PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ADECUACIÓN Y MEJORA DEL EMISARIO SUBMARINO DE LA EDAR DE TÍAS (ISLA DE LANZAROTE)

Nº EXP: 12.335-0515/2111

PROYECTO CONSTRUCTIVO

ANEJO 6. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 3

2. ANTECEDENTES 5

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6

4. MARCO GEOLÓGICO GENERAL 8

5. TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO 11

6. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES 12

6.1 Descripción del perfil geotécnico 12

6.2 Propiedades mecánicas 16

6.3 Excavación y reutilización de los materiales 17

7. RIESGOS GEOLÓGICOS 20

8. CRITERIOS DE DISEÑO 21

9. CONSIDERACIONES TOMADAS DE OTROS ESTUDIOS 23

9.1 Entorno inmediato al punto de vertido 23

9.1.1 Caracterización del sedimento 23

APÉNDICE 1. PLANO GEOLÓGICO IGME 1:50.000 25

APÉNDICE 2. PLANTA DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTO 27

APÉNDICE 3. ESTUDIO GEOTÉCNICO LABETEC 2024 29

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente Anejo tiene por objetivo la presentación de los trabajos geotécnicos realizados para la redacción del *"Proyecto de construcción de obras de adecuación y mejora del emisario submarino de la EDAR de Tías (Isla de Lanzarote)"*.

El objeto del proyecto es dar cumplimiento a los requerimientos contenidos en la Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental relativa a la actuación de *"Ampliación y Mejora de la EDAR de Tías"*, declarada de interés general del Estado por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, y recoge las actuaciones propuestas para rehabilitar el emisario terrestre y submarino existente de la EDAR de Tías, las cuales serán las necesarias para que el emisario de efluentes de la EDAR pueda operar como conducción de vertidos de emergencia ante situaciones excepcionales, con los caudales de diseño de la nueva ampliación de la depuradora, según se recogen en su propio proyecto de ampliación y mejora.

Para lograr este objetivo se realizan principalmente las siguientes actuaciones

- Construcción de una nueva conducción para el tramo terrestre (emisario terrestre), adaptada a los nuevos requisitos de diseño derivados de la ampliación de la EDAR y que conectará con el tramo submarino existente.
- Construcción y conexión de un nuevo tramo de difusor, cuya configuración seguirá las premisas de la solución propuesta en el informe *"Estudio de afección medioambiental, actual y futura del vertido del emisario submarino de Puerto del Carmen (Lanzarote)"* realizado por la empresa ECOS, validando y desarrollando la solución técnica descrita en dicho informe.

El proyecto se desarrolla en su totalidad dentro del municipio de Tías (Lanzarote). Consistiendo en un tramo terrestre (de aproximadamente 3.200 m) y uno submarino (de unos 1000 m de longitud) que permitirá el vertido de aguas residuales al Atlántico ante situaciones excepcionales que puedan producirse a lo largo de la vida útil de la EDAR.

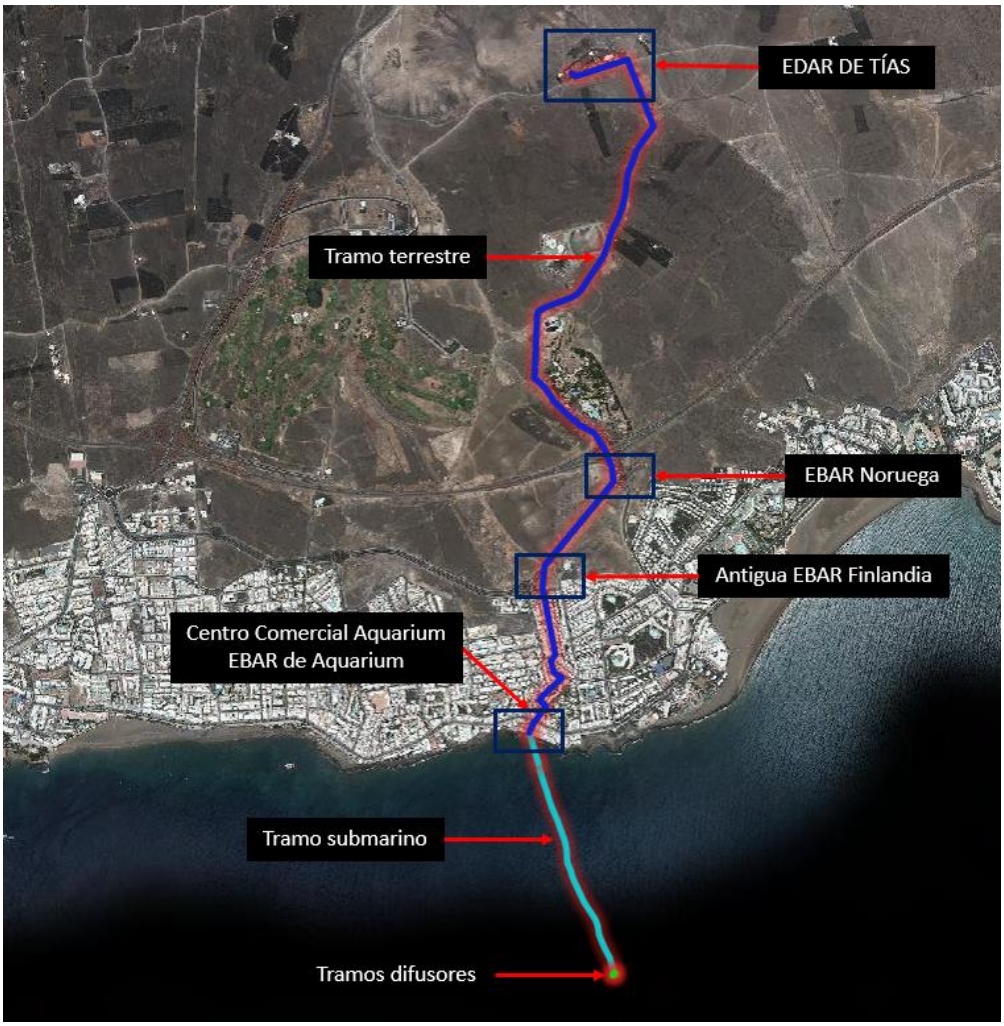


Figura 1. Trazado del emisario de la EDAR de Tías.

El área de estudio establecida en este anejo se centra en el tramo terrestre. En la *Figura 1* se representa su trazado y las principales referencias a lo largo del mismo.

2. ANTECEDENTES

El proyecto objeto del presente servicio de asistencia técnica se enmarca en la actuación de *"Proyecto de Ampliación y Mejora de la EDAR de Tías"*, declarada de interés general del Estado por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

En este proyecto se disponía de un estudio geológico geotécnico con reconocimientos de campo, que ha sido tomado como una referencia inicial para establecer las condiciones geotécnicas del área estudiada.

El 25 de abril de 2023 dio inicio el contrato (del cual PROES Consultores fue adjudicatario) de *"Servicios de asistencia técnica para la redacción del proyecto de construcción de obras de adecuación y mejora del emisario submarino de la EDAR de Tías (Isla de Lanzarote)"*. En la primera fase se llevó a cabo la redacción de un Estudio de Alternativas para evaluar la solución óptima a la problemática del emisario, y que se incluye (de forma resumida) en el ***Anejo 4*** del Proyecto Constructivo.

Tras un periodo de consultas, que se inició el 10 de octubre de 2023 con el envío del Estudio de Alternativas del referido proyecto, tanto al Consorcio de Aguas de Lanzarote (usuario) como al Ayuntamiento de Tías (parte afectada) sólo se recibió respuesta del Ayuntamiento, indicando su preferencia por una de las propuestas realizadas. Con fecha, 20 de noviembre de 2023 se comunicó a ambas partes la selección definitiva de la solución a desarrollar en proyecto, integrando la opción seleccionada por el ayuntamiento y objeto del presente Proyecto Constructivo.

Una vez seleccionada la alternativa óptima para el desarrollo del proyecto, se iniciaron los trámites pertinentes para la realización de los trabajos geotécnicos establecidos en el Pliego de Bases para la contratación de los *"Servicios de asistencia técnica para la redacción del proyecto de construcción de obras de adecuación y mejora del emisario submarino de la EDAR de Tías (Isla de Lanzarote)"*.

El estudio geotécnico costa de los siguientes trabajos:

- El estudio geológico local que permite enmarcar los materiales encontrados a lo largo del trazado. Este estudio se lleva a cabo en base a la bibliografía geológica disponible.
- La campaña de reconocimiento del terreno y toma de muestras en las zonas de actuación para nueva construcción.
- El estudio geotécnico de caracterización de los materiales del trazado.
- Análisis de los riesgos geológicos y geotécnicos asociados al trazado y presentación de los criterios de diseño de las obras propuestas.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un nuevo emisario que partiendo de la EDAR de Tías vierte en el medio marino mediante un emisor actualmente existente.

En la parte terrestre se distinguen dos tramos bien diferenciados: el Tramo 1, que transcurre fuera de zona urbana y el Tramo 2 que discurre por las calles de Puerto del Carmen.

La actuación en el Tramo 1 va desde la EDAR de Tías hasta la antigua EBAR Finlandia. La actuación consiste en sustituir el colector existente por uno nuevo de PVC-O de 630 mm de diámetro nominal. El trazado parte aproximadamente a la cota +58,50 y termina a la cota +21,00. La longitud del tramo es de unos 2.500 m, y sigue un recorrido similar al emisario existente.

Su trazado corre paralelo a varias carreteras que unen las localidades de Tías y Puerto el Carmen. El nuevo colector tiene que cruzarse con ellas en determinados puntos.

La sección típica a lo largo del trazado es una zanja de entre 1,5 a 3,0 m de profundidad. En algunos tramos puntuales la profundidad es de 6,0 m.

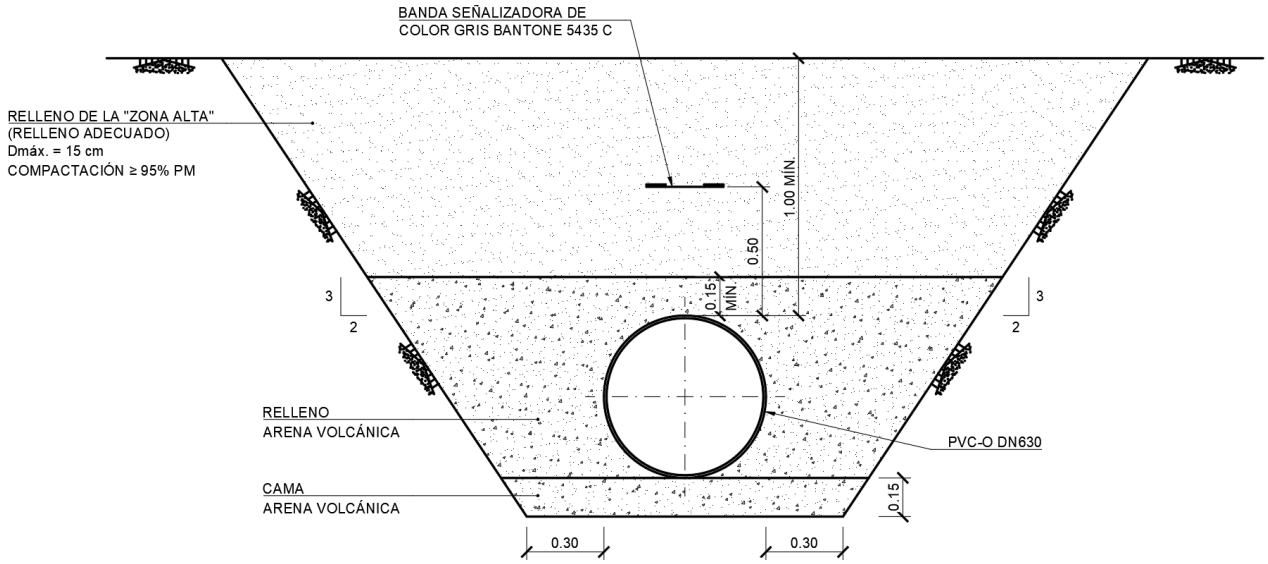


Figura 2. Sección tipo de zanja en el trazado fuera de zona urbana.

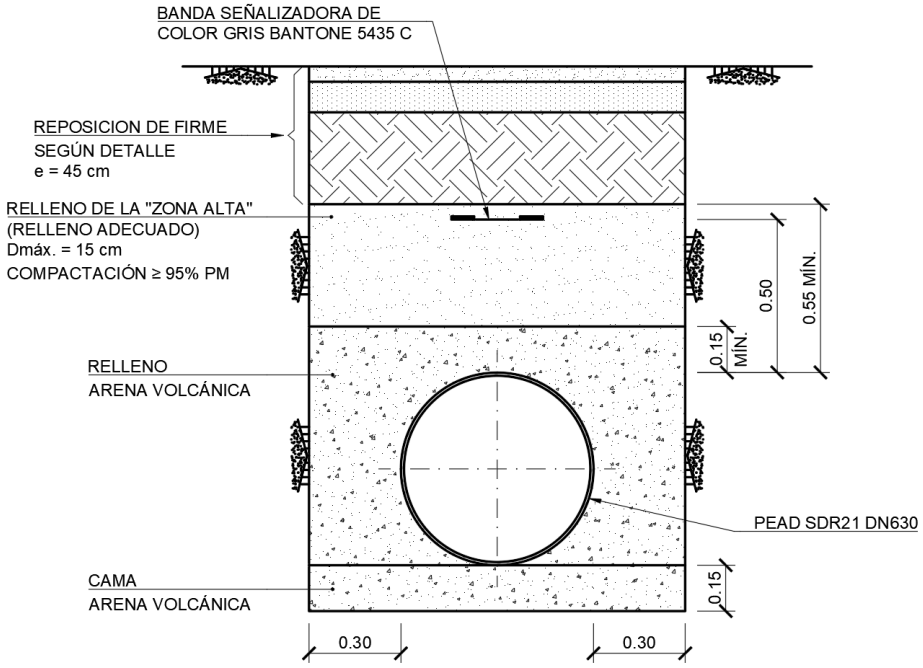


Figura 3. Sección tipo de zanja en el trazado de la zona urbana.

Los cruces con las carreteras serán a cielo abierto, en caso de carreteras de poco tráfico, o mediante hinca, en las carreteras principales. Se han definido dos tramos de cruce de las carreteras existentes que serán realizadas con el procedimiento de hinca de tuberías. En este caso las hincas se realizan a una profundidad de entre 4 y 6 meteros por debajo de la carretera.

El Tramo 2 es el tramo urbano. Tiene una longitud de unos 700 m y alcanza la arqueta de cabecera del emisario marino, junto a la costa.

La sección tipo prevista para este tramo es similar a la del anterior. Dado que se trata de un ambiente urbano, la excavación de la zanja esa previsto que se realice al abrigo de un sostenimiento provisional.

En el ***Apartado 8. Criterios de diseño*** se incluye el completo listado de los parámetros y métodos constructivos aquí presentados, y que se justifican a lo largo del presente documento.

4. MARCO GEOLÓGICO GENERAL

El tramo objeto de estudio se encuentra en la hoja 1082 Arrecife, del IGME. La isla de Lanzarote es de origen volcánico. El municipio de Tías se localiza dentro de una de estas formaciones de coladas volcánicas.

Estratigrafía e historia geológica

La historia geológica del Lanzarote emergido comienza en el Mioceno medio (hace aproximadamente 15,5 m.a) con la emisión de las lavas basálticas del tramo inferior del Macizo de Ajaches. De manera sucesiva, durante el Mioceno superior continúa concluyéndose este edificio basáltico, a la vez que hace su aparición subaérea el gran edificio de Famara, área NE de la isla. Esta nueva emisión es posible que sea el resultado de la propagación de la fisura eruptiva miocena, que desde la península de Jandía en Fuerteventura se prolonga hasta el Banco de la Concepción, al NE de la isla de Lanzarote.

