1.00-1.20	
1.20-1.40	
1.40-1.60	
1.60-1.80	
1.80-2.00	
2.00-2.20	
2.20-2.40	
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
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	

Golpeos

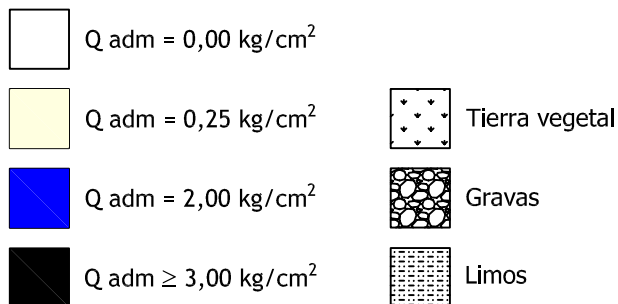


ANEXO N.º 4

PERFILES DE CORRELACIÓN



Niveles geotécnicos:
 NG 0: Tierra vegetal
 NG I: Depósitos coluviales. Cuaternario
 NG II: Posible sustrato rocoso. Terciario



Sc.: Sondeo-calicata mecánica
 P.: Ensayo DPSH

No se dispone de levantamiento topográfico. La superficie de la parcela presenta un ligero desnivel en descenso hacia el sur.



FECHA: Abril de 2026	ESCALA: vertical: 1/100 horizontal: 1/100
OBRA: Reforma de piscinas en Abaigar (Navarra).	
CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR	REF. INFORME: ES/GE043/0326
PERFILES DE CORRELACIÓN'	

ANEXO N.º 5

BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

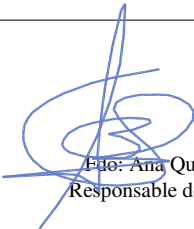
 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN86142	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra....	N23101.	Referencia Informe.....	EN-603
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3 A 3,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA	ABAIGAR

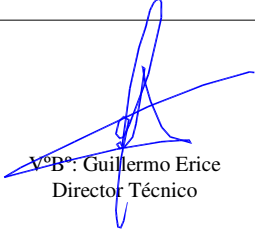
CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	126,7
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	126,7
$D = (B + C)$	Muestra total seca	126,7
E	Frac. fina ensayada seca al aire	126,7
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	126,7
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		G. en parte fina ensayada	G. en Muestra total	Gramos	%
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			126,7	100
0,4	40	30,1	30,1	96,6	76
0,08	200	22,8	22,8	73,8	58




