

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA DE PISTA DEPORTIVA EN LA PARCELA 19 POLÍGONO 1 DE DONEZTEBE/SANTESTEBAN (NAVARRA).

CLIENTE: FRANCES ARQUITECTOS

REF. INFORME.: ES/GE013/0121	**ESTELLA, ABRIL 2021**

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 7

4.1.1 Ensayo estándar de penetración (S.P.T.) 8

4.2 Descripción de los penetrómetros. 9

5 Cálculo de tensiones 12

5.1 Resultado de los Ensayos de Penetración 12

6 Ensayos de laboratorio 15

6.1 Resumen de trabajos realizados 15

7 Características geotécnicas de los materiales 17

8 Soluciones de cimentación 19

8.1 Cálculo de asientos 20

9 Estabilidad de taludes y ripabilidad 22

9.1 Estabilidad de taludes 22

9.2 Excavabilidad y ripabilidad 22

10 Estimación del grado de permeabilidad de los horizontes 23

11 Conclusiones 25

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.
ANEXO 2: Descripción de columna de sondeo y fotografías.
ANEXO 3: Registro de ensayos de penetración dinámica DPSH.
ANEXO 4: Perfil de correlación.
ANEXO 5: Boletín de los ensayos de laboratorio.
ANEXO 6: Plano de ubicación de pruebas.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA Geólogos S.L.**, a requerimiento de **FRANCES ARQUITECTOS** la prestación de servicios profesionales con relación la parcela 19 polígono 1, en donde se ubica el Instituto Mendaur, en la Avenida Ignacio Irazoqui de Doneztebe/Santesteban (Navarra), en donde se prevé la futura construcción de una cubierta de pista deportiva en uno de sus patios.

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico y geotécnico del terreno, sobre el que se emplazará la cubierta.

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 laboratorio han sido realizados por GEEA Geólogos S.L., laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos. 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 abril de 2021.

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 90 (Sunbilla), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra/ Mapa geológico de Navarra. Hoja 90-II (Sunbilla), escala 1:25.000.
3. Gobierno de Navarra/ Mapa Geológico de Navarra, escala 1:200.000.
4. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento del CTE

1. Superficie >300 m^2. Edificación de planta baja.
2. Tipo de construcción C1, grupo de terreno T1.
3. Ensayos de campo: un sondeo (anexo 2) y dos ensayos DPSH (anexo 3).
4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Secciones geotécnicas de la parcela (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, asientos, nivel freático y agresividad (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. Excavabilidad y estabilidad de taludes (apartado 9).
8. Estimación de la permeabilidad de los horizontes (apartado 10).

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

La localidad de Santesteban queda recogida en la hoja 90-II (Sunbilla) del mapa geológico de Navarra escala 1:25.000 que es el segundo cuadrante de la hoja 90 (Sunbilla) del mapa geológico de España escala 1:50.000.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja se enmarca en el Pirineo Occidental en su confluencia con el Arco vasco. A grandes rasgos, el orógeno pirenaico se caracteriza por un cinturón de pliegues y cabalgamientos de orientación E-O desarrollados entre el Cretácico Superior y el Mioceno inferior, como resultado de la convergencia entre las placas Ibérica y europea, presenta una elevada simetría con respecto a su franja central denominada Zona Axial, integrada fundamentalmente por rocas plutónicas y materiales paleozoicos que constituyen el zócalo regional.

Geológicamente esta zona es muy complicada tectónicamente ya que en ella convergen la falla de Pamplona con la falla de Leiza, continuación de la falla Norpirenaica, separando la primera de ellas el macizo de Quinto Real al sureste del Manto de los Mármoles y la Ulzama al suroeste y la segunda los dominios ates citados de la Depresión Intermedia y del macizo de Cinco Villas.

El área estudiada presenta como rasgo estructural más espectacular la existencia de una serie de materiales paleozoicos, distribuidos geométricamente en dos macizos, afectados por la orogénesis hercínica y por otra parte materiales más modernos (fundamentalmente mesozoicos) modelados por orogénesis posthercínicas. Cada uno de estos procesos orogénicos ha dejado, naturalmente diferentes formas estructurales.

Las facies del Sur están bien expuestas y se han realizado perfiles detallados en Beruete y Arrarás que contienen una fauna suficientemente determinativa. La serie comienza con calizas margosas (biomicritas arcillosas) y margas alternantes, muy fosilíferas (Pectínidos, Belemnitas, Ammonites) con una potencia de unos 10 m. Siguen margas con algunas intercalaciones de margo-calizas, con un espesor entre 80 y 100 m. y una abundante fauna del Toarciense. Por encima siguen niveles con una progresiva participación de calizas margosas y margas calcáreas (biomicritas con microfilamentos).

Sobre este esquema general hay ligeras variaciones en potencias y litológicas a lo largo de esta zona sur de afloramientos, pero conservando siempre el carácter margoso general.

Si bien en la presente investigación no se ha alcanzado el sustrato rocoso, conocemos por estudios realizados en parcelas cercanas a la actualmente estudiada, que esta parte de la localidad de Santesteban se encuentra emplazada sobre un sustrato formado por arcillas yesíferas abigarradas, "Facies Keuper" del Triásico Superior. Se trata de unas arcillas abigarradas de colores rojos y verdosos, con delgados nivelillos de limolitas junto a masas evaporíticas asociadas (yesos y sales).

Sobre estos materiales se ha encajado la actual red de drenaje, representado en la zona por el río Baztán y río Ezkurra. Su actividad durante el cuaternario ha modelado el actual relieve y ha dado lugar a dos tipos de depósitos. Unos de carácter lineal, asociados a los propios cauces (terrazas aluviales de los ríos Ezkurra y Baztán), y otros de origen lateral a los mismos denominados glacis.

Concretamente, la parcela de proyecto se encuentra sobre los depósitos aluviales del río, formados principalmente por gravas.

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

3.2 HIDROGEOLOGÍA

Se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

a. *Los depósitos cuaternarios*, relacionados con la actividad de los ríos Baztán y Ezkurra, en los que, en función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad. Estos acuíferos, de pequeño espesor, cuya recarga se producirá por infiltración directa de aguas de lluvia, y su capacidad de drenaje dependerá del contenido de arcillas y limos, permiten pequeñas explotaciones por medio de pozos.

b. *Arcillas pertenecientes a las "Facies Keuper"*. En conjunto presentan una permeabilidad baja, considerándose a escala global como un acuícludo o impermeable.

Durante la ejecución de los sondeos se han perforado arcillas y gravas aluviales, estimándose para las primeras un coeficiente de permeabilidad bajo, en torno a 10^{-3} y 10^{-5} cm/s, mientras que las gravas presentarán valores superiores, de entre 10 y 10^{-2} cm/s.

Durante la realización del sondeo se observó la entrada de agua a 2,30 metros de profundidad, coincidiendo con la cota a la cual aparece el techo del depósito de gravas.

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, **Doneztebe/Santesteban (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 **Kv=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=0,09g.**

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.

La **aceleración sísmica de cálculo** vendría dada por la siguiente expresión:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

Siendo:

a_b Aceleración sísmica básica

ρ coeficiente adimensional de riesgo

S Coeficiente de ampliación del terreno

ac Aceleracion sismica de calculo	**0,03712**	$a_c = S \times \rho \times a_b$	
ab Aceleración sismica basica	**0,04**		
ρ coeficiente adimensional de riesgo	**1**	1,0 Normal imp. 1.3 Especial Imp.	
S Coeficiente de ampliación del terreno	**0,93**	Para ρ x □a_b < 0,1 g	S = C/1,25
		Para 0,1g<□ρ x a_b < 0,4 g	S = C/1,25 + 3,33 (ρ x a_b/g – 0,1) (1 – C/1,25)
		Para 0,4g < ρ x a_b	S =1,0
El coeficiente C depende del terreno	**1,16**		

tipo I: roca compacta C=1
tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro C=1,3
tipo III: suelo granular de compacidad 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 ejecución de un sondeo mecánico y dos ensayos de penetración dinámica DPSH.

El sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo nos permite reconocer hasta la profundidad requerida la naturaleza del terreno.

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 la ejecución de los trabajos de campo, la superficie de la parcela se encuentra totalmente urbanizada, constituyendo parte del patio del instituto. Su superficie es regular y plana.

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 de la columna del sondeo y fotografías (anexo 2), registro de los ensayos de penetración dinámica (anexo 3), perfil de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5) y un plano con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6).

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SONDEO

Para la descripción de los sondeos de reconocimiento 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. Destruida la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

El sondeo se llevó a cabo el día 15 de febrero de 2021. Se alcanzó una profundidad de investigación de 6,00 metros. Para su realización se ha empleado una máquina de rotación, tipo RL48-L montada sobre orugas, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 113 mm.

Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras, fueron colocados en cajas de cartón parafinadas que, debidamente organizadas, fueron examinadas por personal técnico especializado.