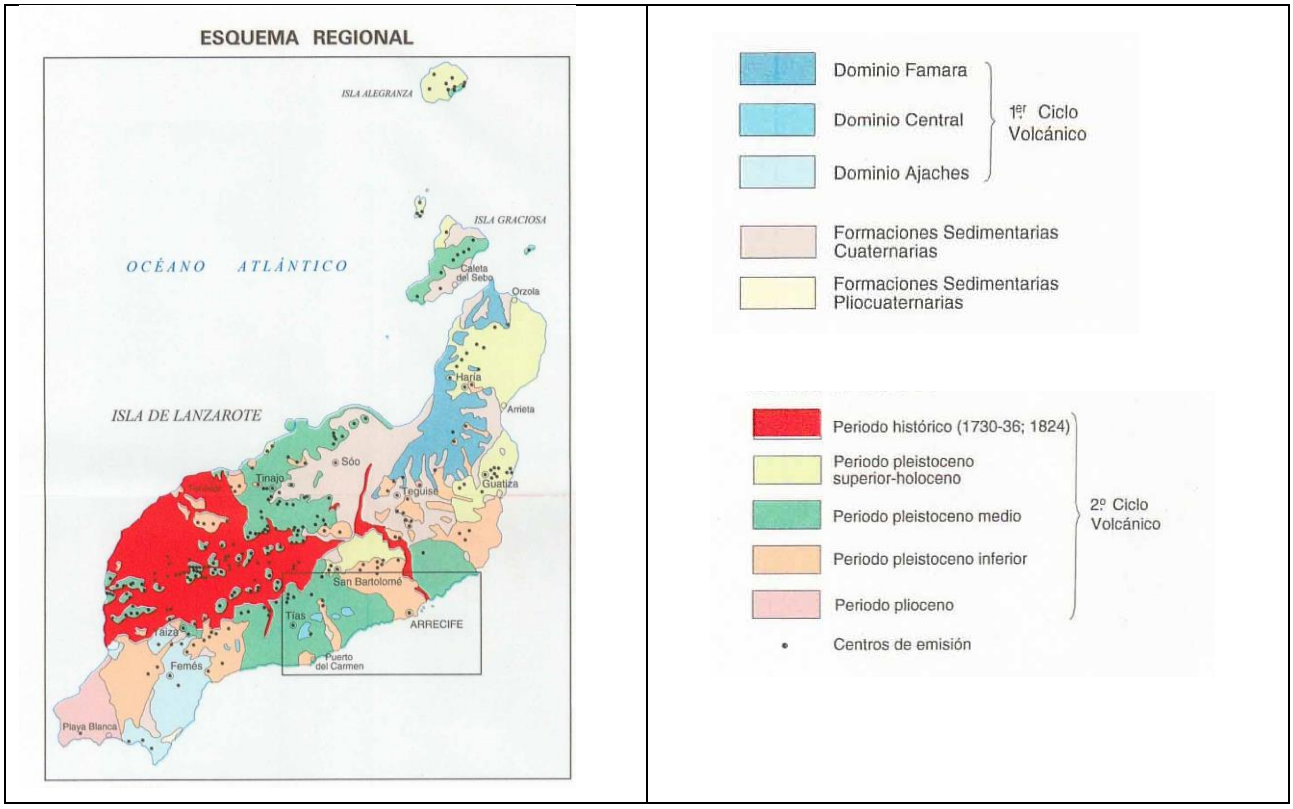


Figura 4. Esquema geológico general.

Al final del Mioceno, otra nueva erupción basáltica de cierta envergadura se instala en el Dominio Central de la isla, conectando los dos dominios anteriores. De esta manera termina el primer ciclo volcánico distinguido en la isla, Ciclo mioplioceno, que dio origen a los relieves más abruptos que hay en ella, en sus dos áreas extremas: Ajaches y Famara. En los alrededores de Tías se localizan restos del primer ciclo de coladas, denominado Dominio Central.

Un intenso proceso erosivo se desarrolla a continuación, desmantelando gran parte de los apilamientos lávicos construidos durante el Mioceno.

Desde el Plioceno superior hasta prácticamente la actualidad (año 1824) se han ido sucediendo de manera continua las emisiones volcánicas a través de fisuras cortas y en su mayoría paralelas, que cubren todo el Dominio central y agrandan la isla por sus laterales. Durante este lapso de tiempo, se define el segundo ciclo volcánico, compuesto por tres períodos; Plioceno, Pleistoceno-holoceno e Histórico, que completan los cuatro distinguidos en Lanzarote. Las localidades de Tías y Puerto del Carmen se sitúan sobre coladas datadas en el pleistoceno medio e inferior.

Tectónica y sismicidad

El área de las Islas Canarias es una zona de sismicidad moderada, con terremotos que, en general, no superan los 5,5 grados de magnitud. En muchos casos, se trata de sismicidad asociada a reactivaciones volcánicas, que pueden acabar o no en erupción.

Las series sísmicas suelen comenzar con terremotos de baja magnitud, que van aumentando en frecuencia y tamaño hasta ser ampliamente sentidos, en muchos casos se observan también migraciones de los epicentros y cambios en la profundidad de los sismos a lo largo de una misma serie. Este tipo de actividad está relacionada con la dinámica de la intrusión del magma y en algunas ocasiones, puede ir acompañada de otros signos de reactivación volcánica como deformaciones del terreno, emanación de gases, anomalías gravimétricas, etc. Históricamente, la mayoría de las erupciones volcánicas en Canarias han sido precedidas o acompañadas de terremotos sentidos.

La normativa sismorresistente vigente en España es la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02). En el caso específico de las Islas Canarias, la NCSE-02 asigna una aceleración sísmica básica de 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad), lo que clasifica al archipiélago como una zona de baja sismicidad. Por tanto, el municipio de Tías se identifica como una zona de baja sismicidad, con una aceleración horizontal sísmica para periodos de retorno de 500 años de 0,04g. Por ello, según la normativa actual vigente no se exigen requisitos estrictos de diseño sismorresistente para edificaciones en esta región.

Adicionalmente, conforme al Eurocódigo 8 (EN 1998-1) y su Anejo Nacional aplicable en España, se establece para la ubicación de la actuación proyectada una aceleración sísmica de referencia $a_{g,R}$ = 0,04 g, y un coeficiente de contribución γ_I = 1, al tratarse de un uso convencional. Estos valores corroboran la clasificación de la zona como de baja peligrosidad sísmica.

Las estructuras a diseñar en el proyecto son únicamente estructuras enterradas (arquetas y pozos). Estas estructuras al estar enterradas están menos expuestas a las fuerzas sísmicas que las estructuras superficiales debido a la interacción con el terreno, que tiende a amortiguar los efectos sísmicos. Su comportamiento es generalmente más rígido y predominantemente elástico, por tanto, se considera en el proyecto un parámetro de K = 1.

Geomorfología

Desde un punto de vista geomorfológico, el área de estudio está formada en gran parte por materiales de origen volcánico, y en una pequeña parte por materiales de origen sedimentario, cuyo origen son depósitos de gravedad del material meteorizado de las formaciones anteriores.

La orografía está marcada por las elevaciones que rodean el área de estudio, que son los edificios volcánicos de las distintas etapas. Sin embargo, hacia la costa las cotas van descendiendo y tomando una inclinación relativamente suave.

En los materiales cuaternarios debido a que clima ha sido semiárido, la red fluvial es inexistente.

Hidrogeología

La isla de Lanzarote es una de las más áridas del archipiélago canario, pudiéndose clasificar su clima como desértico, cálido y seco. Los recursos hidráulicos subterráneos de la isla de Lanzarote son muy escasos, lo que hace que actualmente la extracción de estas aguas sea cada vez más reducida y que la producción de agua desalada sea una práctica cada vez más común.

En la zona de estudio la línea piezométrica se encuentra a un nivel ligeramente por encima del nivel de mar, de manera que su aprovechamiento es relativamente escaso.

En lo relativo a permeabilidad y capacidad de almacenamiento de agua, en general, la sucesión e imbricación de coladas, depósitos piroclásticos y sedimentos hacen de las formaciones volcánicas un medio heterogéneo, que condiciona enormemente el flujo y almacenamiento del agua subterránea. Asimismo, los procesos posteriores al emplazamiento y consolidación de los materiales modifican también su comportamiento primario.

La permeabilidad por fracturación y la porosidad de los materiales volcánicos va asociada, en las coladas de lava, a la zona afectada por disyunción columnar y a los tramos escoriáceos de sus bases y techos. Los tramos impermeables o poco permeables se deben mayormente a la presencia de rocas compactas sin fisurar y sin conexión de vesículas, presencia de depósitos piroclásticos alterados; en general, estos hechos condicionan y afectan al movimiento del agua en sentido vertical. Por otro lado, los diques y cuerpos intrusivos que cortan las lavas y piroclastos representan barreras a la circulación horizontal, si bien en casos en que están fisurados pueden constituir zonas de permeabilidad preferente.

En el apéndice Nº1 de este informe se presenta el trazado sobre el plano geológico IGME.

5. TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Los reconocimientos de campo y laboratorios constan de los siguientes trabajos:

- Un sondeo mecánico a rotación con recuperación de testigo, con 10 m de profundidad en el emplazamiento previsto para la nueva arqueta de rotura.
- Un ensayo de penetración dinámica tipo DPSH hasta rechazo.
- Tres calicatas en las zonas de las obras singulares que se perforan a través de los niveles de suelos por encima del sustrato rocoso. Su profundidad varía entre 1,5 y 2,5 m.
- Ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas en los sondeos y calicatas.

Se dispone además de los sondeos y ensayos de penetración dinámica ejecutados en la EDAR de Tías en 2020, de donde parte el trazado, para el proyecto de *"Ampliación y mejora de la EDAR de Tías (Isla de Lanzarote)"*. En concreto se dispone de dos sondeos de 8 m que coinciden con el inicio del trazado.

En el apéndice Nº2 se presenta una planta con todos los reconocimientos disponibles.

En el apéndice Nº3 se recoge el informe elaborado en 2024 con los procedimientos utilizados para la ejecución de la campaña, la testificación de los reconocimientos y los resultados de laboratorio.

6. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

6.1 Descripción del perfil geotécnico

En función de los reconocimientos disponibles se distinguen las siguientes capas en el perfil geotécnico, sobre los que transcurrirá el nuevo emisario.

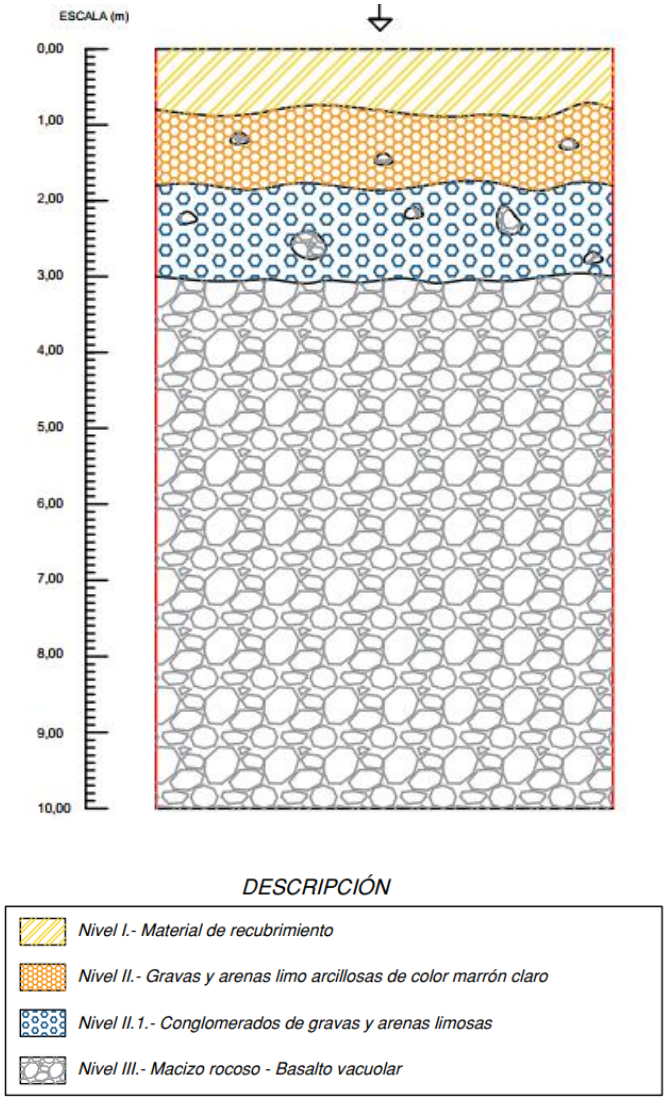


Figura 5. Esquema del perfil geotécnico del trazado.

NIVEL I: Material de recubrimiento

Suelos de consistencia media constituidos por gravas y arenas limo-arcillosas de color marrón claro.

El espesor es variable a lo largo de la traza dependiendo de la morfología de la zona y la actuación antrópica. En genera se esperan espesores inferiores a 1,0 m.

Son suelos naturales que has sido removidos de su posición original en actuaciones de nivelación y adecuación del terreno (concretamente aparecen en todas las zonas ensayadas, debido a los movimientos de tierra relacionados con el diseño y elaboración de los viales).

Se incluyen en este nivel los caballones que se observan depositados en determinados tramos de la carretera.



Figura 6. Materiales del nivel I, suelos no consolidados.

NIVEL II: Conglomerados de gravas y arenas

Se incluyen en este nivel los suelos consolidados, mayoritariamente de carácter granular que aparecen por encima del sustrato rocoso sano. Estas formados por gravas y arenas limosas cuyo origen puede ser el propio macizo rocoso meteorizado o materiales depositados con un cierto grado de cementación. Se observa que estos materiales se van transformando en bolos de conglomerado con la profundidad.



Figura 7. Materiales del nivel II, suelos granulares consolidados.

Se distinguen dos niveles que son.

- Sub Nivel II:

Suelo constituido por un conglomerado de gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro.

Presenta un espesor medio de 1 metro. A medida que se profundiza se produce una disminución de la fracción de material fino (limo arcilloso), aumentando el contenido de material conglomerático.

Los ensayos realizados sobre este material y su clasificación de acuerdo con el PG-3 es la siguientes:

IDENTIFICACIÓN										
NIVEL II: GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS										
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	CÓDIGO DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% PASA TAMIZ UNE)			LÍMITES DE ATTERBERG		CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES (mg/Kg)	ENSAYO DE APISONADO PRÓCTOR (MODIFICADO)		CLASIFICACIÓN PG-3
		2	0,4	0,08	L.L.	I.P.		*Densidad máxima (g/cm³)*	*Humedad óptima (%)*	
C1 / 0,70 m	SO24-021	39,1	25,7	13,1	42,3	12,5	834,15	-		Tolerable
C2 / 1,00 m	SO24-022	33,5	14,2	8,3	44,1	8,5	1134,28	1,81	10,6	Tolerable
C3 / 1,60 m	SO24-023	36,4	16	9,9	43,6	12,2	893,71	-		Tolerable
S1 / 1,40 m	SO24-016	35,2	19,2	8,4	40,6	8,2	926,08	-		Tolerable

Tabla 1. Ensayos del nivel II y clasificación de materiales.

- Sub Nivel II.1:

Conglomerados de gravas y arenas limosas de color gris oscuro (procedentes de la fracturación y/o alteración de los basaltos. Presenta un espesor medio de 1,50 metros.

Los ensayos realizados sobre este material y su clasificación de acuerdo con el PG-3 es la siguientes:

IDENTIFICACIÓN									
NIVEL II.1: CONGLOMERADO DE GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS									
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	CÓDIGO DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% PASA TAMIZ UNE)			LÍMITES DE ATTERBERG		CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES (mg/Kg)	DETERMINACIÓN DE CARBONATOS (%)	CLASIFICACIÓN PG-3
		2	0,4	0,08	L.L.	I.P.			
S1 / 2,60 m	SO24-017	33,3	13,4	4,4	NO PLÁSTICO		683,9	0,85	Seleccionado

Tabla 2. Ensayos del nivel II-1 y clasificación de materiales.

NIVEL III: Macizo rocoso

Sustrato rocoso constituido por un basalto vacuolar de color gris oscuro. Se trata de un material rocoso con grado de meteorización II-III, una recuperación en sondeos alta y un índice RQD entre 40 y 80.

Se encuentran en la base de la profundidad investigada, si bien, teniendo en cuenta la génesis de los depósitos volcánicos, es previsible que en profundidad se encuentren intercalaciones de otros materiales volcánicos.



Figura 8. Materiales del nivel III. Macizo rocoso.

De forma general, la secuencia descrita en este apartado se puede extrapolar a prácticamente toda la zona de la localidad de Tías y Puerto del Carmen. Se trata de una zona volcánica dominada por materiales conglomeráticos alterados, los cuales tapizan un sustrato rocoso (con diferente nivel de fracturación en función de su grado de alteración).

No se ha detectado **nivel freático** en la profundidad investigada. Por la información piezométrica disponible en la bibliografía geológica se estima que el nivel piezométrico se encuentra en torno a la cota +1,0, ligeramente por encima del nivel de agua del mar.

Los ensayos realizados son los siguientes:

IDENTIFICACIÓN				
NIVEL III: MACIZO ROCOSO				
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	**CÓDIGO DE MUESTRA**	**RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)**	**LONGITUD MUESTRA TALLADA (cm)**	**RELACIÓN LONGITUD / DIÁMETRO**
S1 / 3,40 m	SO24-018	84	15,2	2,14
S1 / 3,80 m	SO24-019	89,2	17,2	2,42
S1 / 5,40 m	SO24-020	78,1	17,4	2,45

Tabla 3. Ensayos del nivel III.