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



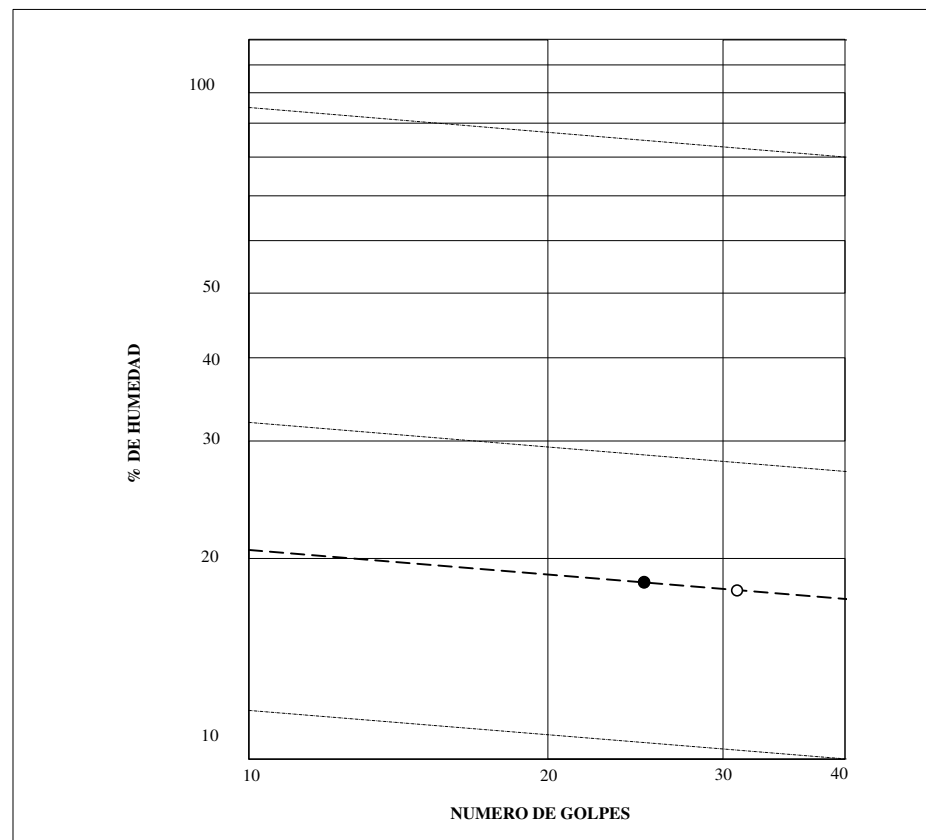

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

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

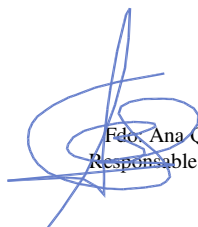
 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	<i>Norma</i> UNE 103103/94 103104/93	
	<i>Acta n°</i> AN86143	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra.... N23101.	Referencia Informe..... EN-603
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S1 DE 3 A 3,6 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA 14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA ABAIGAR

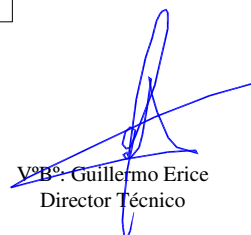
CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	25	31	-	Referencia tara	3	5
-	Referencia tara	4	13	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,03	1,28
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,36	1,37	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	17,70	18,93
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	18,24	18,26	$t+s$	Tara + suelo	16,67	17,65
$t+s$	Tara + suelo	16,88	16,89	t	Tara	9,48	9,19
t	Tara	9,50	9,24	$s=(t+s)-t$	Suelo	7,19	8,46
$s=(t+s)-t$	Suelo	7,38	7,65	$w=100*(a/s)$	% Humedad	14,3	15,1
$w=100*(a/s)$	% Humedad	18,4	17,9				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	18,4
LIMITE PLASTICO =	14,7
INDICE PLASTICIDAD =	3,7


Fdo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo



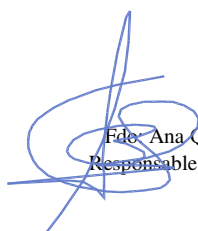

VºBº. Guillermo Erice
Director Técnico

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

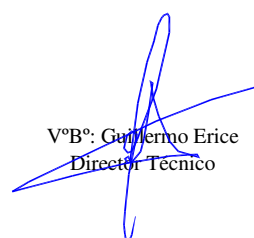
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN86144	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra....	N23101.	Referencia Informe.....	EN-603
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3 A 3,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA	ABAIGAR