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

Sondeo 11	Perfil litológico
0,00-0,70	Rellenos antrópicos. Firme y base de firme. Tierra vegetal de 0,55 a 0,70 metros.
0,70-2,30	Arcillas marrones con cantos milimétricos dispersos. Depósitos aluviales finos. Cuaternario.
2,30-6,00	Gravas de cantos de tamaño variable en matriz arcillo limosa. Depósitos aluviales gruesos. Cuaternario.

Se observó nivel freático a 2,30 metros.

En el anexo 2 del presente informe se encuentra el perfil litológico del sondeo.

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

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución del sondeo, se han realizado tres ensayos de penetración estándar (S.P.T.), 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 tomamuestras 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 tomamuestras 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 60º 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}	N_{30} corregido*	Litología (nivel geotécnico)
1,55-2,15	2-2-2-2	4	--	Arcillas (NG I)
3,40-4,00	12-20-19-24	39	27	Gravas (NG II)
5,20-5,80	5-8-12-18	20	17,5	Gravas (NG II)

(*) Corrección por influencia del nivel freático.

Se observa que las arcillas superficiales son blandas, mientras que las gravas inferiores son más compactas, si bien, no presentan valores de N_{30} muy elevados.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PENETRÓMETROS.

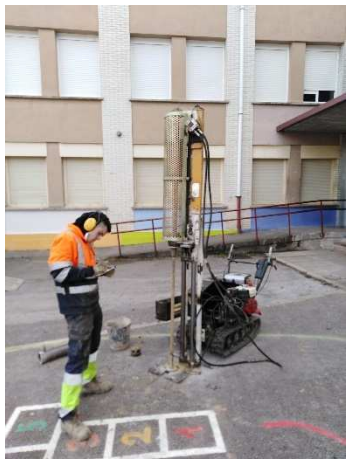
Este tipo de ensayos consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La hinca en el terreno se consigue golpeando el conjunto con una maza en caída libre.

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 (N_{20}).

El día 16 de febrero de 2021 se realizaron dos ensayos de penetración dinámica, cuyo registro se puede consultar en el anexo 3 y su ubicación dentro de la parcela puede consultarse en el anexo 6.

A continuación, podemos ver las imágenes del emplazamiento de estos ensayos durante su ejecución, en la imagen de la izquierda el ensayo P1 y a la derecha el P2.





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	> ó = 1 y < ó = 2
Masa de la Maza	63,5 kg
Altura de Caída	75,0 cm
Masa yunque	7,2 kg
Longitud de la varilla	1,0 m
Diámetro exterior de la varilla	32,0 mm
Masa máxima varilla + niple	6,31 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 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	90º
Cuenteo de golpes cada	N 20,0 cm

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

5 CÁLCULO DE TENSIONES

5.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN

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

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

siendo:

- M= peso de la maza (=63.5 Kg)
- H= altura de caída de la maza (=75 cm)
- P= peso de yunque + varillas (8 kg/m)
- A= área de la puntaza (20 cm^2)
- $20/N_{20}$= penetración por golpe, en cm

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

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

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

siendo:

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

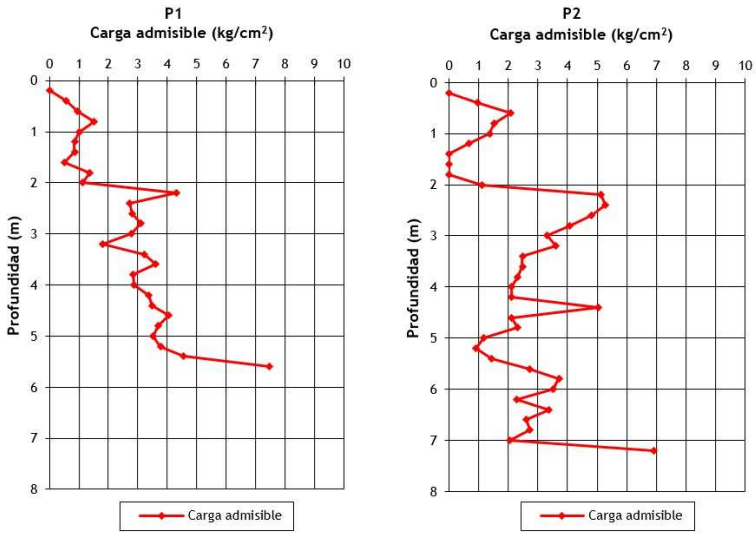
Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en los sondeos de reconocimiento.

El plano con la ubicación de los ensayos de penetración dinámica se encuentra en el anexo 6.

Los ensayos de penetración dinámica realizados presentan una gráfica envolvente con valores de golpeo variable 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 cada ensayo. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir de inicio del ensayo.

Ensayo	Profundidad (m)	Resist. estimada (kg/cm^2)
P1	0,00-1,60	0,50
	1,60-2,00	1,00
	2,00-3,40	2,50
	3,40-5,60	3,00
	5,60	Rechazo
P2	0,00-1,20	0,50
	1,20-1,80	0,00
	1,80-5,40	2,00
	5,40-7,00	2,50
	7,00-7,20	3,00
	7,20	Rechazo

Los gráficos de la evolución de las cargas en profundidad quedan de la siguiente forma, una vez realizada la corrección de los golpeos por presencia de nivel freático:



De acuerdo con estos resultados, las arcillas aluviales observadas en el sondeo hasta 2,30 metros bajo los rellenos antrópicos superficiales, se correlacionan con valores de carga admisible de entre 0,00 y 0,50 kg/cm^2.

Las gravas aluviales observadas en el sondeo a partir de 2,30 metros, se correlacionan con valores de carga de entre 2,00 y 3,00 kg/cm^2.

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

Sobre la base del perfil litológico, obtenido del sondeo de reconocimiento, se seleccionaron dos muestras representativas de los distintos tipos de terreno reconocido, para ser trasladadas al laboratorio, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. Las muestras ensayadas y los ensayos que se hicieron a las mismas se pueden ver en la siguiente tabla:

Referencia	Profundidad (m)	Ensayos
N16304	0,80-1,00	Granulometría, límites de Atterberg y contenido en sulfatos.
N16312	2,40-2,60	Granulometría, límites de Atterberg 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	2
Granulometría por tamizado	UNE 103101/95	2
Contenido en sulfatos	UNE 83001:00	2

6.1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Se adjunta a continuación dos cuadros 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	N16304	N16312
Profundidad (m)	0,80-1,00	2,40-2,60
Pasante 0,4-0,08 UNE (%)	91-55	25-16
Límite líquido	28,3	27,2
Límite plástico	19,8	20,1
Índice de plasticidad	8,5	7,1
Sulfatos (mg/kg)	<100	<100
Clasificación	CL/A-4	GC/A-2-4
Suelo/roca	Arcillas de baja plasticidad, suelo limoso	Grava arcillosa con arena, grava y arena arcillosa o limosa

De acuerdo con los ensayos químicos realizados, los suelos **no son agresivos al hormigón**. Si bien no se pudo recoger agua del sondeo, GEEA GEÓLOGOS ha realizado recientemente un estudio geotécnico en una parcela cercana a la actualmente estudiada, obteniendo un resultado de contenido en sulfatos en agua de 7,07 mg/l, lo que clasifica al agua como **no agresiva**.

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 a partir de los horizontes litológicos que se han diferenciado son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos superficiales formados por el firme de hormigón, su base y restos de tierra vegetal.** El espesor observado de este nivel en el sondeo es de 0,70 metros.

- **Nivel geotécnico I. Arcillas marrones con cantos milimétricos**. Nivel litológico interpretado como depósitos aluviales finos cuaternarios, perforado desde los 0,70 a 2,30 metros de profundidad. Se ha ensayado una muestra de este material clasificándose como CL (arcillas de baja plasticidad) según Casagrande y como A-4 (suelo limoso) según AASTHO. Las cargas admisibles registradas por los penetrómetros para este nivel son bajas, de entre 0,00 y 0,50 kg/cm^2. Sobre este nivel se ha realizado un ensayo de penetración SPT obteniéndose un valor de N_{30} de 4. Considerando el valor de N_{30} de 4, calculamos a continuación los parámetros geotécnicos representativos para el conjunto litológico:

Peso específico aparente γ (g/cm^3)	1,70-1,80
Resistencia compresión simple (kg/cm^2)	0,50
Cohesión no drenada c (kg/cm^2)	025
Ángulo de rozamiento no drenado (º)	0,00
Cohesión efectiva c' (kg/cm^2)	0,05
Ángulo de rozamiento efectivo (º)	21,80
Módulo de elasticidad E (kg/cm^2)	32,50
Carga admisible (kg/cm^2)	0,00-0,50
Coeficiente de balasto $K_{ø30}$ (kg/cm^3)	1,04
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm^3)	0,88