En lo referente a la excavabilidad del macizo rocoso, de acuerdo con la clasificación propuesta por Franklin, el macizo rocoso estaría en la región clasificada como pre-voladura o voladura de esponjamiento. En esta región, el macizo roca es también susceptible de ser excavado con martillo rompedor. La utilización de uno u otro método dependerá del volumen de excavación y las condiciones del entorno.

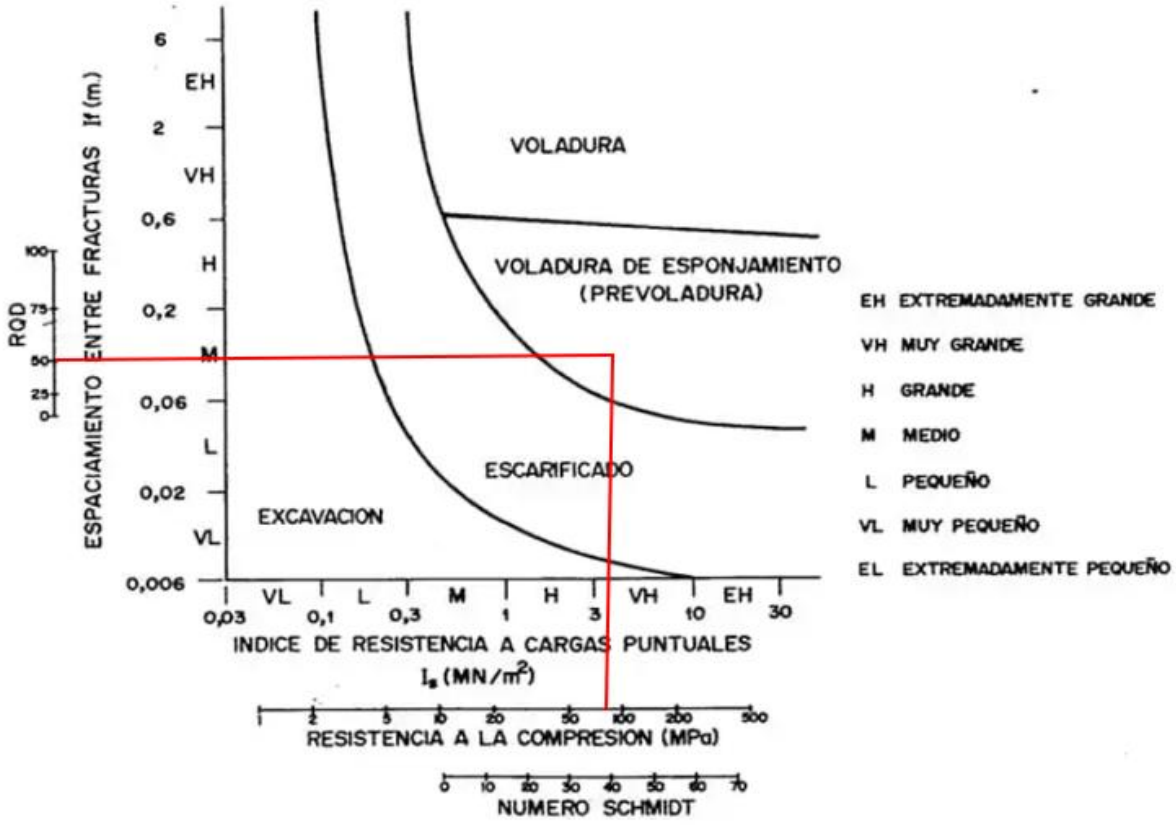


Figura 9. Gráfico de excavabilidad de Franklin.

6.2 Propiedades mecánicas

El **nivel I** son suelos granulares no consolidados a los que se les puede asignar las siguientes características mecánicas.

- Densidad 1,8 ton/m³.
- Cohesión 0.
- Angulo de rozamiento interno 28º.
- Coeficiente de balasto horizontal 500 ton/m³

El **nivel II** es un suelo granular con menos de un 35% de retenido en el tamiz UNE 0,080, si bien en algunos tramos podrían encontrase proporciones mayores de finos, según su nivel de alteración. Los finos son materiales con media baja plasticidad, o bien son finos no-plásticos. Los ensayos SPT realizados muestra una compacidad alta, con valores de rechazo. Los parámetros que se le asignan a este nivel son las siguientes:

- Densidad 1,9 ton/m³
- Cohesión 1,0 ton/m².
- Angulo de rozamiento interno 32º.
- Coeficiente de balasto horizontal 2.000 ton/m³.

El **nivel III**, de roca basáltica, presenta una resistencia a compresión simple, en los niveles más sanos, superior a los 78 MPa y una densidad de 2.7 ton/m3. El grado de meteorización es II-III, los valores del RQD están por encima de 40. Se trata de una roca.

Este nivel tiene unas características mecánicas lo suficientemente elevadas para que los taludes previstos (de hasta 6.0m de altura) sean estables con taludes subverticales. Tampoco dan lugar a empujes sobre los sostenimientos. No obstante, a efectos de cálculo de taludes y sostenimientos se proponen los siguientes parámetros mecánicos.

- Densidad 2,7 ton/m³.
- Cohesión 20 ton/m².
- Angulo de rozamiento interno 40º.
- Coeficiente de balasto horizontal 20.000 ton/m³.

Sin embargo, en este nivel se pueden producir inestabilidades locales, por presencia de diaclasas abiertas que bucen en una dirección descalzada por la excavación. O las paredes desnudas pueden dar lugar a caídas de piedras al fondo de excavación. Estas singularidades no pueden predecirse a partir de los reconocimientos realizados, por lo que requiere un análisis por parte de un especialista, que se llevará a cabo una vez excavados los taludes.

6.3 Excavación y reutilización de los materiales

Excavación de la zanja:

Desde el punto de vista de la excavación, el nivel I y la parte superior del nivel II va a poder excavarse con medios mecánicos, como así se ha comprobado con las calicatas. A partir de 1,5 a 2,0 m de profundidad se va a necesitar equipos con martillo neumático para poder alcanzar el fondo de la zanja.

Al llegar al nivel III, la excavación va a precisar el apoyo del martillo neumático. Alternativamente, se debe valorar la posibilidad de utilizar explosivos o cementos expansivos para ayudar a la excavación.

Tomando como referencia el nuevo emisario proyectado, el emisario va en zanja en el Tramo I entre los P.K. 0+000 a 1+836 y 2+034 a 2+509, es decir, en una longitud de 2.311 m. Los 198 restantes hasta 2.509 m son el tramo de hinca. Además, hay que considerar las excavaciones adicionales para la tubería del by-pass general de la EDAR y la conducción de aliviadero desde la arqueta de reunión al pozo de filtración, lo que sumaría una longitud de 209 m, haciendo un total de 2.520 m.
En este primer tramo, los sub-tramos que va a alcanzar el nivel rocoso, y, por tanto, es previsible que sea necesario el uso intenso de martillo neumático o de explosivos son los siguientes:

Desde P.K.	Hasta P.K.	Longitud (m)
0+350	0+550	200
0+600	0+700	100
1+040	1+120	80
1+200	1+320	120
1+600	1+650	50
1+700	1+820	120
2+050	2+100	50
2+300	2+500	200
TOTAL		**920**

Tabla 4. Tramo I. Subtramos con excavación en nivel rocoso.

Teniendo en cuenta que en estos subtramos de forma aproximada el 50% de la zanja se va a excavar con medios mecánicos y el otro 50%, bien con uso constante del martillo neumático, o bien con voladura, dentro de la unidad de excavación en cualquier tipo de terreno, hay que tener en cuenta los siguientes porcentajes de excavación de cada tipo.

- Excavación mecánica = (2.270 - 0,5 * 920) / 2.270 = 79,8%.
- Excavación con martillo neumático o voladura = 0,5 * 920 / 2.270 = 20,2%.

En el tramo urbano o tramo II, únicamente los 250 primeros metros tienen excavación que puede alcanzar el sustrato rocoso. Además, en una zona relativamente somera. Por tanto, en este tramo no va a ser necesario el uso de explosivos, si bien puede ser necesario el uso de martillo neumático, especialmente en los 250 primeros metros. Los porcentajes en este caso serían:

- Excavación mecánica = (700 - 0,5 * 250) / 700 = 82%
- Excavación con martillo neumático = 0,5 * 250 / 700 = 18%

Reutilización de los materiales:

Desde el punto de vista de la reutilización, los niveles I y II son suelos que pueden clasificarse como suelos tolerables o adecuados. En aquellos niveles en los que el contenido de material grueso empieza a ser abundante el material se clasificaría como *"todo-uno"* según el PG-3.

El nivel III va a dar lugar a un material tipo pedraplén.

Estos materiales van a ser generados al excavar las zanjas para la colocación de la tubería. Parte de la zanja será rellenada por la propia tubería y un material granular especificado por el proyecto. El resto de la zanja se puede rellenar con los propios materiales extraídos de la zanja. El material sobrante puede utilizarse para nivelar la superficie. De esta forma no se genera un exceso de material que tenga que disponerse fuera de la obra.

Así pues, el balance de tierras resultantes es el siguiente:

- En el Tramo I (y en las conducciones a la salida de la EDAR y la parte extraída de la hinca) se van a excavar aproximadamente 29.422,03 m³, medidos en sección teórica de la zanja. De ellos, 21.517,02 m³ van a ser necesario para rellenar de nuevo la zanja, medido de nuevo en sección teórica.
  Puesto que el estado del material en estado natural es consolidado y la colocación se va a realizar compactando el material, se puede considerar que el coeficiente de paso de excavación a zanja compactada es de 1,00.
- En el Tramo II, se generarán 3.371,76 m³, de los cuales se necesitan 1.482,03 m³ para rellenar de nuevo la zanja, considerando como en el caso anterior un coeficiente de paso de 1,00.

Para el material sobrante que se traslade a vertedero, el coeficiente de esponjamiento de un material granular consolidado puede tomarse igual al 30% de volumen medido en sección geométrica de la zanja.

El proyecto prevé que alrededor de la zanja se coloque una arena volcánica seleccionada. Este material tiene que venir de una cantera o préstamo. La cantera más cercana se encuentra a aproximadamente unos 10 km de distancia a la EDAR de Tías, y es propiedad de la empresa Lanzagrava. Por tanto, será necesario considerar el precio del transporte para el relleno con arena volcánica de la zanja.



Figura 10. Cantera más cercana a la ubicación del proyecto.

7. RIESGOS GEOLÓGICOS

Se describen a continuación los principales riesgos geológicos que pueden afectar a la obra del nuevo emisario y los criterios de diseño utilizados en el proyecto.

Entre los riesgos geológicos en el área cartografiada no se detectan, a priori, riesgos geológicos que puedan suponer una amenaza inminente. Desde el punto de vista de utilidad en cuanto a ordenación del territorio, se consideran los siguientes tipos de riesgos geológicos: riesgo volcánico, subsidencia del terreno e inestabilidad de laderas.

Riesgo volcánico. Esta zona está ocupada por una pequeña parte de las emisiones lávicas históricas del siglo XVIII, procedentes del área de Timanfaya. De repetirse una erupción de similares características en cuanto al tipo de lavas, composición, fluidez, etc., y en el mismo lugar, las lavas ocuparían una zona parecida a la del siglo XVIII. El efecto barrera ejercido por las alineaciones de edificios volcánicos ya existentes volvería a ser importante, limitando la caída masiva de las lavas hacia las zonas meridionales, que están densamente pobladas (Arrecife, Puerto del Carmen, etc.). La lluvia piroclástica de dispersión sí que puede alcanzar una amplia extensión, afectando a las zonas indicadas y a otras más.

Riesgo de subsidencia del terreno. Es frecuente la presencia de túneles volcánicos y cavidades subterráneas bajo estos malpaíses recientes (son numerosos, por ejemplo, en la zona del Par que Nacional de Timanfaya). En esta área, cabe mencionar la Cueva de los Naturalistas, localizada bajos las lavas de Timanfaya, a pocas decenas de metros al este de la Montaña Juan Bello. Aunque no es un hecho habitual, hay que considerar la posibilidad de hundimientos. Este riesgo puede considerase de baja incidencia para el caso del emisario.

Riesgo de inestabilidad de laderas. Se puede considerar un riesgo de baja incidencia, dada la buena estabilidad que presentan los relieves más elevados, y el relieve relativamente llano por el que se desarrolla la traza.

Riesgo de sifonamiento del terreno. Este riesgo aparece en excavaciones debajo del nivel freático y en terrenos granulares de consistencia media a suelta. Dado que ninguna de las dos condiciones sucede a lo largo del trazado de la zanja, se puede considerar que el riesgo de sifonamiento en este proyecto es inexistente.

8. CRITERIOS DE DISEÑO

Respecto a los criterios de diseño aplicados para el diseño del emisario y los trabajos temporales para su instalación se indican los siguientes.

Taludes provisionales de excavación

Los taludes de excavación propuestos son los siguientes.

- El nivel I se retirará del borde de la zanja o se tenderá hasta una pendiente 2H/3V.
- En el nivel II se pueden aceptar taludes provisionales de pendiente 1H/3V. No obstante, estos taludes se adoptarán en tanto que la excavación no sea superior a 3,0m y todas las operaciones de instalación puedan hacerse sin necesidad de que tengan que realizarse trabajos por parte del personal en el fondo de la zanja. Si esta condición no se cumple, la pared de la zanja deberá estar entibada.
- El nivel III, sustrato rocoso puede soportar taludes subverticales. Sin embargo, la posibilidad de desprendimientos puntuales y caída de piedras da lugar a que no se pueda trabajar en el interior de la zanja, sino se protegen las paredes con una malla colgante.

La ejecución de las zanjas y sus taludes provisionales requieren la presencia de un técnico especialista que valore en cada situación el riesgo a los operarios y también a los posibles bienes situados en los alrededores.

En particular, zanjas con taludes provisionales como los descritos en este apartado deben disponer de una banda de seguridad paralela a la zanja de al menos una anchura igual a su altura. Esa banda debe estar completamente a disposición de la obra. No se deberán realizar acopios de altura superior a 1.0m al borde de la misma.

Entibaciones provisionales

En la zona urbana, y en todos aquellos lugares donde por altura de la zanja sea necesario realizar una entibación provisional, se colocará una entibación provisional. Esta estará diseñada utilizando los siguientes parámetros mecánicos.

	Densidad (ton/m³)	Cohesión (ton/m²)	Angulo de rozamiento interno (º)	Módulo de balasto horizontal (Ton/m³)
Nivel I materiales granular no consolidaos	1,8	0,0	28	500
Nivel II. Materiales granulares densos	1,9	0,0	32	2.000
Nivel III sustrato rocoso	2,7	20	40	20.000

Tabla 5. Parámetros para determinar el empuje sobre entibaciones.

Además, en la zona urbana se deberá realizar una inspección previa del estado de los edificios. Se instalará una monitorización para la observación de posibles movimientos que puedan afectar a las estructuras, y se realizaran inspecciones periódicas de posibles zonas afectadas por la excavación.

Hincas por debajo de vías de comunicaciones.

Se han identificado dos tramos a lo largo del emisario que van a realizarse mediante hincas. Las hincas van a realizarse desde fosos de ataque y recepción. Durante la ejecución de estos fososs se llevará a cabo un levantamiento de los distintos estratos atravesados.

En función de la información disponible la hinca se va a realizar en su totalidad en el macizo rocoso descrito como nivel III. Se trata de un macizo rocoso sano, formado por una roca dura constituido por un basalto vacuolar de color gris oscuro. Se trata de un material rocoso con grado de meteorización II-III, una recuperación en sondeos alta y un índice RQD entre 40 y 80. Su resistencia a compresión simple se encuentra por encima de 80 MPa.

Las longitudes de la hinca se van a encontrar entre 50 m y 150 m. Son en total son hincas sensiblemente rectas.

En estas condiciones, el sistema de perforación HHB (Horizontal Hammer Boring) resulta ser de los equipos más adecuados para la ejecución de estos trabajos.

Se trata de una técnica de perforación poco conocida que permite perforar todo tipo de terreno con rendimientos inigualables, gracias a su capacidad de perforar en roca, bloques, gravas y terrenos heterogéneos donde otras técnicas se quedan bloqueadas. En esta técnica el tubo es traccionado por el martillo de perforación, que perfora simultáneamente el terreno y acompaña el tubo justo por detrás. El tubo instalado puede ser el producto final o camisa de protección.