RESULTADO ENSAYO	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


 Fde Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

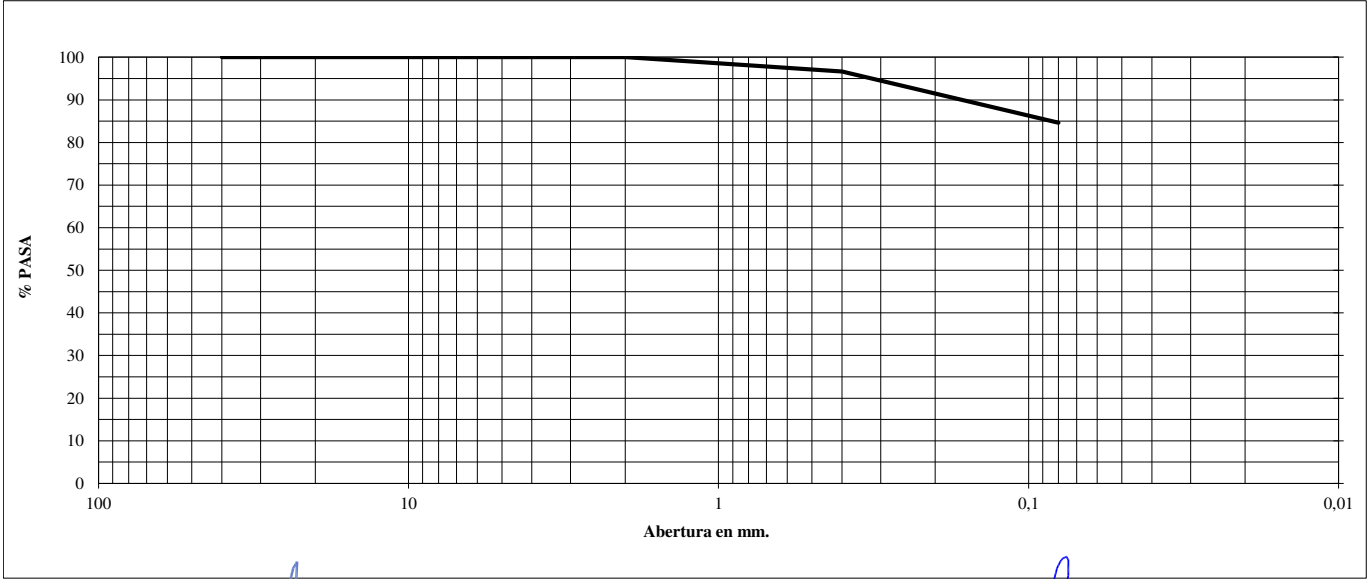
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
 Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
 Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de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

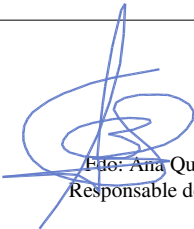
 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN86145	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra....	N21303.	Referencia Informe.....	EN-603
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3,8 A 4 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA	ABAIGAR

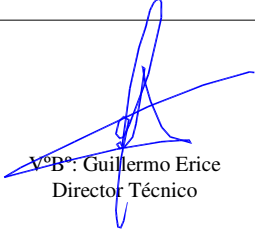
CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	109,3
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	109,3
$D = (B + C)$	Muestra total seca	109,3
E	Frac. fina ensayada seca al aire	109,3
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	109,3
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		G. en parte fina ensayada	G. en Muestra total	Gramos	%
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			109,3	100
0,4	40	3,7	3,7	105,6	97
0,08	200	13,1	13,1	92,5	85