- **Nivel geotécnico II. Gravas de cantos de tamaño variable hasta bolo en matriz arcillo limosa**. Nivel litológico interpretado como depósitos aluviales gruesos. Este material se ha perforado en el sondeo a partir de 2,30 metros, hasta su final a 6,00 metros, no habiéndose alcanzado su base, la cual se estima que se encuentra a aproximadamente 8 metros de profundidad. La muestra ensayada de este material se clasifica como GC (gravas arcillosas con arenas) según Casagrande, y como A-2-4 (grava y arena arcillosa o limosa) según AASTHO. Se han realizado dos ensayos de penetración SPT obteniéndose valores de N_{30} de 39 y 20, que tras la corrección por presencia de nivel freático quedan en valores de 27 y 17,5 respectivamente. Las cargas admisibles registradas por los ensayos de penetración dinámica para este nivel son medias, entre 2,00 y 3,00 kg/cm^2, alcanzando el rechazo de los ensayos a 5,60 y 7,20 metros (P1 y P2 respectivamente). Considerando el valor medio de N_{30} de 25 (obtenido a partir de los ensayos SPT y DPSH), calculamos a continuación los parámetros geotécnicos representativos para este nivel:

Peso específico aparente γ (g/cm^3)	1,80-1,90
Cohesión efectiva c' (kg/cm^2)	0,00
Ángulo de rozamiento efectivo (º)	35,93
Módulo de elasticidad E (kg/cm^2)	282,50
Carga admisible (kg/cm^2)	2,00-3,00
Coeficiente de balasto $K_{Ø30}$ (kg/cm^3)	26,17
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm^3)	22,16

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 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 zona objeto de estudio se proyecta la construcción de una cubierta de pista deportiva, para lo cual no se requiere excavación bajo rasante del terreno.

De acuerdo con las pruebas de campo realizadas, el subsuelo de la parcela de estudio está formado por un nivel superficial de rellenos, bajo el que aparece un nivel de arcillas aluviales hasta los 2,30 metros de profundidad, a partir de la cual aparecen gravas arcillo limosas aluviales, cuya base no se ha alcanzado, habiéndose investigado hasta los 6 metros de profundidad. Se estima que en torno a los 8 metros de profundidad aparece el sustrato triásico formado por arcillas abigarradas de las Facies Keuper. Durante la ejecución del sondeo aparece nivel freático a 2,30 metros de profundidad.

A partir de los trabajos realizados y de los resultados obtenidos en ellos, se considera como opción de cimentación más conveniente la ejecución de una **cimentación semiprofunda mediante pozos apoyados en las gravas arcillo limosas, nivel geotécnico II, con una carga de trabajo no superior a 2,00 kg/cm^2**.

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.

El techo nivel de gravas arcillo limosas queda a las siguientes profundidades en los puntos de emplazamiento de los ensayos de campo:

	Profundidad NG II
S1	2,30 metros
P1	2,00 metros
P2	2,00 metros

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.

El contenido en sulfatos de las muestras de suelo analizadas las clasifica como **no agresivas al hormigón**.

Hay que tener muy en cuenta la aparición de nivel freático a 2,30 metros, lo que puede dificultar la ejecución de los pozos. Las gravas están saturadas de agua a partir de esa profundidad. Debido a su naturaleza granular, considerando la permeabilidad de los mismos y su proximidad al cauce fluvial, la recarga de los mismos va estar influenciada por la dinámica fluvial, con lo que el nivel freático puede manifestar oscilaciones bruscas que puedan afectar puntualmente a la edificación proyectada.

8.1 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 · Rp (zapatas cuadradas)
- E = 3,5 · Rp (zapatas corridas)

Siendo Rp la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N_{20} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para el tipo de suelo que nos ocupa, gravas con matriz arcillosa limosa, dicha relación es igual a 8. Tomando un valor medio de N_{30} de 25, obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación E = 500 kg/cm^2 y E= 700 kg/cm^2 para zapatas corridas.

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

Zapatas cuadradas				
Ancho B (m)	1,00	1,50	2,00	2,50
Asiento (cm)	0,17	0,26	0,34	0,43

Dichos valores 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)**
Tipo de terreno	**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.

9 ESTABILIDAD DE TALUDES Y RIPABILIDAD

9.1 ESTABILIDAD DE TALUDES

De acuerdo con la información facilitada por el peticionario, no se proyecta ejecución de excavación bajo rasante del terreno, por lo que el estudio de estabilidad de taludes queda fuera del alcance del presente informe.

9.2 EXCAVABILIDAD Y RIPABILIDAD

Por otro lado, en cuanto a la **excavabilidad** de los materiales, tanto los rellenos como los depósitos aluviales (niveles 0, I y II) se consideran excavables mediante máquina retroexcavadora convencional.

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:

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

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

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. De K entre 10^{-3} y 10^{-5} cm/s.

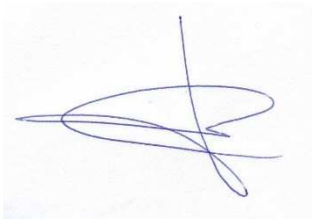
Nivel geotécnico II. Gravas. De K entre 10 y 10^{-2} cm/s.

11 CONCLUSIONES

- Se solicita a **GEEA Geólogos S.L.**, a requerimiento de **FRANCES ARQUITECTOS** la prestación de servicios profesionales con relación la parcela 19 polígono 1, en donde se ubica el Instituto Mendaur, en la Avenida Ignacio Irazoqui de Doneztebe/Santesteban (Navarra), en donde se prevé la futura construcción de una cubierta de pista deportiva en uno de sus patios.
- El perfil geotécnico definido a partir de las pruebas de investigación realizadas, permite definir los siguientes niveles:
  - **Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos superficiales formados por el firme de hormigón, su base y restos de tierra vegetal.** El espesor observado de este nivel en el sondeo es de 0,70 metros.
  - **Nivel geotécnico I. Arcillas marrones con cantos milimétricos**. Nivel litológico interpretado como depósitos aluviales finos cuaternarios, perforado desde los 0,70 a 2,30 metros de profundidad.
  - **Nivel geotécnico II. Gravas de cantos de tamaño variable hasta bolo en matriz arcillo limosa**. Nivel litológico interpretado como depósitos aluviales gruesos. Este material se ha perforado en el sondeo a partir de 2,30 metros, hasta su final a 6,00 metros, no habiéndose alcanzado su base, la cual se estima que se encuentra a aproximadamente 8 metros de profundidad.
- Se ha identificado la presencia de nivel freático en el sondeo a 2,30 metros de profundidad.
- A partir de los trabajos realizados y de los resultados obtenidos en ellos, se considera como opción de cimentación más conveniente la ejecución de una **cimentación semiprofunda mediante pozos apoyados en las gravas arcillo limosas, nivel geotécnico II, con una carga de trabajo no superior a 2,00 kg/cm^2**.
- Los asientos estimados se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la norma para el tipo de cimentación considerado.
- El contenido en sulfatos de las muestras de ensayadas, clasifica a los suelos y al agua freática como **no agresivos al hormigón**.

- En cuanto a la **excavabilidad** de los materiales, tanto los rellenos como los depósitos aluviales (niveles 0, I y II) se consideran excavables mediante máquina retroexcavadora convencional.
- Quedamos a disposición del peticionario para cualquier duda que pueda surgir en relación a lo expuesto en el presente informe.

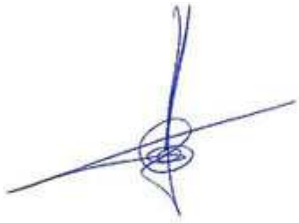
Estella, 16 de abril de 2021.



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 COLUMNA DE SONDEO Y FOTOGRAFÍAS.**
- **REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.**
- **PERFIL DE CORRELACIÓN.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANOS DE UBICACIÓN DE PRUEBAS.**