El sistema de extracción del detritus perforado en el frente es una hélice instalada en el interior del tubo, que simplemente transporta de manera mecánica el detritus con ayuda del aire hacia el punto de entrada, asegurando una correcta limpieza del interior del tubo.

9. CONSIDERACIONES TOMADAS DE OTROS ESTUDIOS

Para caracterizar la zona marina donde se ubica el nuevo tramo difusor propuesto, se han tomado las consideraciones descritas en el estudio ambiental precedente realizado por la empresa ECOS, *"Estudio de la afección medioambiental, actual y futura, del vertido del emisario submarino de Puerto del Carmen (Lanzarote)"*.

9.1 Entorno inmediato al punto de vertido

Los trabajos efectuados para llevar a cabo el levantamiento de la morfología del fondo y del emisario submarino fueron:

- Inspección estructural del emisario submarino de Tías (Ver ***Anejo 23. Tramo difusor y cálculo de lastrado***).
- Levantamiento batimétrico con MBE (información altimétrica). (Ver ***Anejo 5. Topografía y Cartografía***).
- Levantamiento geofísico con backscater (información de tipología de fondos).

La inspección realizada el 26 de diciembre de 2021 da comienzo sobre el tramo difusor y continua sobre el cuerpo principal del emisario. Este se localiza sobre un fondo sedimentario mayoritariamente arenoso y claro. El punto de vertido se localiza a una profundidad de -32 m respecto del nivel medio del mar local y a una distancia de 973,56 m de la arqueta de cabecera. El punto de vertido arranca en la coordenada UTM 632.198,188 m E; 3.198.949,84 m N y tiene una longitud de 980 m hasta la arqueta de cabecera.

9.1.1 Caracterización del sedimento

La campaña de caracterización de la calidad del sedimento se realizó el 22 de diciembre de 2021. Las muestras sedimentarias fueron tomadas en 5 puntos mediante draga Van Veen.

Las coordenadas de los puntos seleccionados para el muestreo, todo ellos ubicados en torno al punto de vertido del emisario submarino de Puerto del Carmen, han sido las siguientes:

Coordenadas	28R UTM		Latitud	Longitud
Punto	m E	m N		
T1	631.759,38	3.199.486,12	28º 54,629'	13º 39,027'
T2	632.004,97	3.199.472,11	28º 54,931'	13º 38,955'
T3	632.256,23	3.199.465,72	28º 54,936'	13º 38,638'
T4	631.943,01	3.199.651,09	28º 54,998'	13º 38,804'
T5	632.076,78	3.199.235,15	28º 54,860'	13º 38,823'

Tabla 6. Coordenadas de los puntos de control de la calidad del sedimento.



Figura 11. Puntos de control de calidad del sedimento.

La campaña de caracterización del sedimento fue realizada el mismo día que la de agua de mar, y las muestras sedimentarias fueron tomadas en los mismos puntos de muestreo de agua, mediante draga Van Veen.

Una vez se abre la draga, en la embarcación, se procede a la extracción del sedimento y depósito en el envase correspondiente (debidamente etiquetado) para su correspondiente análisis en laboratorio, con el fin de determinar la granulometría y la materia orgánica.

En las 5 muestras de sedimentos se realizaron análisis de materia orgánica y granulometrías, siendo los valores obtenidos los presentados a continuación:

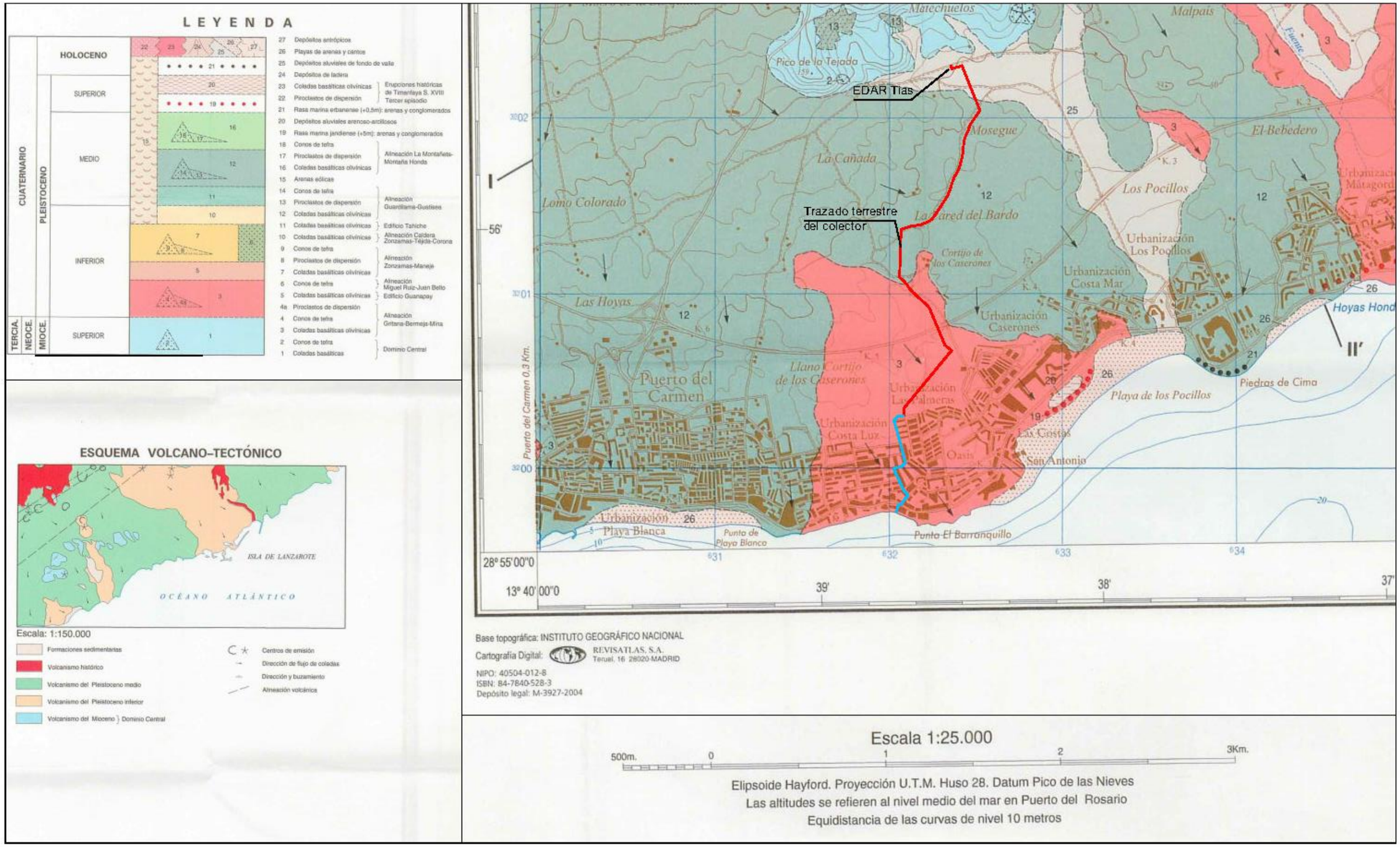
PARÁMETRO	Unidad	SED-TÍAS 1	SED-TÍAS 2	SED-TÍAS 3	SED-TÍAS 4	SED-TÍAS 5
Caracteres Físico - Químicos						
Materia orgánica	%	< 0,5 ± 8%	< 0,5 ± 8%	< 0,5 ± 8%	< 0,5 ± 8%	< 0,5 ± 8%
Granulometría	D50* (mm)	0,177	0,216	0,349	0,182	0,577

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ADECUACIÓN Y MEJORA DEL EMISARIO SUBMARINO DE LA EDAR DE TÍAS (ISLA DE LANZAROTE)

Nº EXP: 12.335-0515/2111

PROYECTO CONSTRUCTIVO

APÉNDICE 1. PLANO GEOLÓGICO IGME 1:50.000

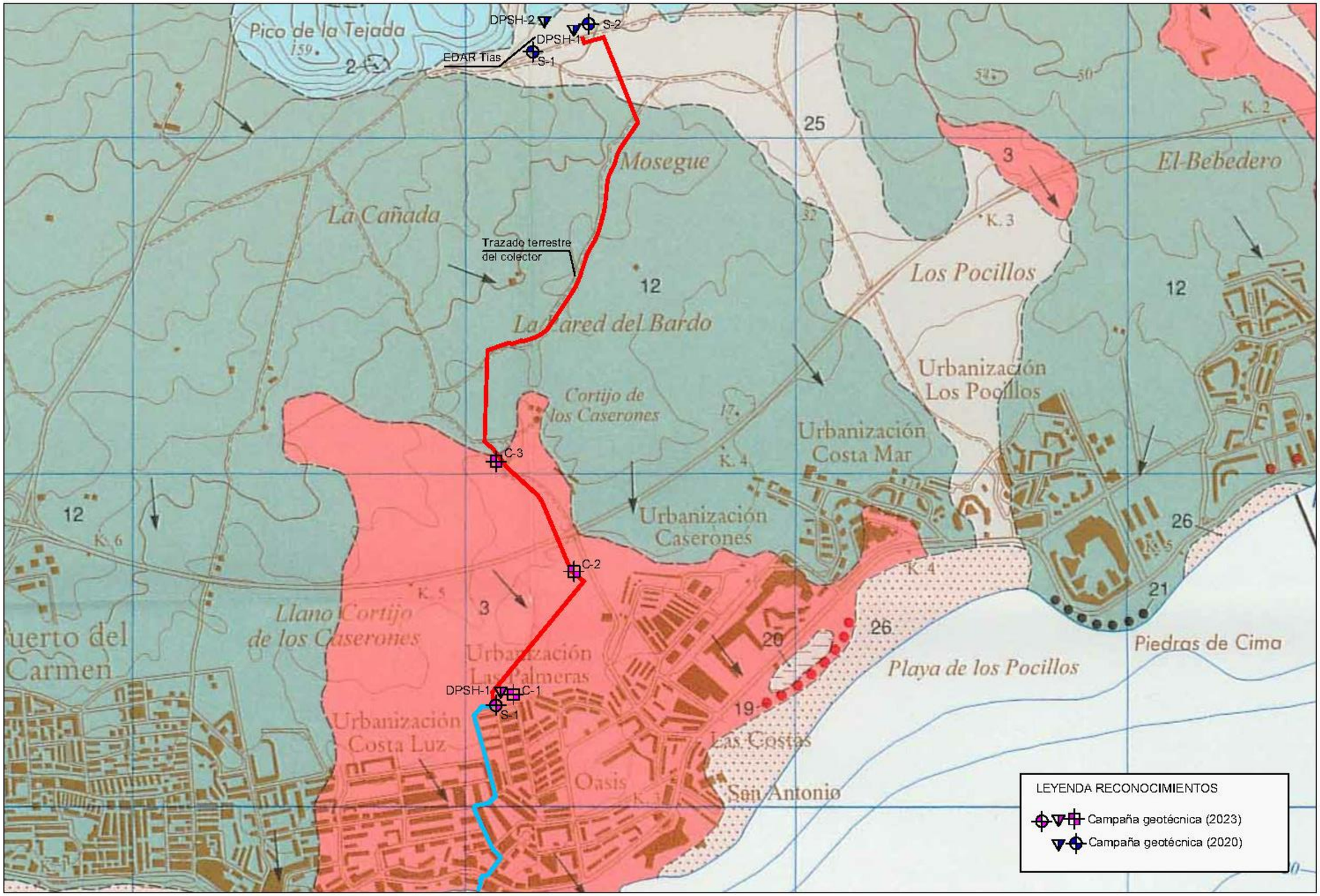

LEYENDA
CUATERNARIO
PLEISTOCENO
HOLOCENO
SUPERIOR
MEDIO
INFERIOR
TERCIA.
NEOCE.
MIOCE.
SUPERIOR
27 Depósitos antrópicos
26 Playas de arenas y cantos
25 Depósitos aluviales de fondo de valle
24 Depósitos de ladera
23 Coladas basálticas olivínicas
22 Piroclastos de dispersión
Erupciones históricas de Timanfaya S. XVIII Tercer episodio
21 Rasa marina erbanense (+0,5m): arenas y conglomerados
20 Depósitos aluviales arenoso-arcillosos
19 Rasa marina jandiense (+5m): arenas y conglomerados
18 Conos de tefra
17 Piroclastos de dispersión
16 Coladas basálticas olivínicas
Alineación La Montañeta-Montaña Honda
15 Arenas eólicas
14 Conos de tefra
13 Piroclastos de dispersión
12 Coladas basálticas olivínicas
Alineación Guardilama-Gustiana
11 Coladas basálticas olivínicas
Edificio Tahiche
10 Coladas basálticas olivínicas
Alineación Caldera Zonzamas-Tejida-Corona
9 Conos de tefra
8 Piroclastos de dispersión
7 Coladas basálticas olivínicas
Alineación Zonzamas-Maneja
6 Conos de tefra
5 Coladas basálticas olivínicas
Alineación Miguel Ruiz-Juan Bello
Edificio Guanapay
4a Piroclastos de dispersión
4 Conos de tefra
3 Coladas basálticas olivínicas
Alineación Gritana-Bermeja-Mina
2 Conos de tefra
1 Coladas basálticas
Dominio Central
ESQUEMA VOLCANO-TECTÓNICO
ISLA DE LANZAROTE
OCÉANO ATLÁNTICO
Escala: 1:150.000
Formaciones sedimentarias
Volcanismo histórico
Volcanismo del Pleistoceno medio
Volcanismo del Pleistoceno inferior
Volcanismo del Mioceno } Dominio Central
Centros de emisión
Dirección de flujo de coladas
Dirección y buzamiento
Alineación volcánica
EDAR Tías
Trazado terrestre del colector
Matechuelos
Malpais
Pico de la Tejada
Mosegue
El Bebedero
La Cañada
Los Pocillos
Lomo Colorado
La Tiñared del Bardo
Urbanización Los Pocillos
Urbanización Costa Mar
Cortijo de los Caseronas
Las Hoyas
Urbanización Caseronas
Hoyas Hond
Puerto del Carmen
Llano Cortijo de los Caseronas
Urbanización La Palmeras
Piedras de Cima
Playa de los Pocillos
Urbanización Costa Luz
Oasis
La Costas
San Antonio
Urbanización
Playa Blanca
Punto de Playa Blanca
Punto El Barranquillo
Puerto del Carmen 0,3 Km.
I
I'
II
II'
28° 55' 00"0
13° 40' 00"0
Base topográfica: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
Cartografía Digital: REVISATLAS, S.A.
Teruel, 16 28020-MADRID
NIPO: 40504-012-8
ISBN: 84-7840-528-3
Depósito legal: M-3927-2004
Escala 1:25.000
500m. 0 1 2 3Km.
Elipsoide Hayford. Proyección U.T.M. Huso 28. Datum Pico de las Nieves
Las altitudes se refieren al nivel medio del mar en Puerto del Rosario
Equidistancia de las curvas de nivel 10 metros

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ADECUACIÓN Y MEJORA DEL EMISARIO SUBMARINO DE LA EDAR DE TÍAS (ISLA DE LANZAROTE)

Nº EXP: 12.335-0515/2111

PROYECTO CONSTRUCTIVO

APÉNDICE 2. PLANTA DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTO


Pico de la Tejada
159
DPSH-2
S-2
DPSH-1
EDAR Tías
S-1
Mosegue
La Cañada
Trazado terrestre del colector
La Vared del Bardo
Cortijo de los Caserones
Urbanización Los Pocillos
Urbanización Costa Mar
Urbanización Caserones
El Bebedero
Los Pocillos
C-3
C-2
C-1
DPSH-1
S-1
Llano Cortijo de los Caserones
Urbanización Las Palmeras
Urbanización Costa Luz
Oasis
Las Costas
San Antonio
Playa de los Pocillos
Piedras de Cima
LEYENDA RECONOCIMIENTOS
Campaña geotécnica (2023)
Campaña geotécnica (2020)

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ADECUACIÓN Y MEJORA DEL EMISARIO SUBMARINO DE LA EDAR DE TÍAS (ISLA DE LANZAROTE)

Nº EXP: 12.335-0515/2111

PROYECTO CONSTRUCTIVO

APÉNDICE 3. ESTUDIO GEOTÉCNICO DE LABETEC

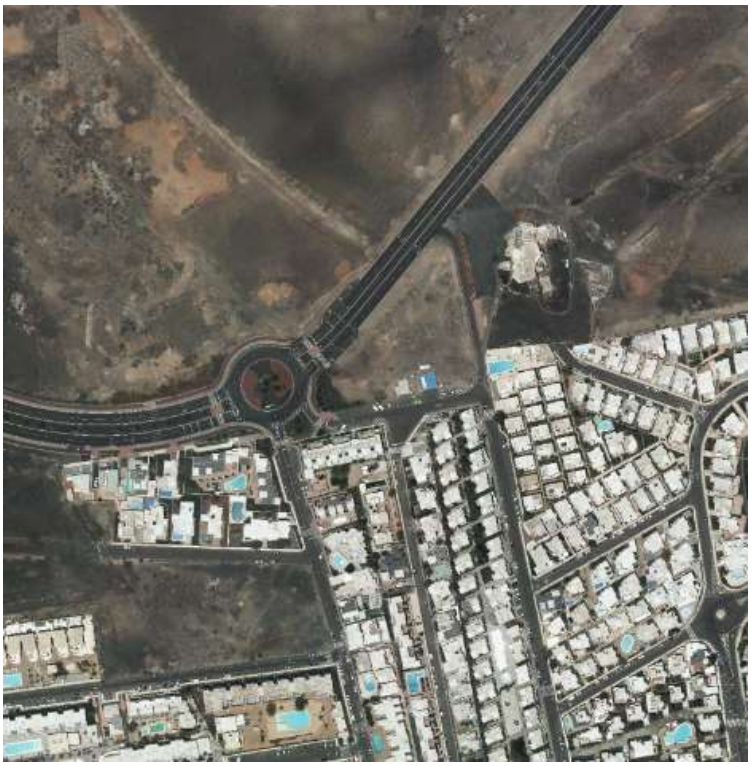
Labetec
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

POLIG. INDUSTRIAL DE ARINAGA. C/CASUARINAS 84-D. AGÜIMES. 35118. GRAN CANARIA
☎ 928 184 213 🖷 928 183 265 ✉ administracion@labetec.es
POLIG. INDUSTRIAL SAN ISIDRO. C/SAN ISIDRO Nº94 GÁLDAR. GRAN CANARIA
http://www.labetec.es

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Canarias en las Áreas de:
- Control del Hormigón, sus componentes y de las armaduras del acero **(EHA)**, ref. 08017EHA07 - Control de Firmes Flexibles y Bituminosos en Viales **(VSF)**, con referencia 08017VSF03
- Área de ensayos de laboratorio de geotécnia, **(GTL)**, con referencia 08017GTL07 - Área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos **(GTC)**, Ref. 08017GTC09
- Área de control de los materiales de fábrica de piezas de hormigón, **(AFH)** ref. 08017AFH08 - Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero, **(EAS)** ref. 08017EAS08

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LANAROTE



PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.