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



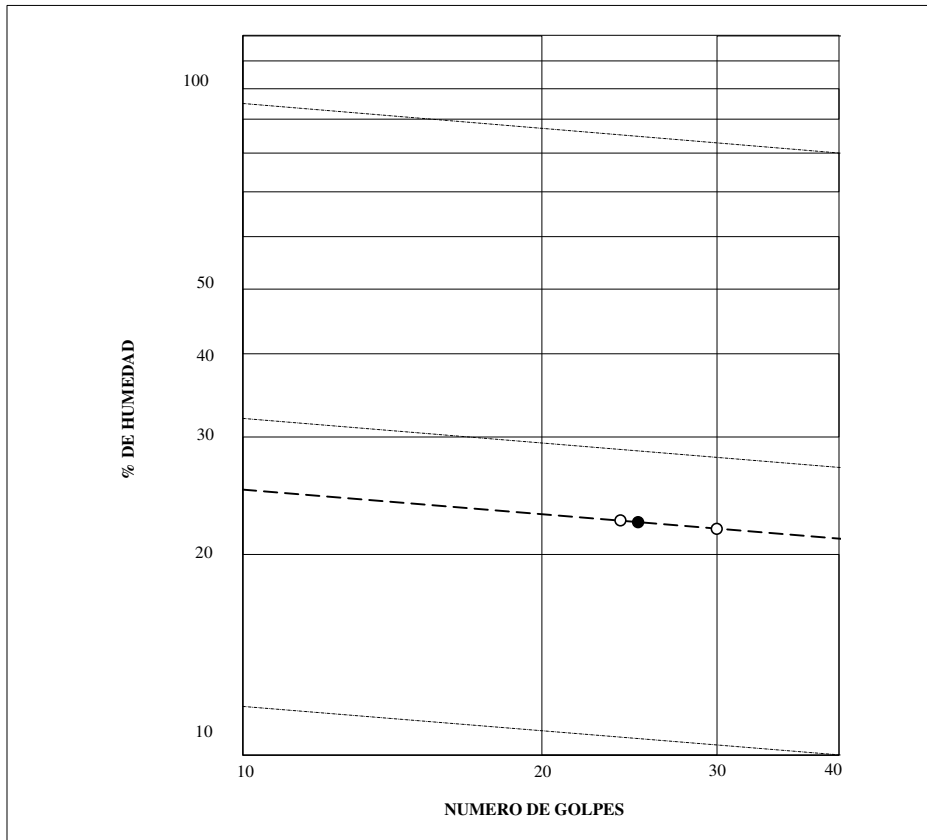

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

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

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	<i>Norma</i> UNE 103103/94 103104/93	
	<i>Acta n°</i> AN86146	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra.... N21303.	Referencia Informe..... EN-603
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S1 DE 3,8 A 4 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA 14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA ABAIGAR

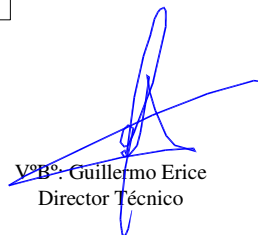
CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	24	30	-	Referencia tara	3	5
-	Referencia tara	4	13	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,82	0,77
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,07	1,92	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	14,82	14,46
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	20,48	19,97	$t+s$	Tara + suelo	14,00	13,69
$t+s$	Tara + suelo	18,41	18,05	t	Tara	9,31	9,27
t	Tara	9,21	9,26	$s=(t+s)-t$	Suelo	4,69	4,42
$s=(t+s)-t$	Suelo	9,20	8,79	$w=100*(a/s)$	% Humedad	17,5	17,4
$w=100*(a/s)$	% Humedad	22,5	21,8				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	22,4
LIMITE PLASTICO =	17,5
INDICE PLASTICIDAD =	4,9


Fdo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo



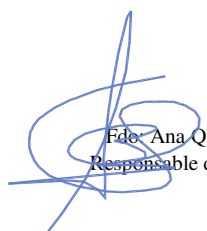

VºBº Guillermo Erice
Director Técnico

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN86147	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO

Referencia Muestra....	N23103.	Referencia Informe.....	EN-603
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3,8 A 4 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA	ABAIGAR

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	1126


 Fde. Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	ENSAYO DE COLAPSO DE SUELOS	
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	NLT 254/99 // UNE 103405/94	
			Acta n° AN86148	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO	

Referencia Muestra....	N21303.	Referencia Informe.....	EN-603
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 3,8 A 4 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO
FECHA ENTRADA	14 DE ABRIL DE 2026	DEN. OBRA	ABAIGAR

Cálculo de humedad	
Peso anillo (g)	84,40
Peso anillo + muestra + agua (g)	167,40
Peso tara (g)	820,87
Peso tara + muestra + agua (g)	908,80
Peso tara + muestra (g)	894,62
Humedad antes ensayo (%)	12,54
Humedad después ensayo (%)	19,23

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/cm ³)	1,86

DATOS ENSAYO	
ALTURA INICIAL (mm)	10,00
ALTURA FINAL S/INUNDAR (mm)	9,10
CARGA MÁXIMA (Kg/cm ²)	2,00
ALTURA FINAL INUNDADA (mm)	8,10

RESULTADO DEL ENSAYO	
INDICE DE COLAPSO, I =	5,2
Potencial porcentual de colapso, Ic =	5,0