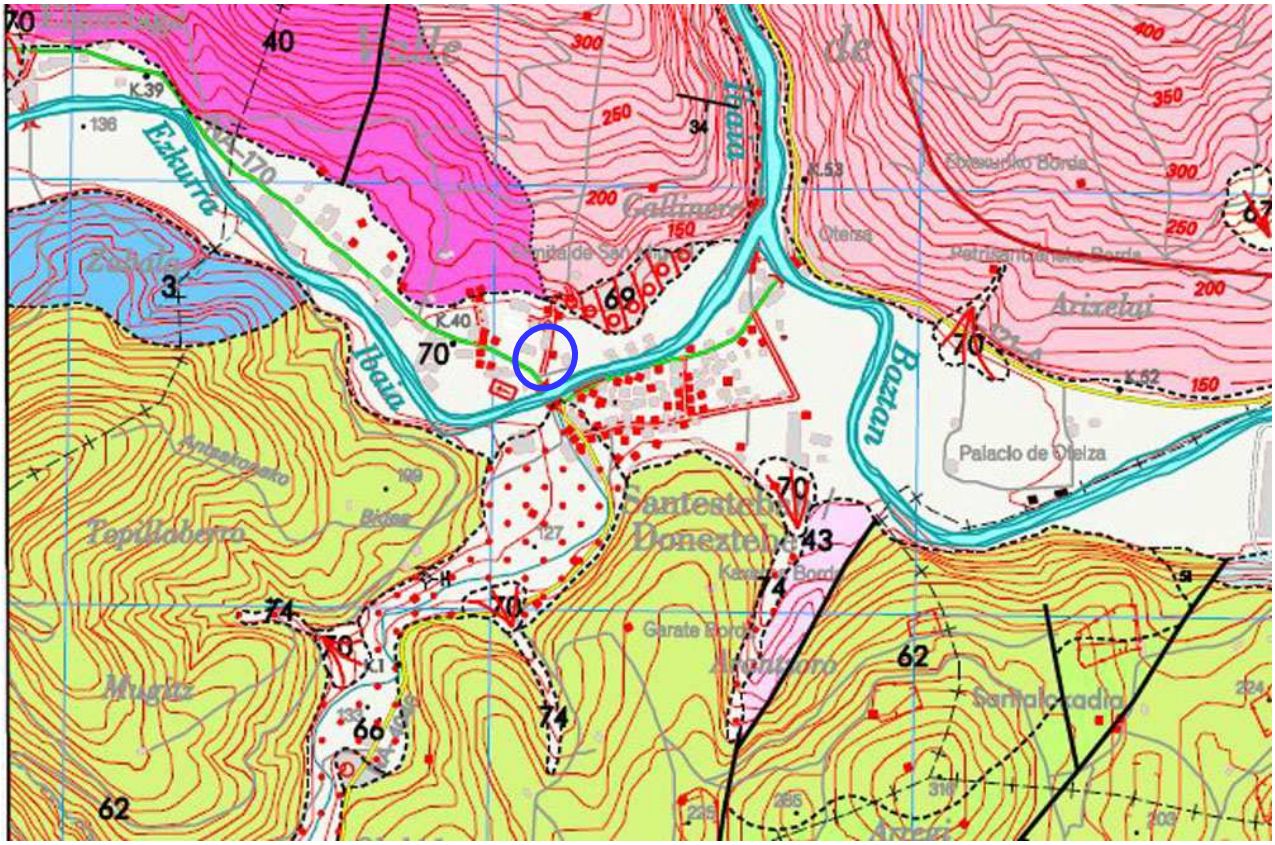
ANEXO N.º 1

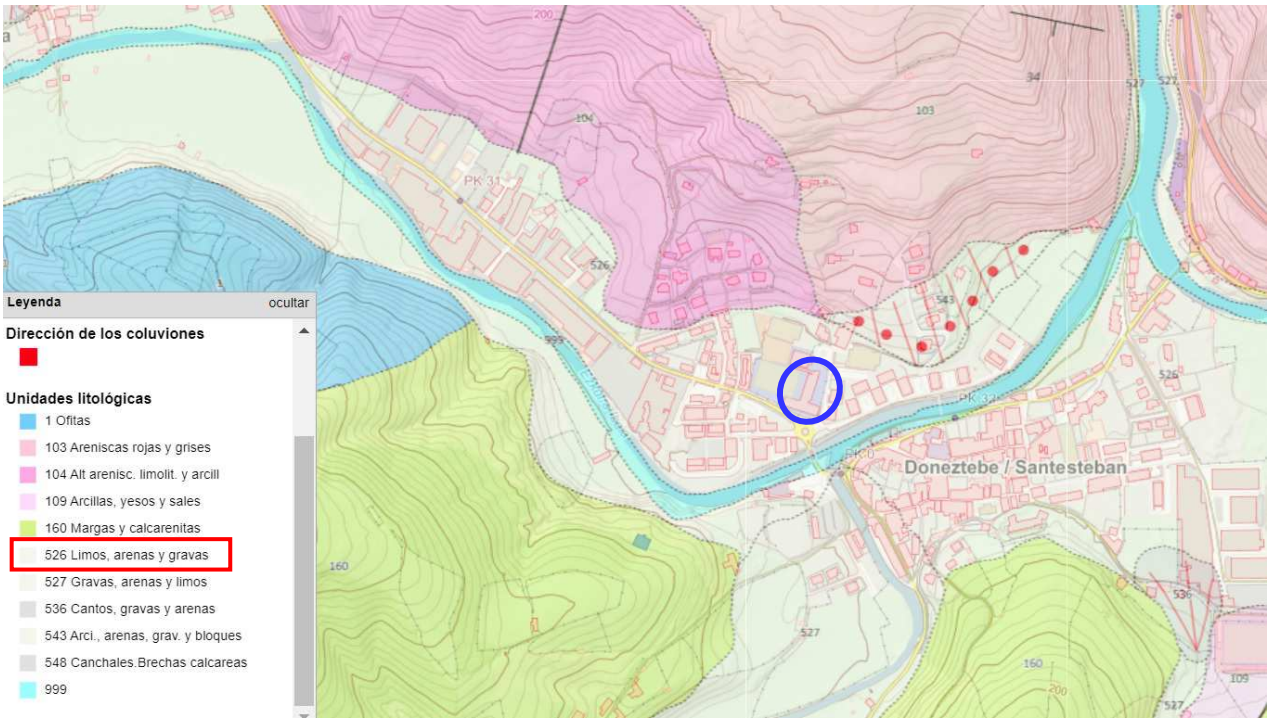
MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA

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

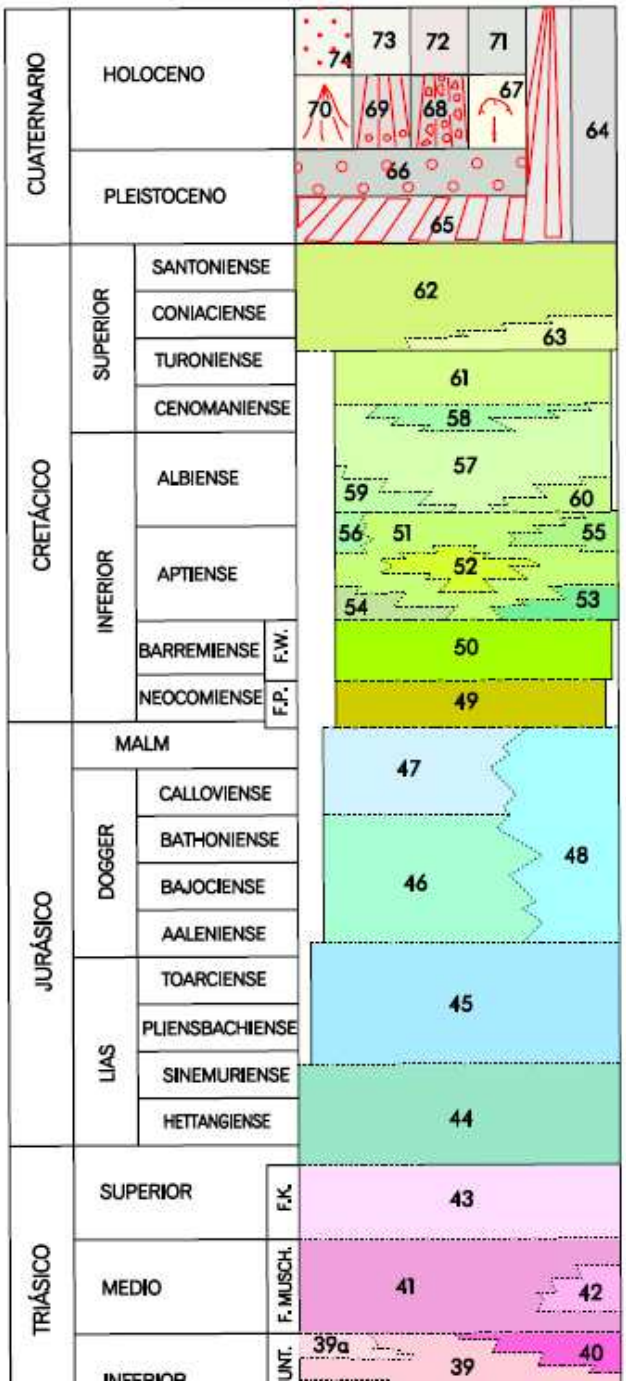
Lugar: Santesteban (Navarra)
Ref. informe: ES/GE013/0121
Hojas: Gob. de Navarra 1:25.000 Sunbilla (hoja 90-II).