FEBRERO 2024

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO.....2

2. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO. 3

3. ENTORNO GEOLÓGICO. 9

4. CARACTERÍSTICAS LITOGEOTÉCNICAS DEL TERRENO 12

4.1 Perfil litológico 12

4.2 Características Geotécnicas. 15

5. INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS 23

5.1 Incidencias del terreno.....23

5.2 Cimentaciones: capacidad portante. 23

5.3 Taludes y muros. 24

6. AGRESIVIDAD DEL TERRENO A LOS HORMIGONES 25

7. CUMPLIMIENTO DE LA NCSE-02. 26

ANEJO I.- TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO II.- ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO III.- MAPA GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ANEJO IV.- RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

1. ANTECEDENTES Y OBJETO.

El presente trabajo ha sido llevado a cabo por encargo de PROES CONSULTORES, S.A.

Su objetivo se centra en torno al estudio del terreno para las obras correspondientes al nuevo emisario de la EDAR de Tías, Lanzarote, en orden a evaluar las incidencias y condicionantes geotécnicos del subsuelo y demás aspectos relativos al mismo.

En los correspondientes epígrafes de la presente memoria se recoge la descripción de la metodología seguida y trabajos de reconocimiento realizados, pasando posteriormente al análisis del perfil litológico y características geotécnicas del subsuelo.

Finalmente, se analizan los diferentes aspectos geotécnicos ligados a las obras y se realiza el estudio de las condiciones y bases para el diseño de las cimentaciones y medidas complementarias que, en su caso, deban adoptarse.

En los Anejos se recogen los resultados de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

2. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO.

La campaña de reconocimiento del terreno se ha llevado a cabo mediante la realización de Trabajos de Campo y Ensayos de Laboratorio.

En cuanto a los Trabajos de Campo, comprendieron éstos la ejecución de un sondeo mecánico, tres calicatas y un penetrómetro dinámico tipo DPSH, cuya localización se recoge en plano adjunto y las siguientes coordenadas UTM de localización:

TRABAJOS DE CAMPO

COORDENADAS

SONDEO	X	Y	Z
1	28R 631927	3200426	23,52
CALICATAS			
1	28R 631956	3200452	23,14
2	28R 632158	3200821	19,54
3	28R 631929	3201157	33,77
DPSH			
1	28R 631940	3200443	23,37

Los sondeos mecánicos se llevaron a cabo con una sonda montada sobre orugas. La perforación, realizada a rotación con batería de tubo simple, tiene un diámetro de 86 mm y se procede a su entubación o no según la estabilidad de las paredes, anotándose las incidencias significativas que eventualmente pueden producirse en su ejecución, tales como pérdidas de aguas, caídas de maniobra, etc.

En el interior de los sondeos, se realizó, la consiguiente toma de muestras, así como ensayos Standard de penetración dinámica S.P.T., instalándose en su caso, al finalizar la perforación, tubería piezométrica de plástico ranurado, para la observación del nivel freático.

La cadencia de ejecución de ensayos S.P.T. y la toma de muestras obedece a una serie de ambos cada cambio de estrato, y como mínimo cada 3 ó 4 m. dentro del mismo.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

Los ensayos S.P.T., se realizan con la cuchara normalizada y siguiendo la metodología habitualmente utilizada para este tipo de ensayo y que consta en los manuales especializados. Antes de proceder al ensayo, se comprueba que el corte no presenta abolladuras o melladuras, así como su estado de limpieza.

La toma de muestras inalteradas se realiza bien por percusión, bien por rotación (testigos) empleando este último procedimiento cuando el terreno es excesivamente duro como para impedir la hinca o requerir tal energía de modo que, durante la toma, se produzca una excesiva alteración o destrucción de la muestra.

El ensayo de penetración dinámica ha sido del tipo DPSH.

Este penetrómetro está equipado con una puntaza perdida de sección 20 cm^2 y varillaje macizo de 33 mm de diámetro, según UNE 103.801/94 ejecutándose la hinca por caída libre de una maza de 63,5 Kg desde una altura de 76 cm.

Durante el ensayo, realizado continuamente hasta alcanzar el rechazo, se registra el número de golpes necesario para la hinca de 20 cm, N_{20}, sucesivamente. Los resultados se presentan en gráficos que relacionan la profundidad con la resistencia a la hinca dinámica.

Este tipo de ensayo se utiliza para, mediante interpolación, aumentar el número de puntos reconocido sin incrementar excesivamente el coste de la campaña. Como atractivo, presentan además el ser un ensayo de registro continuo en la profundidad atravesada.

Los ensayos de laboratorio se realizaron según las normas UNE o en su defecto las NLT (Laboratorio de Transporte) correspondientes, y su clase se adapta al tipo de terreno, (granular o cohesivo) y estado de que se trata en cada caso, así como en función del problema a analizar.

Los ensayos se clasifican en general en los siguientes grupos:

- Ensayos de identificación
- Ensayos de estado
- Ensayos geomecánicos
- Análisis químicos.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

Los ensayos de identificación corresponden a los análisis granulométricos y Límites de Atterberg, sobre el número suficiente de muestras para clasificar los diferentes tipos de materiales y su distribución.

Los ensayos geomecánicos corresponden, en general, a la determinación en laboratorio de las características resistentes y deformaciones. Básicamente, y a esas finalidades, se ensayan los suelos y materiales cohesivos a compresión simple.

Los análisis químicos realizados fueron los de determinación de sulfatos solubles bien de un modo cualitativo como cuantitativo.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

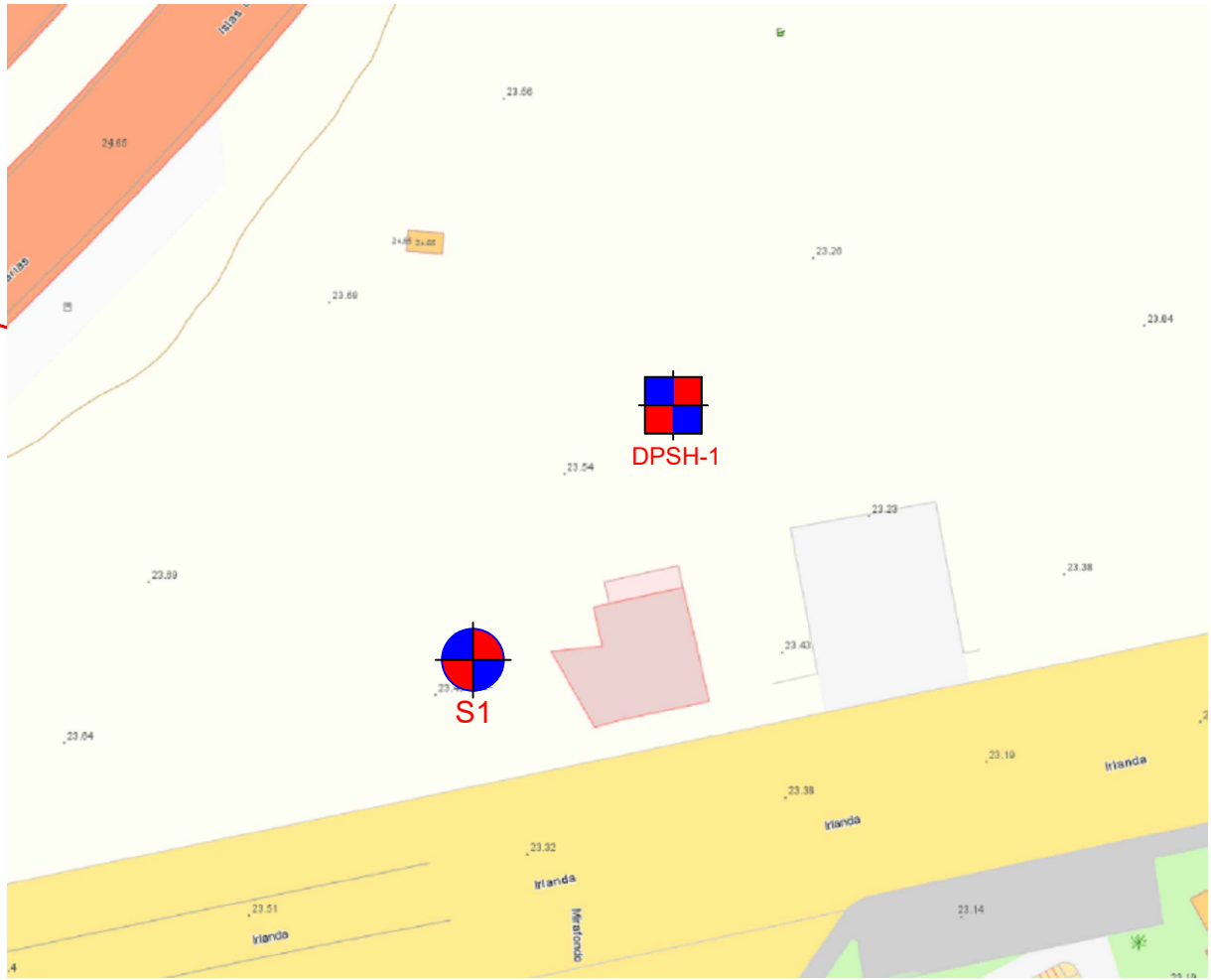
SONDEOS	***PROFUNDIDAD (metros)***	***Nº SPT***
S 1	10,00	2
CALICATAS		
C 1	1,60	-
C 2	2,20	-
C 3	2,20	-
DPSH		
DPSH 1	1,60	-

ENSAYOS EN LABORATORIO

NORMA	*DENOMINACIÓN*	*Nº DE ENSAYOS*
UNE 103101	Análisis granulométrico por tamizado	5
UNE 103103	Determinación de los límites de Atterberg	5
UNE 103201	Determinación del contenido en sulfatos solubles	5
UNE EN 1926:2007	Resistencia a compresión uniaxial	3
UNE 103204	Determinación de material orgánica oxidable	1
NLT 114	Determinación de sales solubles	1
UNE 103200	Determinación de los carbonatos de un suelo	2
UNE 103601	Hinchamiento libre	1
NLT 254/99	Ensayo de colapso	1
UNE 103600	Cambio de potencial de un suelo (método Lambe)	1
	Ensayo de apisonado Próctor	1

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**





COORDENADAS UTM		
PUNTO	X(UTM)	Y (UTM)
S1	28R 631927	3200426
DPSH1	28R 631940	3200443

LEYENDA

- SONDEO
- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMIA (D.P.S.H)

OBJETO: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

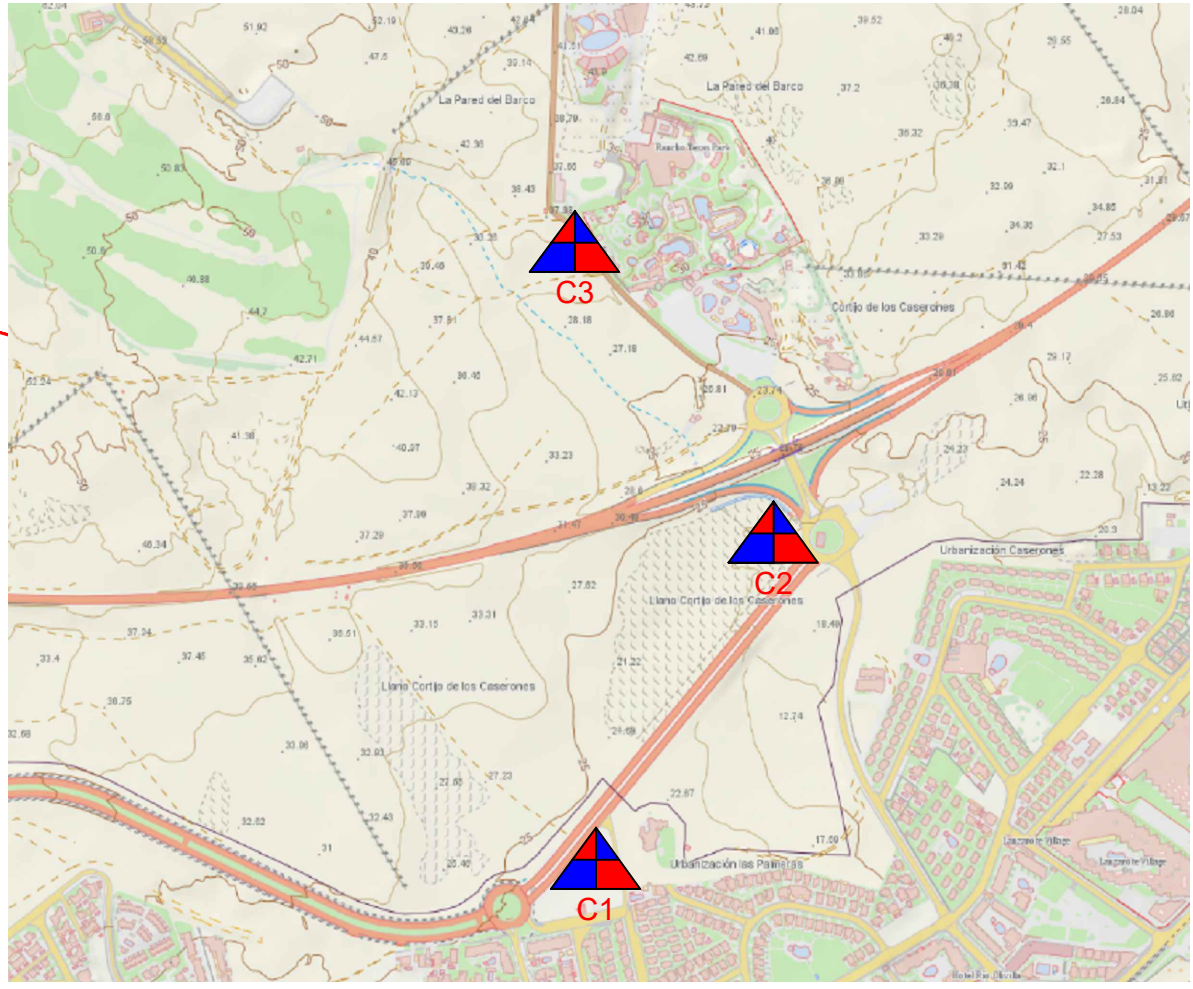
PLANO DE: SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO | FECHA: ENERO 2024 | PLANO Nº: 1

SITUACIÓN: TÍAS - LANZAROTE

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.