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



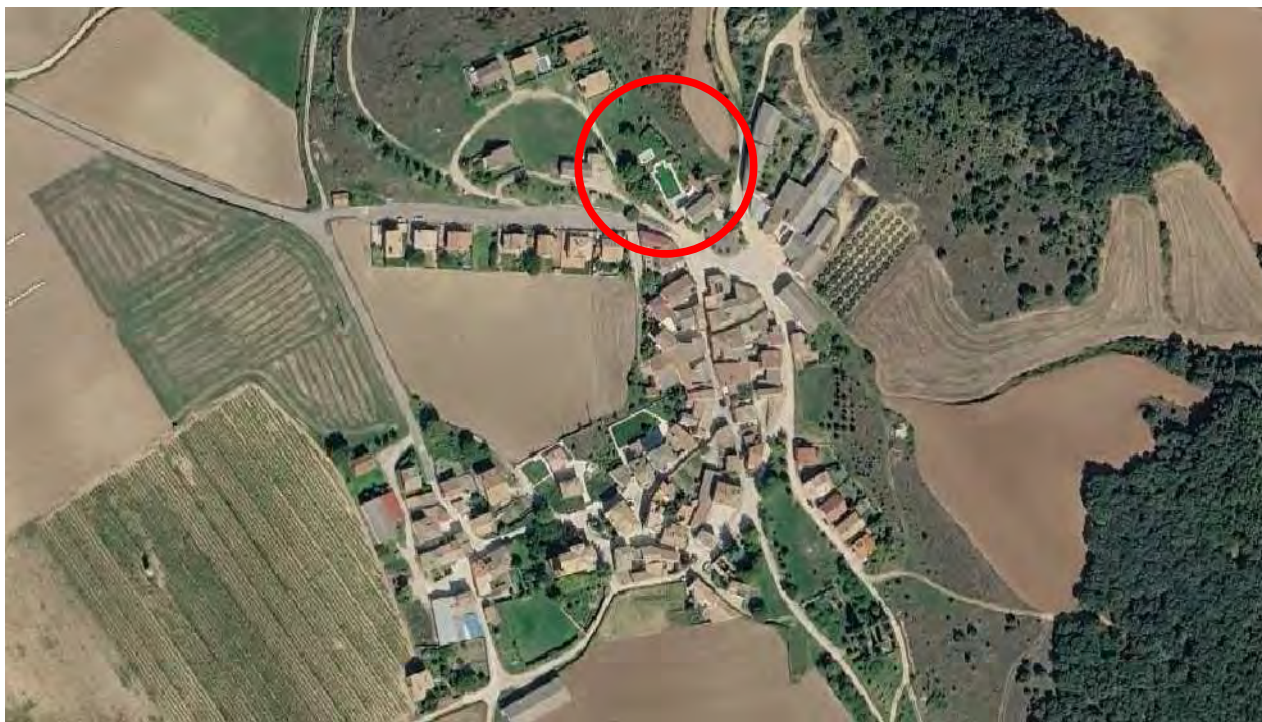

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

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

ANEXO N.º 6

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS REALIZADAS

Obra: Reforma de piscinas en parcela 393 polígono 1, Abaigar (Navarra).
Referencia: ES/GE043/0326