MAPA GEOLÓGICO





LEYENDA



74.– **Cantos, gravas, arenas y arcillas (Cauces abandonados)**

73.– **Cantos, gravas, arenas y arcillas (Llanura de inundación)**

72.- *Cantos, gravas, arenas y arcillas (Aluvial)*

71.– **Cantos, gravas, arcillas, arenas y limos (Aluvial–coluvial)**

70.– **Cantos, gravas, arenas y arcillas (Conos de deyección)**

69.– **Arcillas y arenas con cantos y bloques (Coluviones)**

68.- *Bloques y arcillas (Canchales)*

67.– **Acumulación caótica de bloques, arcillas y arenas (Deslizamientos)**

66.– **Cantos, gravas y arenas (Terrazas)**

65.– **Cantos, gravas, arcillas y arenas (Glacis)**

64.– **Arcillas rojas (Arcillas de descalcificación)**

63.– **Calizas**

62.– **Margas, areniscas y calizas**

61.- *Alternancia de margas, areniscas y calizas*

60.– **Conglomerados calcáreos**

59.- *Areniscas*

58.– **Calizas**

57.– **Arcillas, areniscas y pizarras**

56.– **Mármol**

55.- *Calizas masivas*

54.- *Areniscas*

53.- *Conglomerados calcáreos*

52.– **Margas**

51.– **Calizas con construcciones de rudistas**

50.– **Arcillas, margas arenosas, arenas y calizas**

49.- Margas negras y calizas

48.– **Calizas y margas**

47.- *Calizas tableadas*

46.- *Calizas arcillosas y margas*

45.– **Margas y calizas**

44.– **Dolomías, calizas y brechas calcáreas**

43.– **Arcillas yesíferas**

42.- *Arcillas abigarradas*

41.– **Calizas y dolomías**

40.– **Arcillas y areniscas**

39.– **Areniscas rojas**

39a.– **Areniscas rojas y arcillas**

38.– **Conglomerados y areniscas**

ANEXO N.º 2

DESCRIPCIÓN DE COLUMNA DE SONDEO Y FOTOGRAFÍAS

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS
GEFA GEÓLOGOS S.L.
Delegación ESTELLA
Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui - Navarra
T.: 948 554 811 F.: 948 111 131

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

OBRA: Cubierta de pista deportiva en Santesteban (Navarra)		FECHA: 15 de febrero de 2021	SONDEO: **S-1**
CLIENTE: FRANCES ARQUITECTOS	REF.: G13669	REF. INFORME: ES/GE013/0121	COORDENADAS UTM: X: -- Y: -- Z: --

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D. (20 40 60 80)	Grado de meteorización (VI V IV III II)	Prof. (m)	S.P.T. N_{15}	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm²	Humedad %	Límites Atterberg Ll/Ip	Granulometría % pasa 0,4-0,08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO
WB	113	0,55	0,55		Rellenos antrópicos. Firme y base de firme.												
		0,70	0,15		Tierra vegetal.												
		1	1,60		Arcillas marrones con cantos milimétricos dispersos.				1,55-2,15	2-2-2-2				28,3/8,5	91-55	<100	CL/A-4
		2				2,30											
	86	2,30	3,70		Gravas de cantos heterométricos de tamaño variable en matriz arcillo limosa de color negruzco. Se observan algunas pasadas de material más arenoso o limoso. De 2,50 a 3,00 metros aparecen cantos de tamaño hasta bolo.				3,40-4,00	12-20-19-24				27,2/7,1	25-16	<100	GC/A-2-4
		6			FIN DE SONDEO				5,20-5,80	5-8-12-18							

FOTOGRAFÍAS SONDEO.







Tipo de Sonda RL48-L M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanetest, C.S.: Ensayo de compresión simple.
B: Bateria simple; T: Bateria doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

E.:1/75

ANEXO N.º 3

REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

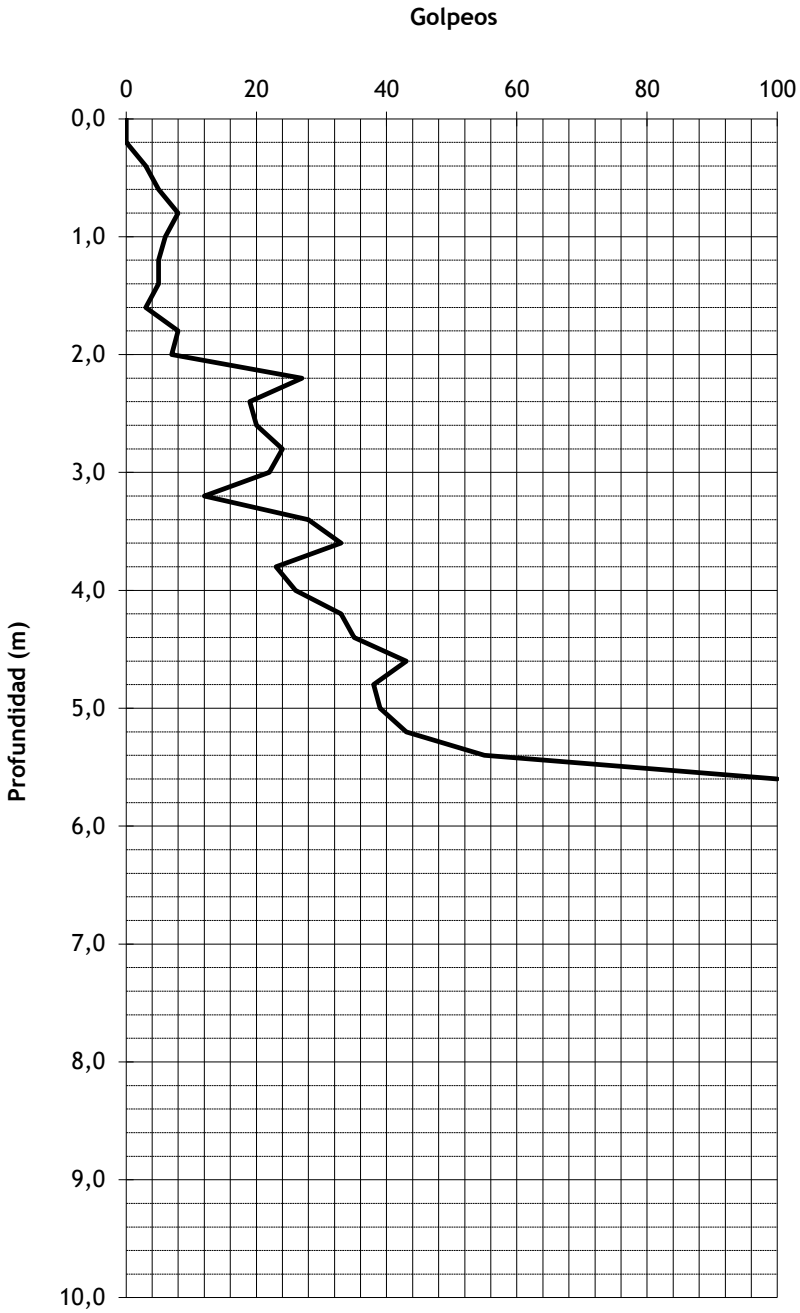
GEEA GEÓLOGOS, S.L.
Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 **Ayegui**
T y F: 948 554 811, M: 606 507 335
Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 31.620 **Huarte Pamplona**
T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907
Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 **Logroño**
T: 941 509 482, M: 695 363336
www.geea.es

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

Obra: Cubierta de pista deportiva en Santesteban (Navarra).
Cliente: FRANCES ARQUITECTOS
Ref. Inf.: ES/GE013/0121

Penetración Nº: 1
Referencia: G16668
Fecha: 15 de febrero de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	3
0.40-0.60	5
0.60-0.80	8
0.80-1.00	6
1.00-1.20	5
1.20-1.40	5
1.40-1.60	3
1.60-1.80	8
1.80-2.00	7
2.00-2.20	27
2.20-2.40	19
2.40-2.60	20
2.60-2.80	24
2.80-3.00	22
3.00-3.20	12
3.20-3.40	28
3.40-3.60	33
3.60-3.80	23
3.80-4.00	26
4.00-4.20	33
4.20-4.40	35
4.40-4.60	43
4.60-4.80	38
4.80-5.00	39
5.00-5.20	43
5.20-5.40	55
5.40-5.60	RECHAZO
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	