Labetec
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD





COORDENADAS UTM		
PUNTO	X(UTM)	Y (UTM)
C1	28R 631956	3200452
C2	28R 632158	3200821
C3	28R 631929	3201157

LEYENDA

CALICATAS

OBJETO: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

PLANO DE: SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO | FECHA: ENERO 2024 | PLANO Nº: 2

SITUACIÓN: TÍAS - LANZAROTE

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.

Labetec
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

3. ENTORNO GEOLÓGICO.

Las Islas Canarias constituyen un conjunto de siete islas volcánicas principales, situadas en ámbito oceánico, en el sector NO del margen continental africano. Conforman un archipiélago alargado en dirección E-O, con una longitud cercana a los 500 km, cuyo extremo más oriental dista unos 100 km de la costa africana. En conjunto suponen una superficie de 7.500 km². Están emplazados en una zona de tranquilidad magnética, en lo que se denomina “borde o margen pasivo”, si bien en esta área la actividad magmática es importante.

Los rasgos volcanológicos de las islas, e incluso el propio emplazamiento de cada una de ellas, están condicionados por una red fracturas profundas de amplitud regional, que sirven de vía de salida de los magmas hacia la superficie.

La historia magmática del archipiélago canario es bastante dilatada en el tiempo, comenzando las primeras manifestaciones volcánicas submarinas hace unos 35 m.a. En el transcurso de ella, han tenido lugar diversos procesos geológicos, con fenómenos de volcanismo submarino, intrusiones filonianas generalizadas, intrusiones plutónicas, emisiones subaéreas, que se han manifestado hasta el presente y, fenómenos de sedimentación, en distintos ambientes. Al mismo tiempo se han sucedido procesos de emersión y subsidencia en regímenes compresivos y distensivos.

A lo largo de esta evolución geológica se pueden distinguir dos fases o periodos principales de construcción de cada uno de los edificios insulares: una etapa submarina o peninsular, que conforma más del 80% del cuerpo de cada isla, que es aún insuficiente conocida y, una etapa subaérea, mejor comprendida, que constituye la superestructura visible de cada edificio y, por ende, las islas como tales.

Las unidades estructurales más antiguas son los denominados Complejos Basales, los cuales representan un conjunto de materiales formados en ambiente oceánico y sólo aflorante, actualmente, en tres islas, Fuerteventura, La Palma y La Gomera. En las restantes, diversas evidencias permiten deducir que constituyen su base no emergida.

Aunque en cada una de aquellas islas, los Complejos Basales tienen características comunes, también presentan diferencias en cuanto a los materiales sedimentarios mesozoicos, lavas y tobas submarinas, intrusiones plutónicas y una densa red de diques que corta todo lo anterior.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

La emersión de los edificios se produce por un proceso de levantamiento diferencial en este sector del Atlántico, si bien la edad de esta emersión es aún poco conocida. Posteriormente comienza un prolongado período erosivo, tras el cual se inician los episodios subaéreos.

Una fuerte discordancia erosiva separa los Complejos Basales de los episodios volcánicos subaéreos, que a lo largo de unos 20 m.a. han ido construyendo las islas propiamente dichas. Los materiales volcánicos están constituidos por un primer ciclo de emisiones de basaltos fisurales, que se originan extensos apilamientos tabulares de lavas, de considerable potencia, con episodios piroclásticos intercalados.

La naturaleza geoquímica y petrológica de los materiales volcánicos del archipiélago canario se caracteriza por presentar asociaciones magmáticas alcalinas, que se corresponden plenamente con las propias de islas oceánicas. Es en las Islas Canarias, donde estos materiales volcánicos presentan, en relación con otras islas oceánicas, el mayor espectro composicional de rocas, encontrándose términos extremadamente básicos y subsaturados (basanitas, nefelinitas, melilititas, basaltos), términos intermedios (traquibasaltos, tefritas) y tipos ya altamente diferenciados (traquitas y fonolitas).

Bajo las islas canarias se produce un tránsito entre la Corteza Oceánica y la Continental, lo que les confiere un interés científico de primera magnitud. El sector de la isla de Lanzarote, la emisiones más recientes (lavas escoriáceas y conos de piroclastos) han ocupado un porcentaje superficial considerablemente mayor, dando unas formas actuales de relieve muy vigorosas.

FORMACIONES SUBAÉREAS:

SERIE I: Forma una parte importante del sustrato geológico de Lanzarote, estructuralmente se presenta bajo el aspecto de coladas basálticas superpuestas, con leve buzamiento periclinal. Entre los potentes niveles de basaltos columnares se intercalan piroclastos, escorias y aglomerado poligénicos refundidos, con mayor frecuencia cuanto mayor es su proximidad a la base de la serie. En Lanzarote configura con dos macizos prominentes de las isla: Famara y Ajaches. Determina una morfología muy característica debido a su naturaleza litológica y estructural, así como a la activa acción erosiva que ha labrado profundos barrancos y acantilados.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

SERIE II: Una superficie de erosión se labra sobre materiales anteriores en un periodo de tranquilidad, sin efusión de coladas. Depósitos de rambla o derrubios de ladera sedimentaron entonces. Por los valles y depresiones labrados en este episodio se encauzan las coladas de la serie II, de basaltos olivínicos de edad Pleistocena en espesores variables entre unos metros y docenas de metros encontramos dos tipos de erupciones en esta serie: Los volcanes con cono de escorias y cenizas y los volcanes en escudo, que forman cúmulos de coladas sin productos piroclásticos, de los que resultan pandos.

SERIE III: Su morfología se caracteriza por la abundancia de conos y de coladas de lavas escoriáceas. Los conos están formados por piroclastos, bombas volcánicas y cínder, presentando calderas orientadas en la dirección del viento dominante durante la erupción, la cúspide de los conos se muestra en general, redondeada por efecto de la meteorización, siendo considerable la alteración arcillosa superficial y la formación de costras de Caliche en las laderas, a menudo los centros de emisión se encuentran alineados. Las coladas se extienden al pie de los edificios volcánicos, predominando el tipo escoriáceo “aa”.

FORMACIONES SEDIMENTARIAS ACTUALES: Completan el conjunto lito-estratigráfico de las islas de Lanzarote y Fuerteventura algunas formaciones de origen sedimentario, tanto marino (sedimentarios detríticos rítmicos) como continental (caliches, arenas eólicas sueltas y cementadas, rañas, coluviales, aluviales...)

Cabe hacer hincapié en el Anejo III, en el cual aparecen los correspondientes mapas geológicos y geotécnicos de la zona estudiada.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

4. CARACTERÍSTICAS LITOGEOTÉCNICAS DEL TERRENO

4.1 Perfil litológico

Basado en los datos obtenidos en el reconocimiento realizado, se ha elaborado el perfil litológico representativo de la distribución y tipo de materiales que constituyen el subsuelo del área investigada, tal como se recoge en la figura adjunta.

Naturalmente, dados los cambios que se producen en el subsuelo natural, las profundidades, espesores, etc., son valores medios pudiéndose por ello producir en la realidad las lógicas variaciones, máxime tratándose de una gran extensión de superficie.

El conjunto de materiales detectados se puede agrupar en las unidades básicas, que a continuación se describen:

NIVEL I: Material de recubrimiento

Suelos constituidos por gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro.

Presenta un espesor medio aproximado de 0,80 metros. No obstante, se tendrán en cuenta las variaciones en la geomorfología de la zona. Estas variaciones afectarán de forma directa en el espesor del propio nivel (queda reflejado mediante las calicatas).

Suelos con un origen artificial o removidos de su estado natural, realizado en su día para la nivelación y/o adecuación del terreno (concretamente aparecen en todas las zonas ensayadas, debido a los movimientos de tierra relacionados con el diseño y elaboración de los viales).

NIVEL II: Conglomerados de gravas y arenas

Se pueden diferenciar dos Sub Niveles:

- Sub Nivel II:

Suelo constituido por un conglomerado de gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro.

Presenta un espesor medio de 1 metro. No obstante, también se tendrán en cuenta las variaciones ligadas a los cambios en la morfología de la zona (en las calicatas se aprecia como este nivele presenta un espesor medio de 1,40 metros).

Con la profundidad (hacia muro de la formación) se produce una disminución de la fracción de material fino (limo arcilloso), aumentando el contenido de material conglomerático.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

- Sub Nivel II.1:

Conglomerados de gravas y arenas limosas de color gris oscuro (procedentes de la fracturación y/o alteración de los basaltos.

Presenta un espesor medio de 1,20 metros, encontrándose únicamente en el sondeo.

Intercalaciones de bolos de basalto fracturado.

Tapizan el sustrato rocoso.

NIVEL III: Macizo rocoso

Sustrato rocoso constituido por un basalto vacuolar de color gris oscuro.

Los testigos aparecen bastante sanos, presentando un RQD elevado.

Alcanzan la profundidad investigada.

De forma general, la secuencia descrita en estos ensayos se puede extrapolar a prácticamente toda la zona de Tías y alrededores (información obtenida de estudios geotécnicos anteriores, verificada y contrastada con los propiamente dichos). Se trata de una zona volcánica dominada por materiales conglomeráticos alterados, los cuales tapizan un sustrato rocoso (con diferente nivel de fracturación en función de su grado de alteración).

Cabe hacer hincapié en la ubicación de los ensayos. Se lograron ensayar todas las zonas indicada por el peticionado, a excepción del área más alejada de la antigua EBAR Finlandia. No obstante, se estima una secuencia similar. Esta información se contrasta con estudios propios y con la caracterización de suelos realizada por el Gobierno de Canarias, mediante su visor GRAFCAN.

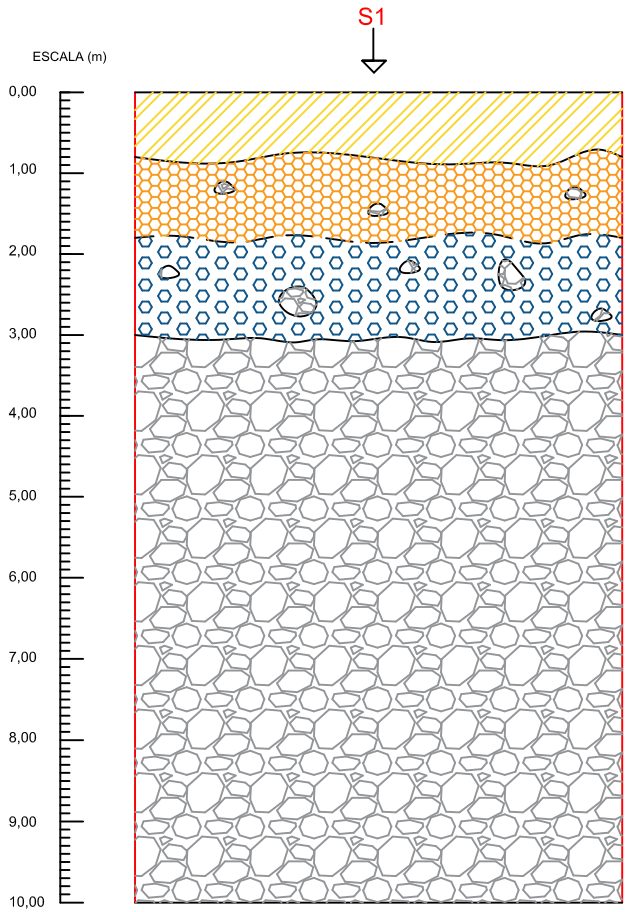
El tipo de materiales descrito concuerda con el marco geológico anteriormente descrito, así como con la geomorfología de la parcela.

No se ha detectado nivel freático en la profundidad investigada.

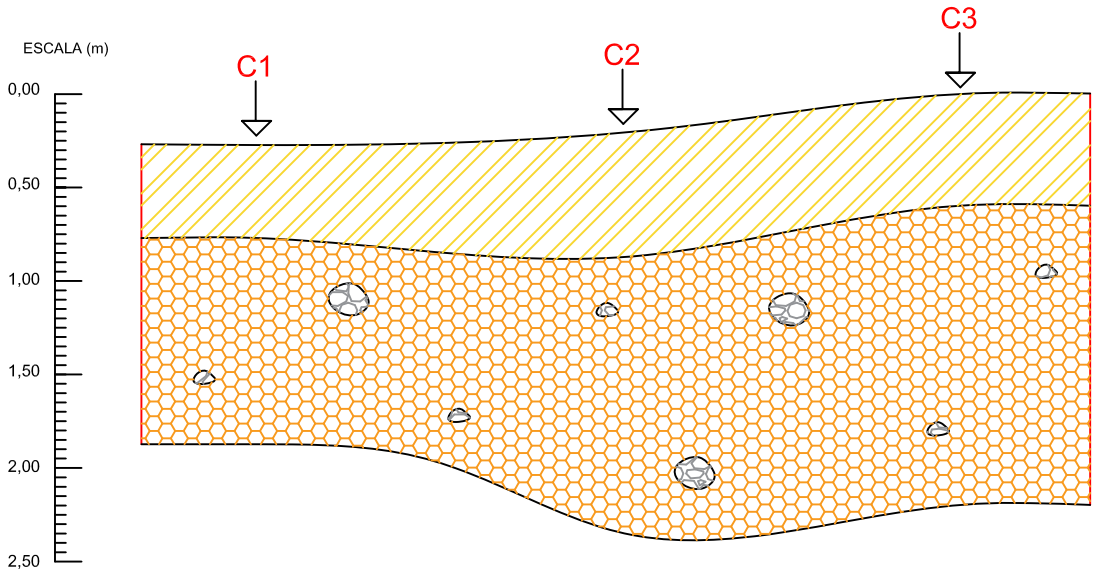
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

PERFIL LITOLÓGICO

CORTE



FINAL DEL SONDEO



FINAL DE LAS CALICATAS

DESCRIPCIÓN

- Nivel I.- Material de recubrimiento
- Nivel II.- Gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro
- Nivel II.1.- Conglomerados de gravas y arenas limosas
- Nivel III.- Macizo rocoso - Basalto vacuolar

OBJETO: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS	
PLANO DE: PERFIL LITOLÓGICO	FECHA: ENERO 2024
SITUACIÓN: TÍAS - LANZAROTE	
PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.	

Labetec
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

4.2 Características Geotécnicas.

El Nivel II se corresponde con un suelo granular (más del 35% queda retenido en el tamiz UNE 0,080) con algún sub-nivel con proporciones mayores de finos según su nivel de alteración. Así pues, constituyen un suelo globalmente granular, desde el punto de vista geomecánico, y por ello uno de los ensayos más representativos es el de penetración dinámica S.P.T. realizados en el interior de los sondeos.

Desde el punto de vista de la plasticidad, se trata de un material de baja a media plasticidad. Según el gráfico de plasticidad, y según los criterios de Casagrande, se clasifican como suelos ML-OL. Del mismo modo, el Sub Nivel II.1 presenta materiales No Plásticos, debidos a los aportes procedentes de la fracturación y/o alteración de los basaltos.

Como se observa en todos los ensayos realizados dentro de este nivel litológico, su grado de compacidad es elevado como lo pone de manifiesto el valor de N del S.P.T. que presentan valores de RECHAZO (más de 50 golpes para menos de 30 cm de penetración) en todos los ensayos realizados, y una vez atravesado la zona superior más alterada. En función del golpeo de SPT, estos materiales equivaldrían a arenas de compacidad densa.

El Nivel III, de roca basáltica, presenta una resistencia a compresión simple, en los niveles más sanos, superior a los 78 MPa.

A partir de las muestras tomadas en los sondeos, el nivel rocoso presenta las siguientes características medias:

		RQD	METEORIZACION	
Material	**%**	**calidad**	**grado**	**calificación**
Basalto vacuolar	>60	medina - buena	III	moderada

Los valores medios representativos de esta roca serían los siguientes:

DENSIDAD (KN/m³)	**27**
R. A COMPRESIÓN (MPa)	**> 78**

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

La clasificación del macizo rocoso se realiza según el valor del índice RMR (Rock Mass Rating), suma de los valores recogidos en la tabla que se acompaña (clasificación de Bieniawski).