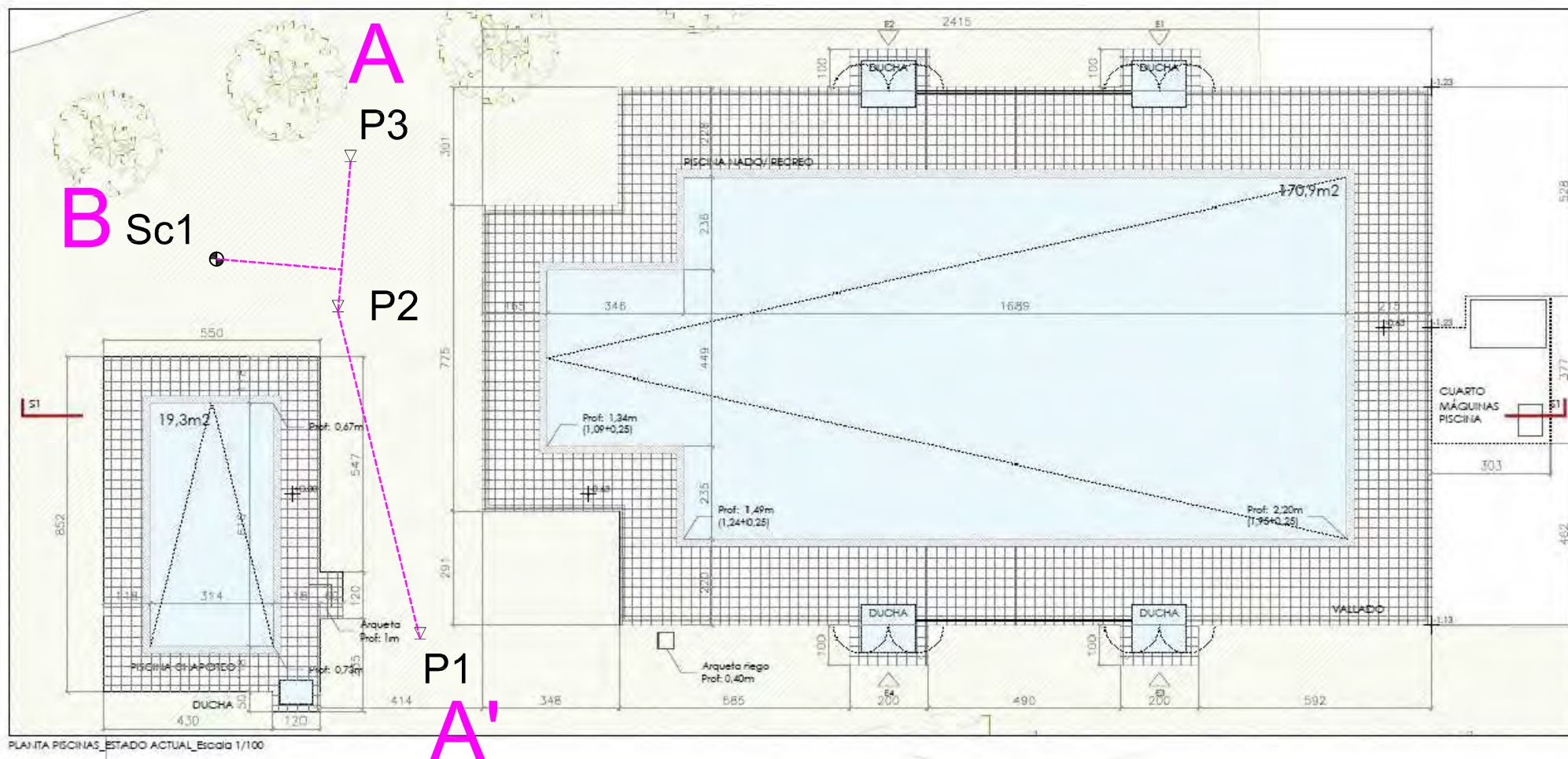
Sin escala



Sc.: Sondeo-cata mecánico

P.: Ensayo DPSH

Escala 1/400



● Sondeo-cata mecánico ▽ Ensayo DPSH
 — Perfil de correlación



FECHA: Abril de 2026

ESCALA: 1/150

OBRA: Reforma de piscinas en Abaigar (Navarra).

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ABAIGAR

REF. INFORME: ES/GE043/0326

SITUACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

ANEXO N.º 7

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

GEEA Geólogos S.L.

Pamplona

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

Estella.

Pol. Ind. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200.
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



Sondeo-cata de reconocimiento Sc1



Ensayo de penetración dinámica DPSH P1

GEEA Geólogos S.L.

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

Estella.
Pol. Ind. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200.
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



Ensayo de penetración dinámica DPSH P2



Ensayo de penetración dinámica DPSH P3