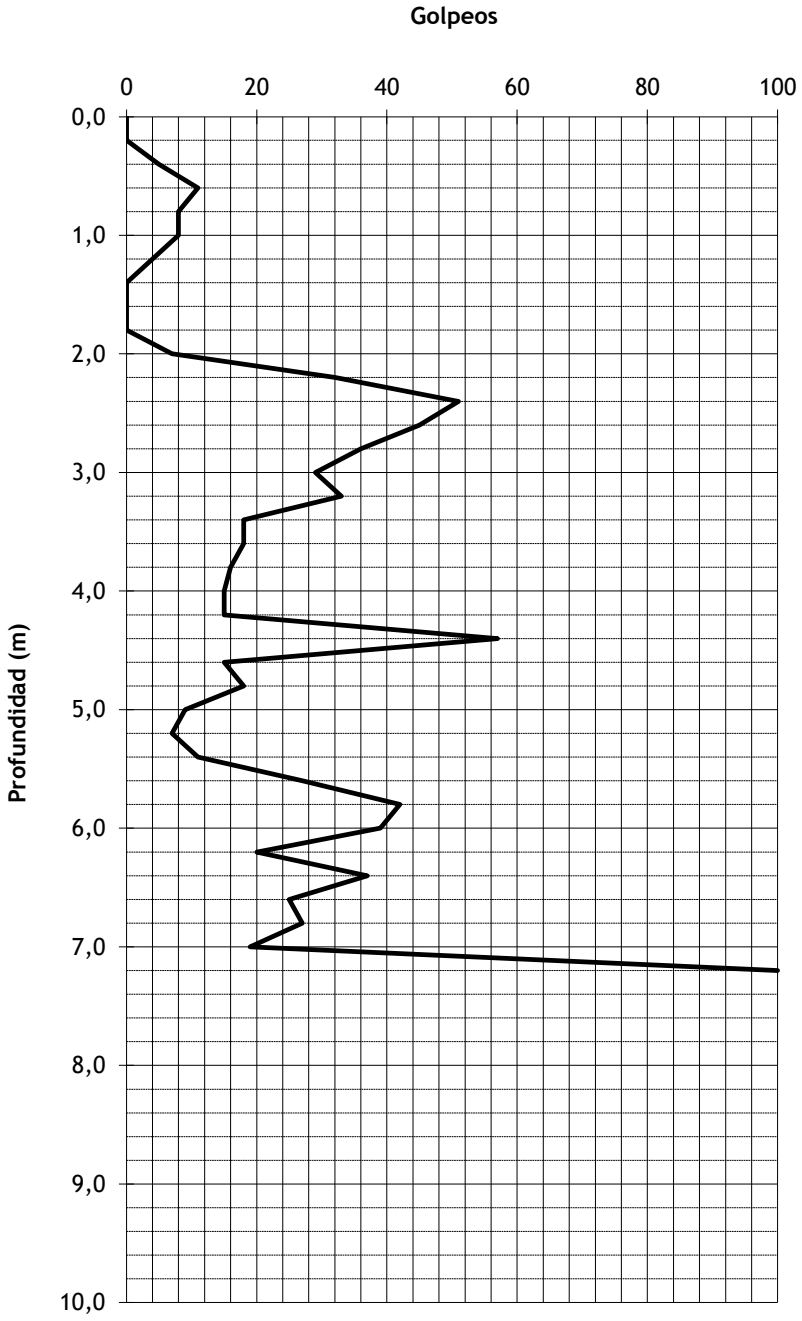
GEEA GEÓLOGOS, S.L.
Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 **Ayegui**
T y F: 948 554 811, M: 606 507 335
Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 31.620 **Huarte Pamplona**
T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907
Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 **Logroño**
T: 941 509 482, M: 695 363336
www.geea.es

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

Obra: Cubierta de pista deportiva en Santesteban (Navarra).
Cliente: FRANCES ARQUITECTOS
Ref. Inf.: ES/GE013/0121

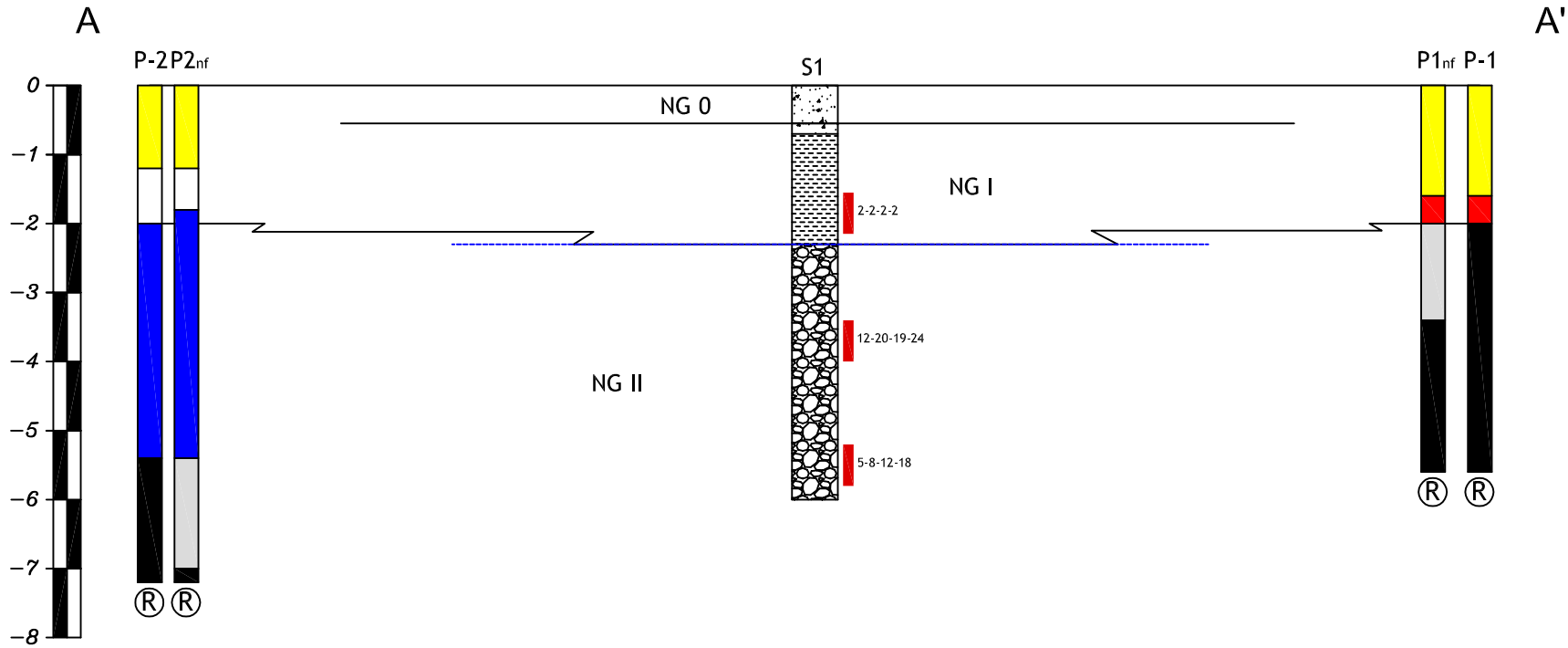
Penetración Nº: 2
Referencia: G16668
Fecha: 15 de febrero de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	5
0.40-0.60	11
0.60-0.80	8
0.80-1.00	8
1.00-1.20	4
1.20-1.40	0
1.40-1.60	0
1.60-1.80	0
1.80-2.00	7
2.00-2.20	32
2.20-2.40	51
2.40-2.60	45
2.60-2.80	36
2.80-3.00	29
3.00-3.20	33
3.20-3.40	18
3.40-3.60	18
3.60-3.80	16
3.80-4.00	15
4.00-4.20	15
4.20-4.40	57
4.40-4.60	15
4.60-4.80	18
4.80-5.00	9
5.00-5.20	7
5.20-5.40	11
5.40-5.60	27
5.60-5.80	42
5.80-6.00	39
6.00-6.20	20
6.20-6.40	37
6.40-6.60	25
6.60-6.80	27
6.80-7.00	19
7.00-7.20	RECHAZO
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.º 4

PERFIL DE CORRELACIÓN



Niveles geotécnicos:

NG 0: Rellenos

NG I: Depósitos aluviales finos. Cuaternario

NG II: Depósitos aluviales gruesos. Cuaternario

Q adm = 0,00 kg/cm^2

Q adm = 0,50 kg/cm^2

Q adm = 1,00 kg/cm^2

Q adm = 2,00 kg/cm^2

Q adm = 2,50 kg/cm^2

Q adm ≥ 3,00 kg/cm^2

Rellenos

Arcillas

Gravas

S.:Sondeo mecánico

Ensayo SPT

Ensayo compresión simple

P.:Ensayo DPSH

GEEA ESTUDIOS GEOLÓGICOS

FECHA: Abril de 2021	ESCALA: vertical: 1/100 horizontal: 1/200
OBRA: Construcción de una cubierta para pista deportiva en Santesteban (Navarra).	
CLIENTE: FRANCES ARQUITECTOS	REF. INFORME: ES/GE013/0121

PERFIL DE CORRELACIÓN A-A'

ANEXO N.º 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	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO**
Norma	**UNE 103101/95**
Acta nº **AN054227**	*Nº Copia* **Copia 1. FRANCES ARQUITECTOS**

Referencia Muestra....	**N16304**
PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	25 DE FEBRERO DE 2021

Referencia Informe.....	EN-488
REF. CLIENTE	S1 DE 0,8 A 1 METROS
PETICIONARIO	FRANCES ARQUITECTOS
DEN. OBRA	SANTESTEBAN

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	123,4
B	Gruesos lavados	0,0
*C = (A - B) * f*	Fracción fina seca	123,4
D = (B + C)	Muestra total seca	123,4
E	Frac. fina ensayada seca al aire	123,4
*F = E * f*	Frac. fina ensayada seca	123,4
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO

Tamiz	*Tamiz*	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
U.N.E.	*ASTM*	Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	*5*				
100	*4*			0,0	
80	*3*			0,0	100
63	*2,5*			0,0	100
50	*2*			0,0	100
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*			123,4	100
0,4	*40*	11,3	11,3	112,1	91
0,08	*200*	44,2	44,2	67,9	55



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEÓLOGOS, S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 AYEGUI (Navarra) Tel. / Fax 948 55 48 11

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 11 DE MARZO DE 2021

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

GEEA GEÓLOGOS S.L.