1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm²	40-80 kp/cm²	20-40 kp/cm²	10-20 kp/cm²	Compresión simple (kp/cm²)		
		C. Simple	>2.500 kp/cm²	1.000-2.500 kp/cm²	500-1.000 kp/cm²	250-500 kp/cm²	50-250	10-50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	<25%		
	Valoración		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	0,06 - 0,2 m	<0,06 m		
	Valoración		20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas. Discontinuas. Sin separaciones. Bordes sanos y duros.	Ligeramente rugosas. Abertura <1 mm. Bordes duros.	Ligeramente rugosas. Abertura <1 mm. Bordes blandos.	Espejos de falla con relleno <5 mm o abiertas 1 – 5 mm. Diaclasas continuas.	Relleno blando >5 mm o abertura >5 mm. Diaclasas continuas		
	Valoración		30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	<10 l/min	10 - 25 l/min	25-125 l/min	>125 l/min		
		Relación presión agua - tensión principal mayor	0	0,0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	>0,5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
	Valoración		15	10	7	4	0		

De donde se pueden obtener los siguientes valores:

Por la resistencia a compresión de la roca	7
Por el valor del R.Q.D.	13
Por el espaciado de juntas	8
Por las condiciones de las juntas	25
Ausencia de Agua	15

Cuya suma da un valor del índice R.M.R. de 68, valor que deberá ser ajustado para el caso de taludes entre 0 - 25 unidades y de entre 0 - 7 unidades para cimentaciones, en función de las discontinuidades que realmente se presenten.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

La clase del macizo rocoso se determina según la tabla adjunta:

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Valoración	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<20

Tabla V. Determinación de la clase del macizo rocoso.

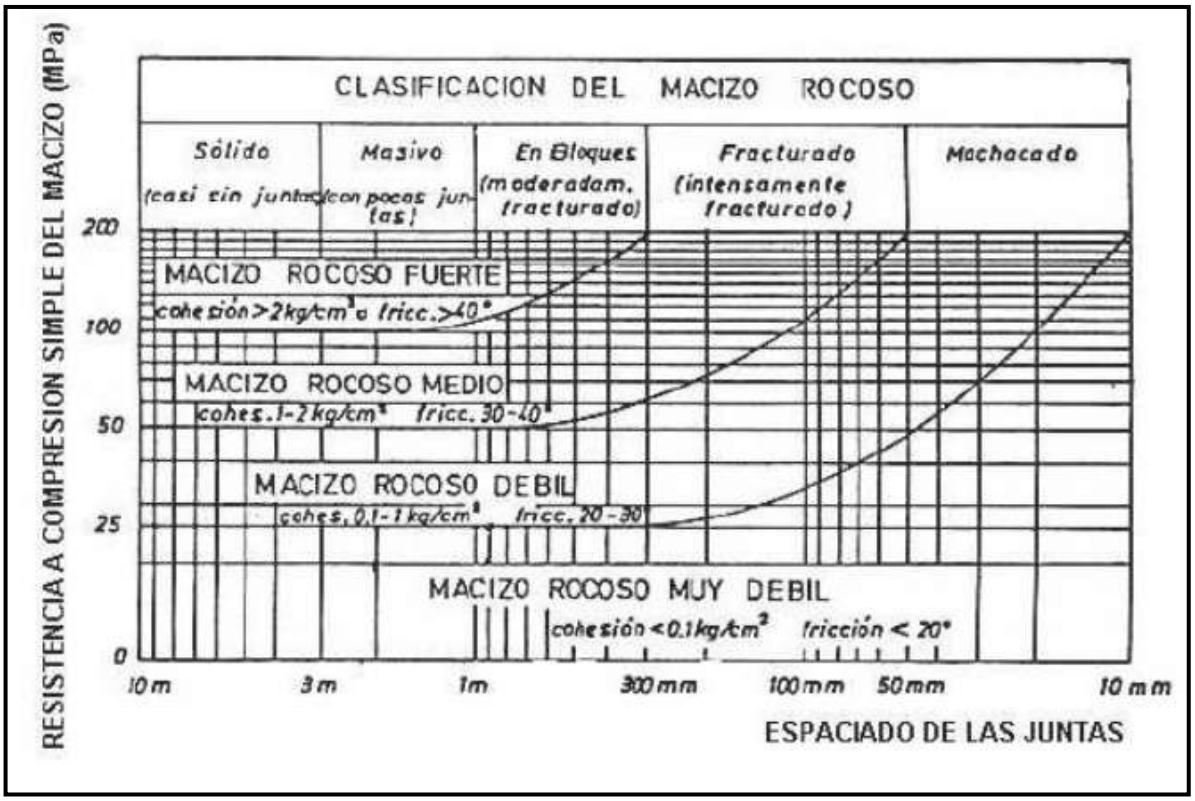


TABLA VI. Variación de la resistencia del macizo rocoso en función del espaciado de las juntas y de la resistencia a compresión simple de la roca (Bieniawski, 1976).

De esta forma, y según esta clasificación, se tendría para este macizo rocoso:

Clase	III
Descripción	Bueno

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

Pueden asignarse los siguientes parámetros geotécnicos al macizo rocoso:

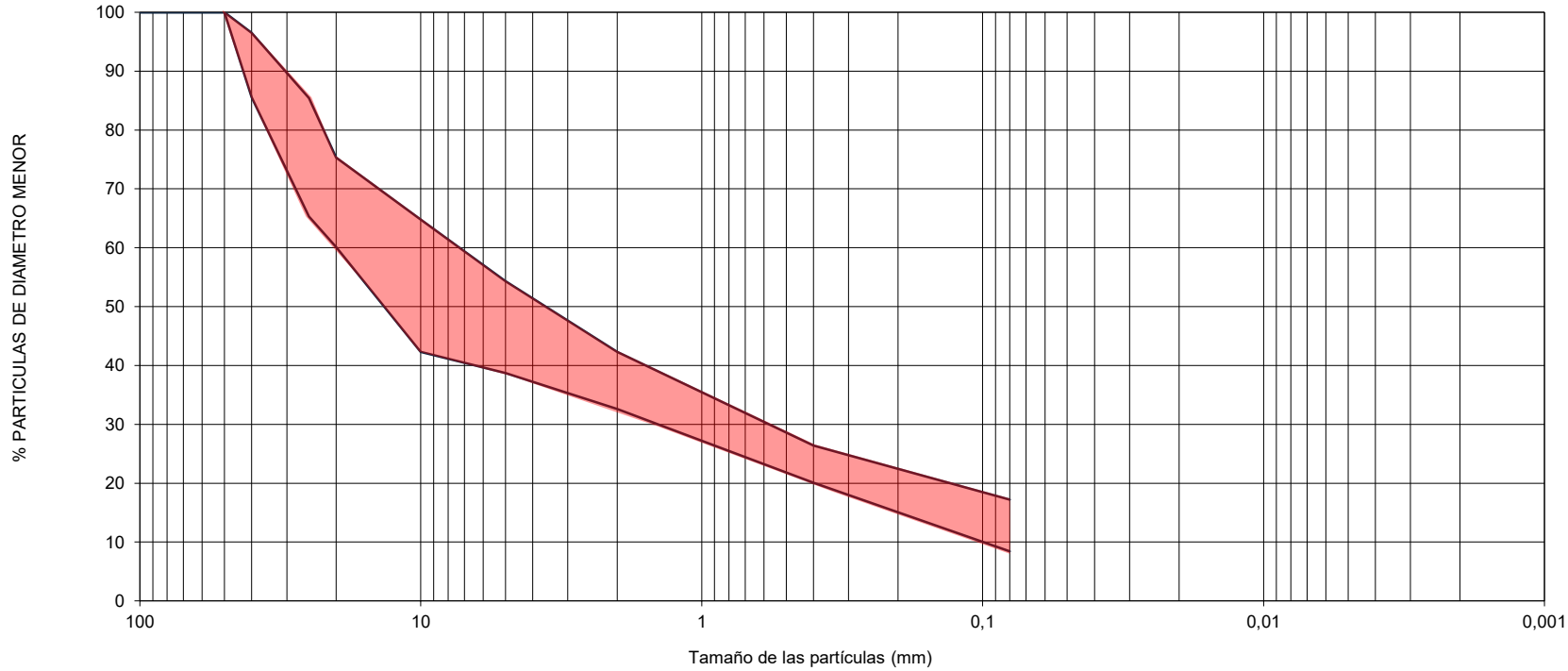
Cohesión	200 KN/m^2
Ángulo de rozamiento	>40º
Módulo de Young	20 GPa
Resistencia a compresión	>78 MPa

Se incluye a continuación el cuadro – resumen de las características y parámetros básicos geotécnicos del terreno, indicando los valores medios asignables a los materiales presentes en el mismo.

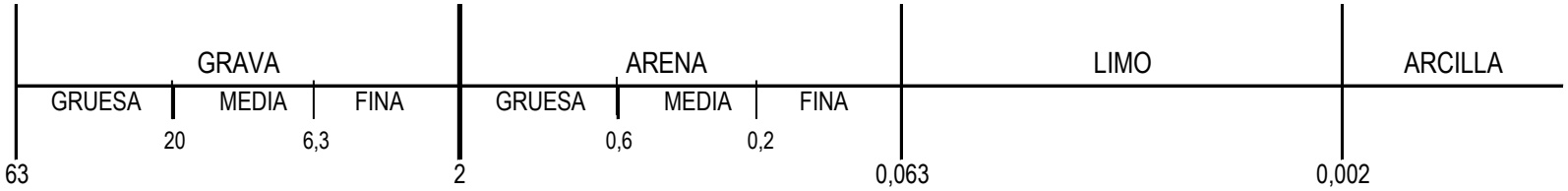
Finalmente se ha procedido a realizar el análisis químico de estos suelos resultando no agresivos a los hormigones (la clasificación aparece en el apartado 6 y los resultados en el Anejo II – Ensayos de laboratorio).

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

HUSO GRANULOMÉTRICO - NIVEL II
CATA 1 - 0,70 m
CATA 2 - 1,00 m
CATA 3 - 1,60 m
SONDEO 1 - 1,40 m



CLASIFICACIÓN C.T.E: SUELO GRANULAR - GRAVAS Y ARENAS CON LIMOS

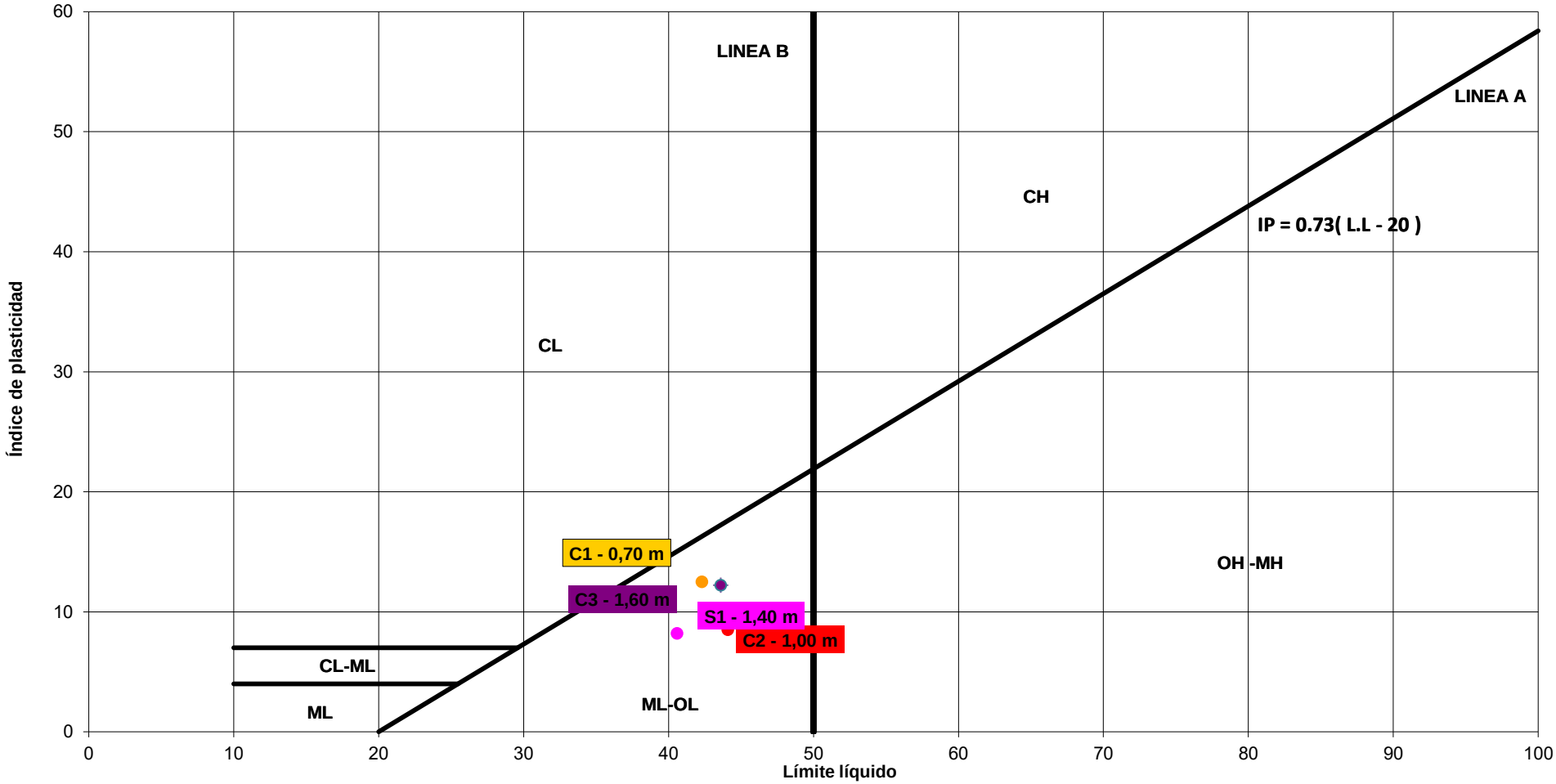


EN ISO 14688-2

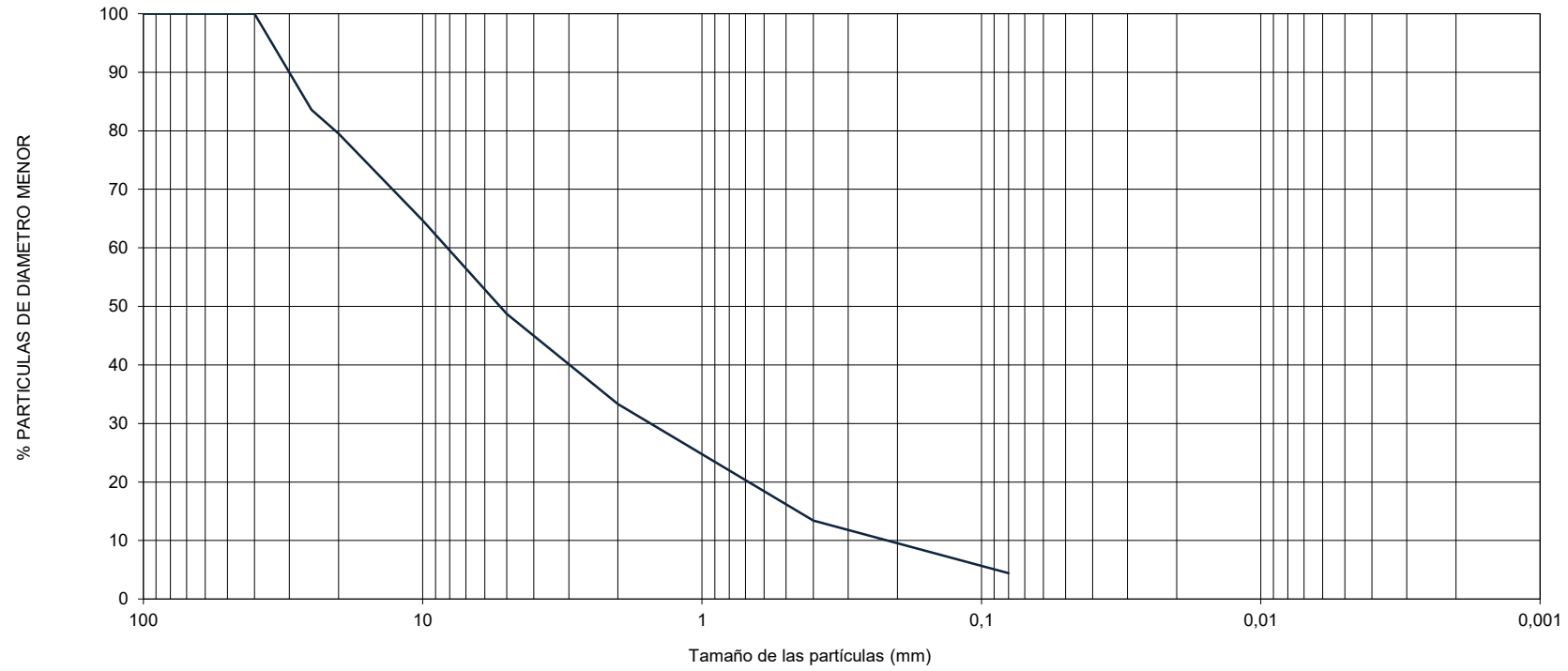
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de LABETEC, S.A