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 nº **AN054228**	*Nº Copia* **Copia 1. FRANCES ARQUITECTOS**

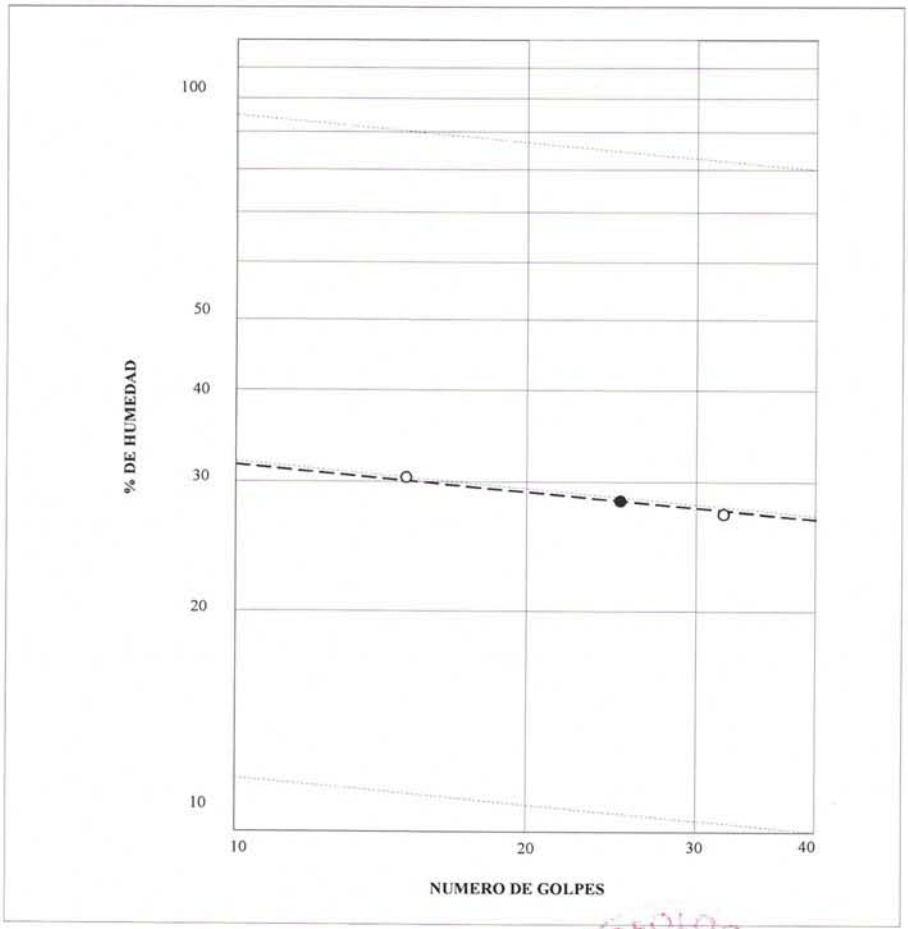
Referencia Muestra....	**N16304**	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 0,8 A 1 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	FRANCES ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE FEBRERO DE 2021	DEN. OBRA	SANTESTEBAN

CALCULO LIMITE LIQUIDO

-	Nº de golpes	15	32
-	Referencia tara	J7	J5
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,21	2,80
t+s+a	Tara + suelo + agua	22,98	22,26
t+s	Tara + suelo	19,77	19,46
t	Tara	9,23	9,15
s=(t+s)-t	Suelo	10,54	10,31
w=100*(a/s)	***% Humedad***	**30,5**	**27,2**

CALCULO LIMITE PLASTICO

-	Referencia tara	J4	J21
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,76	0,67
t+s+a	Tara + suelo + agua	13,93	13,19
t+s	Tara + suelo	13,17	12,52
t	Tara	9,23	9,22
s=(t+s)-t	Suelo	3,94	3,30
w=100*(a/s)	***% Humedad***	**19,3**	**20,3**



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO =	**28,3**
LIMITE PLASTICO =	**19,8**
INDICE PLASTICIDAD =	**8,5**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEÓLOGOS, S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 AYEGUI (Navarra) Tel. / Fax 948 55 48 11

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 11 DE MARZO DE 2021

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

GEEA GEÓLOGOS S.L.

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 nº **AN054229**	*Nº Copia* **Copia 1. FRANCES ARQUITECTOS**

Referencia Muestra....	**N16304**	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 0,8 A 1 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	FRANCES ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE FEBRERO DE 2021	DEN. OBRA	SANTESTEBAN

RESULTADO ENSAYO

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

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

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEOLOGOS, S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 AYEGUI (Navarra) Tel. / Fax 948 55 48 11

Vº Bº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 11 DE MARZO DE 2021

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

GEEA GEÓLOGOS S.L.

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

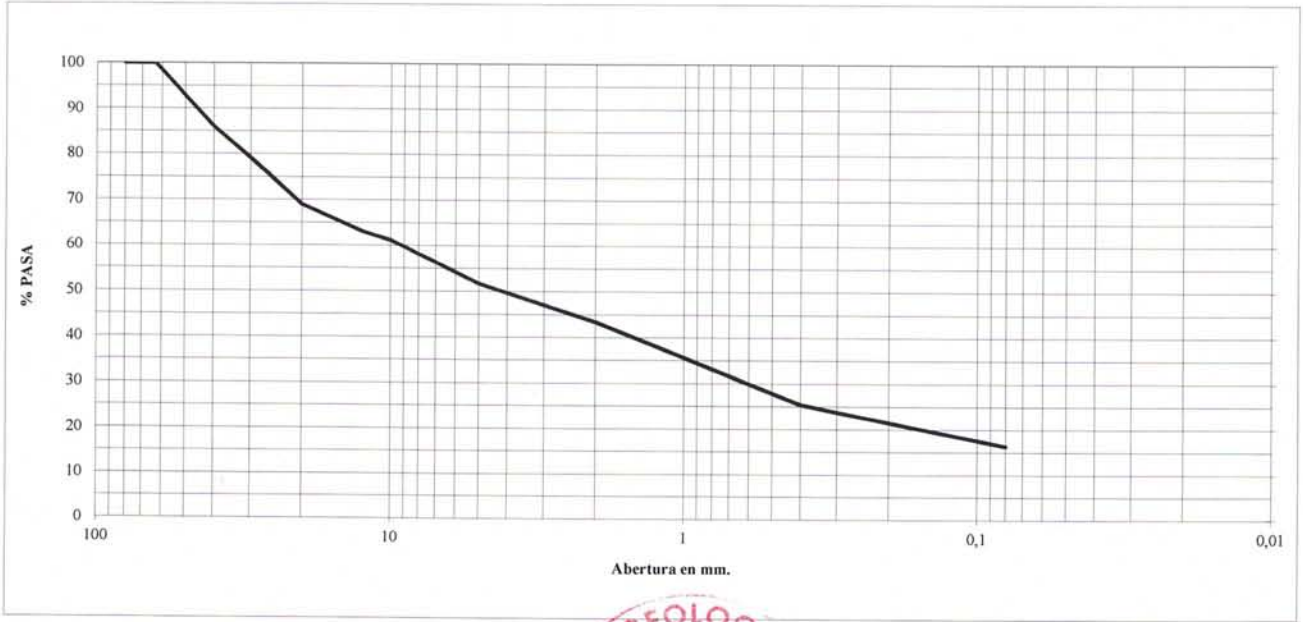
Ensayo	**GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO**
Norma	**UNE 103101/95**
Acta nº **AN054224**	*Nº Copia* **Copia 1. FRANCES ARQUITECTOS**

Referencia Muestra....	**N16312**	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 2,4 A 2,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	FRANCES ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE FEBRERO DE 2021	DEN. OBRA	SANTESTEBAN

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	2770,0
B	Gruesos lavados	1566,1
*C = (A - B) * f*	Fracción fina seca	1203,5
D = (B + C)	Muestra total seca	2769,7
E	Frac. fina ensayada seca al aire	136,0
*F = E * f*	Frac. fina ensayada seca	136,0
C/F		8,9

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO

Tamiz	*Tamiz*	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
U.N.E.	*ASTM*	Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	*5*				
100	*4*			0,0	
80	*3*			0,0	100
63	*2,5*			2769,7	100
50	*2*		197,6	2572,1	93
40	*1,5*		188,1	2384,0	86
25	*1*		314,1	2069,9	75
20	*3/4*		158,4	1911,5	69
12,5	*1/2*		162,1	1749,3	63
10	*3/8*		54,3	1695,0	61
5	*4*		261,7	1433,3	52
2	*10*		229,8	1203,5	43
0,4	*40*	56,5	499,7	703,8	25
0,08	*200*	28,1	248,7	455,1	16



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEÓLOGOS, S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 AYEGUI (Navarra) Tel. / Fax 948 55 48 11

V°B°: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 11 DE MARZO DE 2021

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

GEEA GEÓLOGOS S.L.

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 nº **AN054225**	*Nº Copia* **Copia 1. FRANCES ARQUITECTOS**

Referencia Muestra....	**N16312**
PROCEDENCIA	SONDEO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	25 DE FEBRERO DE 2021

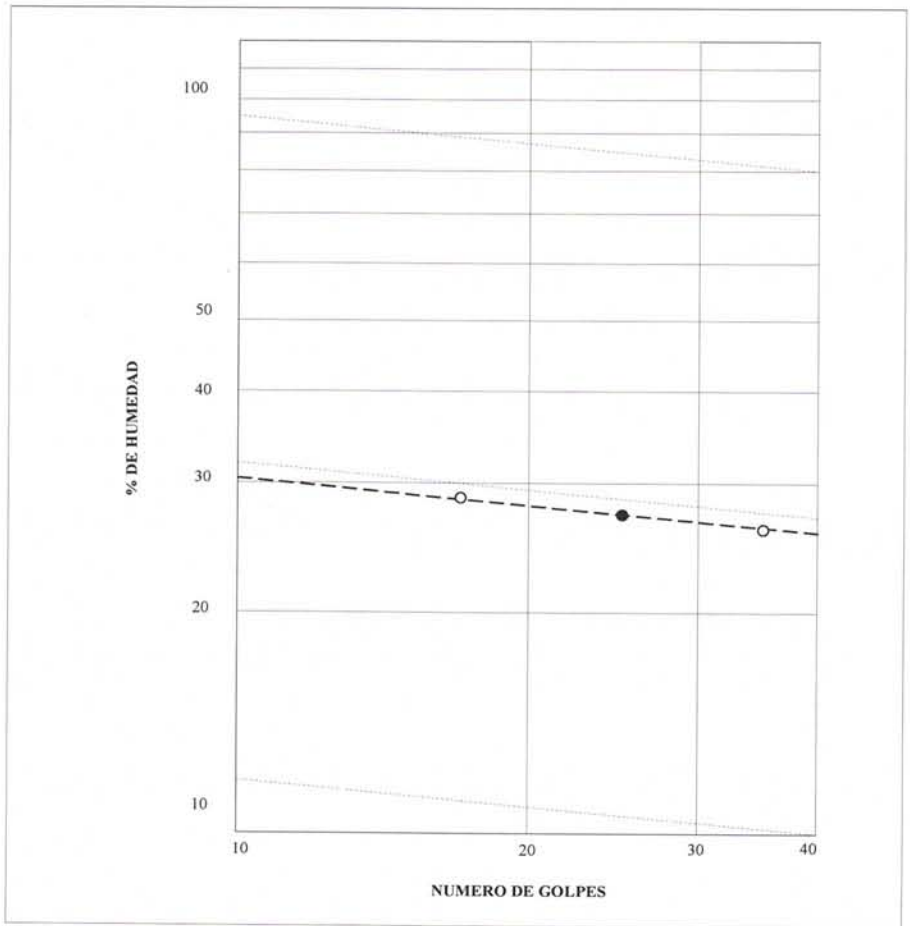
Referencia Informe.....	EN-488
REF. CLIENTE	S1 DE 2,4 A 2,6 METROS
PETICIONARIO	FRANCES ARQUITECTOS
DEN. OBRA	SANTESTEBAN

CALCULO LIMITE LIQUIDO

-	Nº de golpes	17	35
-	Referencia tara	J18	J14
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,56	2,08
t+s+a	Tara + suelo + agua	21,09	19,54
t+s	Tara + suelo	18,53	17,46
t	Tara	9,61	9,46
s=(t+s)-t	Suelo	8,92	8,00
w=100*(a/s)	***% Humedad***	**28,7**	**26,0**

CALCULO LIMITE PLASTICO

-	Referencia tara	J13	J17
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,75	0,84
t+s+a	Tara + suelo + agua	13,99	14,68
t+s	Tara + suelo	13,24	13,84
t	Tara	9,58	9,58
s=(t+s)-t	Suelo	3,66	4,26
w=100*(a/s)	***% Humedad***	**20,5**	**19,7**



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	**27,2**
LIMITE PLASTICO =	**20,1**
INDICE PLASTICIDAD =	**7,1**

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEÓLOGOS, S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 AYEGUI (Navarra) Tel. / Fax 948 55 48 11

V°B°: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 11 DE MARZO DE 2021

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohibe 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.

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 nº **AN054226**	*Nº Copia* **Copia 1. FRANCES ARQUITECTOS**

Referencia Muestra....	**N16312**	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 DE 2,4 A 2,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	FRANCES ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE FEBRERO DE 2021	DEN. OBRA	SANTESTEBAN

RESULTADO ENSAYO

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

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

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 AYEGUI (Navarra) Tel. / Fax 948 55 48 11

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 11 DE MARZO DE 2021

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

ANEXO N.º 6

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS

ESTUDIOS
GEOTÉCNICOS,
GEOFÍSICOS E
HIDROGEOLÓGICOS

GEOLOGOS S.L.

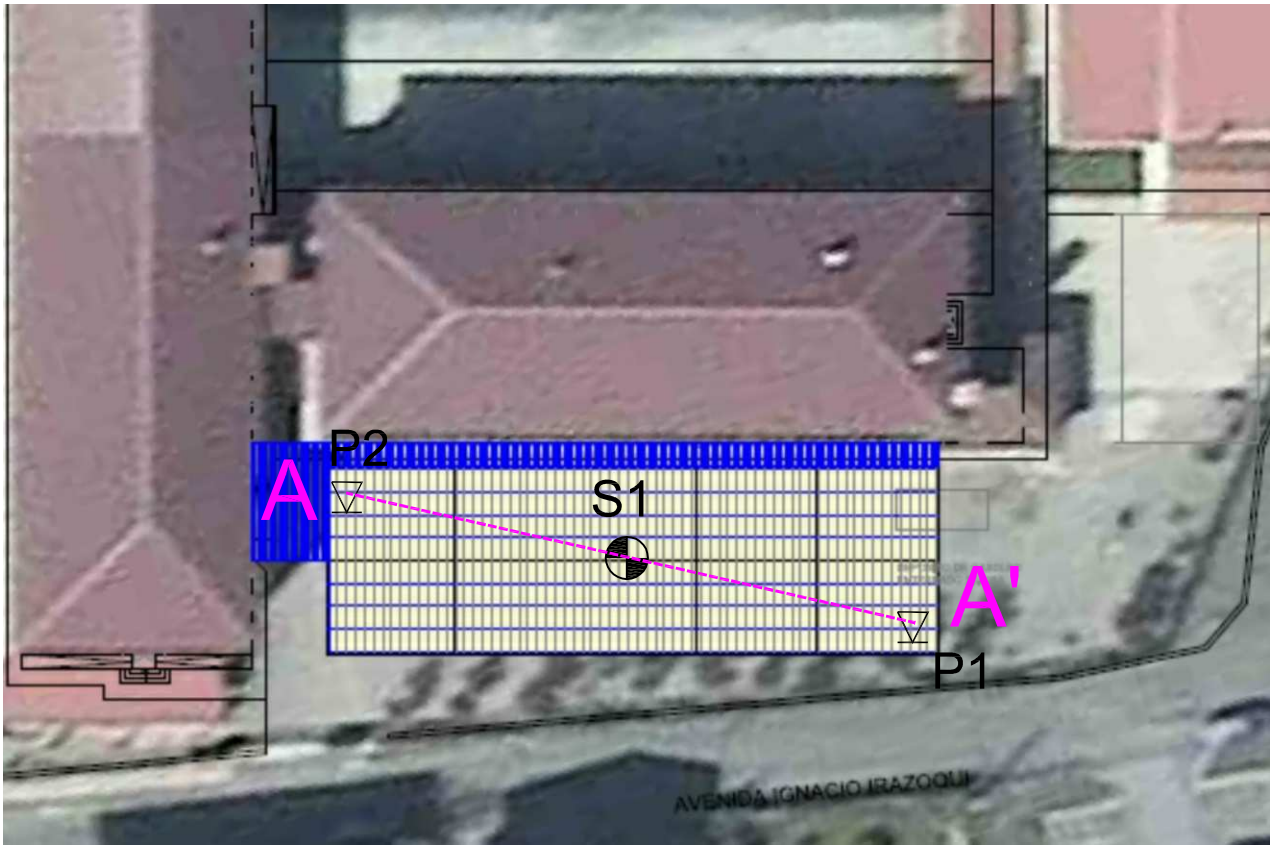
Delegación ESTELLA
Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Estella
T.: 948 554 811 F.: 948 111 131
www.geea.es

Obra: Construcción de una cubierta de pista deportiva en Santesteban (Navarra).

Referencia: ES/GE013/0121



Sin escala



Escala 1/500