LABETEC, S.A.
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

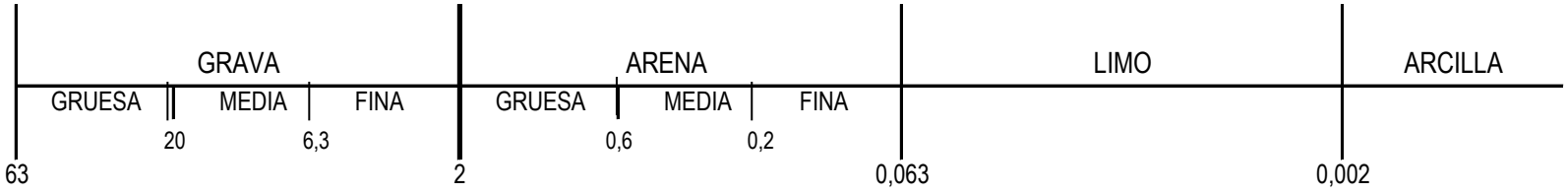
Gráfico de plasticidad - NIVEL II



HUSO GRANULOMÉTRICO - NIVEL II.1
SONDEO 1 - 2,60 m



CLASIFICACIÓN C.T.E: SUELO GRANULAR - GRAVAS Y ARENAS CON LIMOS



EN ISO 14688-2

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de LABETEC, S.A

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

CUADRO RESUMEN

CARACTERÍSTICAS / PARÁMETRO	NIVEL I MATERIAL DE RECUBRIMIENTO	NIVEL II CONGLOMERADO DE GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS	NIVEL III MACIZO ROCOSO (BASALTO VACUOLAR)
% Finos inferior UNE 0,080	< 35	< 35	-
Plasticidad	PLÁSTICO	ML-OL/NO PLÁSTICO	
N (Índice S.P.T)	<10	>50	RECHAZO
Cohesión C´ (kPa)	0-5	10-20	>200
Angulo de rozamiento φ' (º)	24-26	28-32	>45
Módulo de balasto horizontal Kh kN/m^3	3.000	10.000 - 15.000	>40.000
Resistencia a compresión MPa	-	-	>78

Los ensayos realizados a cada muestra (de forma resumida) aparecen en el Anejo IV "Resumen de los ensayos de laboratorio"

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

5. INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Incidencias del terreno

Como se ha visto en los apartados anteriores y basándonos en el perfil litogeotécnico del subsuelo del área investigada las incidencias más significativas vienen dadas por la presencia de materiales de recubrimiento (Nivel I), nivel en un estado de compacidad bajo, por lo que se consideran no recomendables como soporte de elementos estructurales.

La excavación prevista llevará consigo la eliminación de la totalidad de los materiales de recubrimiento (Nivel I) y la totalidad de los conglomerados de gravas y arenas (Nivel II) pudiendo apoyarse la estructura mediante una cimentación superficial del tipo de zapatas aisladas o corridas en los basaltos (Nivel III).

5.2 Cimentaciones: capacidad portante.

Para una cimentación en roca, la carga de hundimiento depende de aspectos relacionados con las discontinuidades, tales como su espaciado, orientación, apertura, etc. así como de aspectos relativos a la roca matriz (resistencia).

En nuestro caso, se trata de un macizo rocoso sano (R.Q.D >60) y poco meteorizado (grado III) en las cotas en las que se realizará el apoyo de las cimentaciones.

Teniendo en cuenta que nos encontramos con cimentaciones de edificación, no sería necesario realizar cálculos cuantitativos, pues es notorio que la capacidad geomecánica del sustrato rocoso es sobreabundante a este respecto.

No obstante, como comprobación rutinaria, se puede determinar la presión de hundimiento mediante la ecuación:

$$Q_d = K_{sp} \bullet q_u$$

Donde, q_u es la resistencia a compresión simple de la roca y K_{sp} es igual a:

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

$$K_{sp} = \frac{3 + S/B}{10 \cdot \sqrt{1 + 300a/S}}$$

Donde “S” es el espaciado de las discontinuidades, “a”, la apertura de las discontinuidades y “B”, la anchura de la cimentación.

Así, para un valor de q_u = 78 MN/m^2, obtendríamos un valor mínimo aproximado de 7800 kN/m^2.

De modo que, dado el conjunto de condiciones aquí presentes, se estima recomendable considerar un rango de cargas unitarias de cálculo del orden de los 400 kN/m^2.

5.3 Taludes y muros.

Para los sistemas previos de excavación (zanjas) se observarán las recomendaciones recogidas en la NTP 278 Prevención de desprendimientos de tierras.

Como taludes provisionales, se recomiendan los siguientes:

- 2H:3V para el Nivel II (conglomerados de gravas y arenas limosas)
- 1H:3V para el Nivel III (basalto vacuolar)

Para el cálculo de los muros y elementos de contención pueden tomarse los siguientes parámetros indicados en el apartado correspondiente de características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	NIVEL II	NIVEL III
Cohesión kN/m^2	10-20	>200
Ángulo de rozamiento º	28-32	>40
Módulo de balasto horizontal Kh kN/m^3	10.000 – 15.000	>40.000

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

6. AGRESIVIDAD DEL TERRENO A LOS HORMIGONES

En base a las determinaciones de sulfatos en los ensayos de laboratorio realizados, resulta que el terreno NO PRESENTA AGRESIVIDAD al hormigón, no siendo preciso la utilización de cementos sulforresistentes en el hormigón.

Clasificación de la agresividad química (EHE)				
Tipo de medio agresivo **SUELO**	Ión Sulfato Ensayo	Qa Ataque Débil	Qb Ataque Medio	Qc Ataque Fuerte
mg SO_4^{2-}/kg de suelo seco	683,94 – 1134,28	2.000 – 3.000	3.000 - 12.000	>12.000

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

7. CUMPLIMIENTO DE LA NCSE-02.

Según la NCSE-02, se establece que no es obligatoria la aplicación de esta norma:

1) En las construcciones de moderada importancia (aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

2) En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica, a_b, sea inferior a 0,04 g, siendo ***g*** la aceleración de la gravedad.

3) 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 0,08 g. 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 0,08 g.

La obra objeto de estudio es una construcción de importancia normal.

Estaríamos dentro del apartado 3.

Según lo establecido en el Anejo I de la Norma, para la zona de estudio, la provincia de Las Palmas:

ab = 0,04 g
ab < 0,08 g

Es por esto por lo que **NO resulta obligatoria la aplicación de NCSE-02.**

Agüimes, Enero 2024.

Francisco Hernández Naranjo
Vº.Bº.Director de Laboratorio

Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

ANEJO I.- TRABAJOS DE CAMPO

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

PETICIONARIO:	PROES CONSULTORES, S.A	COORDENADAS UTM:	FECHA INICIO 08/01/2024
OBRA:	E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS	X: 28R 631927	FECHA FINAL 08/01/2024
LOCALIZACIÓN:	TÍAS - LANZAROTE	Y: 3200426	NIVEL FREATICO NO
Sondista:	Oscar Guedes / Rafael Navarro	HOJA Nº:	N.F
TIPO DE SONDA :	TP-50	1 DE 3	HORA

SONDEO Nº S-1

PERFORACION	PROFUNDIDAD EN METROS	ESPESOR	NIVEL FREATICO	SIMBOLO TERRENO	Nº DE MUESTRA	COTAS	Golpes cada 15 cm.	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (20 40 60 80 100)	METEORIZ (I II III IV V)	OBSERVACIONES
	0,0	0,80						0,00 - 0,80 m. Material de recubrimiento.Gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro.			Propio material de la zona removido de su estado natural
	1,0	1,00						0,80 - 1,80 m. Conglomerado de gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro			
	2,0	1,20			SPT-1	2,00 2,07	50R-7	1,80 - 3,00 m. Conglomerados de gravas y arenas limosas de color gris oscuro. Presenta bolos de basalto muy fractrados			Aparecen tapizando el sustrato rocoso de la zona
86 mm, BB, widia, agua	3,0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0	7,00			SPT-2	4,00 4,02	50R-2	3,00 - 10,00 m. Macizo rocoso constituido por un basalto vacuolar de color gris oscuro			Se caracteriza por presentan un elevado índice R.Q.D, es deicr, los testigos se encuentran poco fracturados
								FINAL DEL SONDEO			

Observaciones:

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de LABETEC, S.A

			SONDEO Nº	**S-1**
PETICIONARIO:	PROES CONSULTORES, S.A	COORDENADAS UTM:	FECHA INICIO	08/01/2024
OBRA:	E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS	X: 28R 631927	FECHA FINAL	08/01/2024
LOCALIZACIÓN:	TÍAS - LANZAROTE	Y: 3200426	NIVEL FREATICO	NO

CAJAS Y SITUACION DE SONDEO



Caja 1 - de 0,00 a 3,00 m.



Caja 2 - de 3,00 a 6,00 m.



Caja 3 - de 6,00 a 9,00 m.



Caja 4 - de 9,00 a 10,00 m.

Observaciones:	

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de LABETEC, S.A

FICHA DE CALICATA

Peticionario: PROES CONSULTORES, S.A.

Obra: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

Localización: 28R 631956 — **Calicata C-1**

3200452 — **N.F:**

Fecha: 08/01/2024 — **HORA:**

Profundidad m.	Espesor estrato m.	Columna	Descripción del Terreno	Nivel agua m.
0,50	0,50	. . . . .	0,00 - 0,50 m. Material de recubrimiento. Gravas y arenas limo arcillosas. Se aprecian raices y restos de tallos	
1,60	1,10	o o o . . . . . o o o . . . . . o o o . . . . . o o o . . . . . o o o	0,50 - 1,60 m. Conglomerados de gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro	

FOTOS





FICHA DE CALICATA

Peticionario: PROES CONSULTORES, S.A.

Obra: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

Localización: 28R 632158 — **Calicata C-2**

3200821 — **N.F:**

Fecha: 30/01/2024 — **HORA:**

Profundidad m.	Espesor estrato m.	Columna	Descripción del Terreno	Nivel agua m.
0,60	0,60	. . . . .	0,00 - 0,60 m. Material de recubrimiento. Gravas y arenas limo arcillosas. Se aprecian restos de tallos	
2,20	1,60	. . . . . o o o . . . . . o o o . . . . . o o o . . . . . o o o	0,60 - 2,20 m. Conglomerados de gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro	

FOTOS



FICHA DE CALICATA

Peticionario: PROES CONSULTORES, S.A.

Obra: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

Localización: 28R 631929 — **Calicata C-3**

3201157 — **N.F:**

Fecha: 30/01/2024 — **HORA:**

Profundidad m.	Espesor estrato m.	Columna	Descripción del Terreno	Nivel agua m.
0,50	0,50	. . . . .	0,00 - 0,50 m. Material de recubrimiento. Gravas y arenas limo arcillosas.	
2,20	1,70	o o o /	0,50 - 2,20 m. Conglomerados de gravas y arenas limo arcillosas de color marrón claro	

FOTOS



ANEJO II.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

ENSAYOS SOBRE SUELOS: RESUMEN DE RESULTADOS

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A. **CÓDIGO:** 14774

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: CATA 1 - 0,70 m

MUESTRA: SO24-021 **TOMA:** 08/01/2024 **ENSAYO:** 10/01/2024

GRANULOMETRÍA S/ UNE-EN ISO 17892-4

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	91,3
25	75,9
20	63,7
10	47,7
5	42,7
2	39,1
0,4	25,7
0,080	13,1

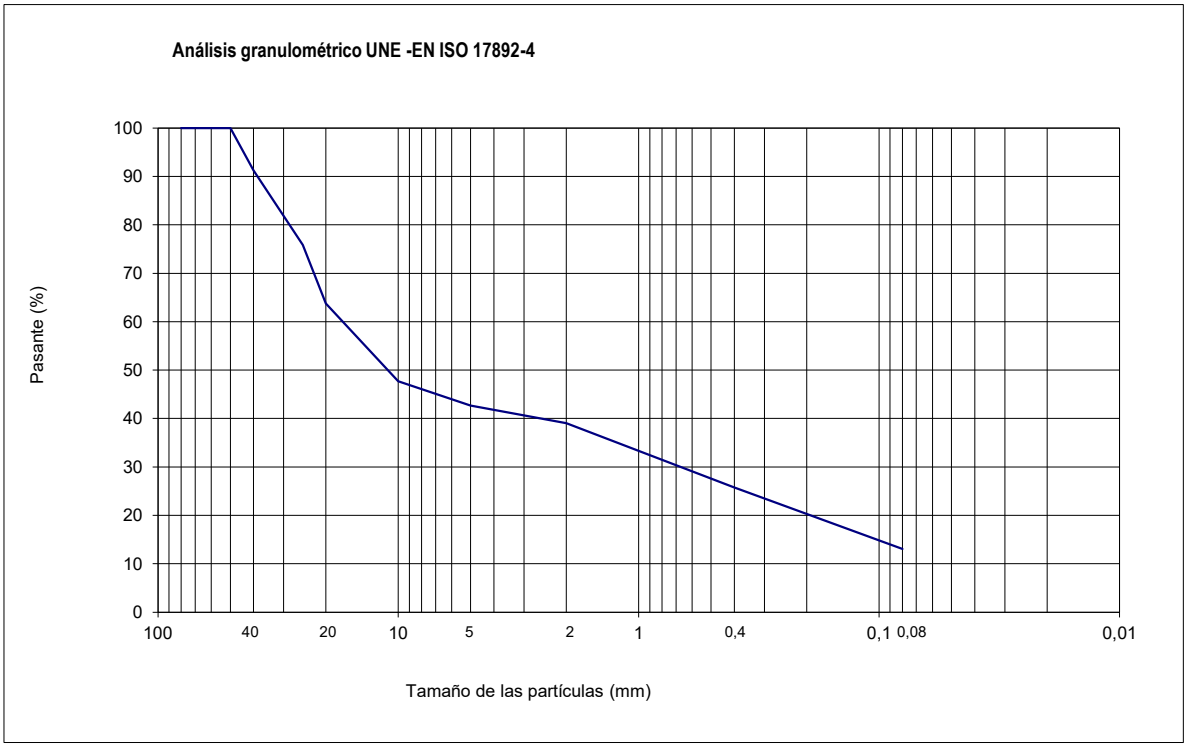
DIST. PARTICULAS S/EN ISO 14688-1

(G) GRAVAS %	61
(S) ARENAS %	26
(M-C) LIMOS y ARCILLAS %	13

LIMITES ATTERBERG S/ UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido, LL:	42,3
Límite plastico, LP:	29,8
Índice plasticidad, IP:	12,5

Determinación de sulfatos solubles	S/UNE 103 201	834,15	mg/Kg



OBSERVACIONES:

Responsable de ensayos: Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

DETERMINACIÓN DEL CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN DE LOS SUELOS POR EL MÉTODO LAMBE S/UNE 103 600

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: C1 - 1,80 m (MATERIAL DE LAS PAREDES DE LA CALICATA)

MUESTRA Nº: SO24-021 **UNIDAD DE OBRA:**

TIPO DE MATERIAL ENSAYADO: Suelo

FECHA TOMA: 08/01/2024 **FECHA ENSAYOS:** 04/03/2024

ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (Mpa)	0,058
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	1,63
CLASIFICACIÓN	NO CRÍTICO

OBSERVACIONES: Muestra remoldeada y condiciones de humedad y consistencia diferentes a las naturales.

LABORATORIO ACREDITADO POR EL GOBIERNO DE CANARIAS EN LAS ÁREAS DE: **EHA**, ÁREA DE CONTROL DEL HORMIGÓN, SUS COMPONENTES Y DE LAS ARMADURAS DE ACERO (08017EHA07B); **GTC**, ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS (08017GTC09B); **GTL**, ÁREA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE GEOTECNIA (08017GTL08B); **VSF**, ÁREA DE CONTROL DE FIRMES FLEXIBLES Y BITUMINOSOS EN VIALES (08017VSF08B-C); **EAS**, ÁREA DE CONTROL DE LA SOLDADURA DE PERFILES ESTRUCTURALES DE ACERO (08017EAS08B); **AFH**, ÁREA DE CONTROL DE LOS MATERIALES DE FÁBRICAS DE PIEZAS DE HORMIGÓN (08017AFH08B);

ENSAYOS SOBRE SUELOS: RESUMEN DE RESULTADOS

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A. **CÓDIGO:** 14774

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: CATA 2 - 1,00 m

MUESTRA: SO24-022 **TOMA:** 08/01/2024 **ENSAYO:** 10/01/2024

GRANULOMETRÍA S/ UNE-EN ISO 17892-4

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	85,6
25	65,3
20	60,1
10	54,3
5	46,7
2	32,6
0,4	20,1
0,080	15,6

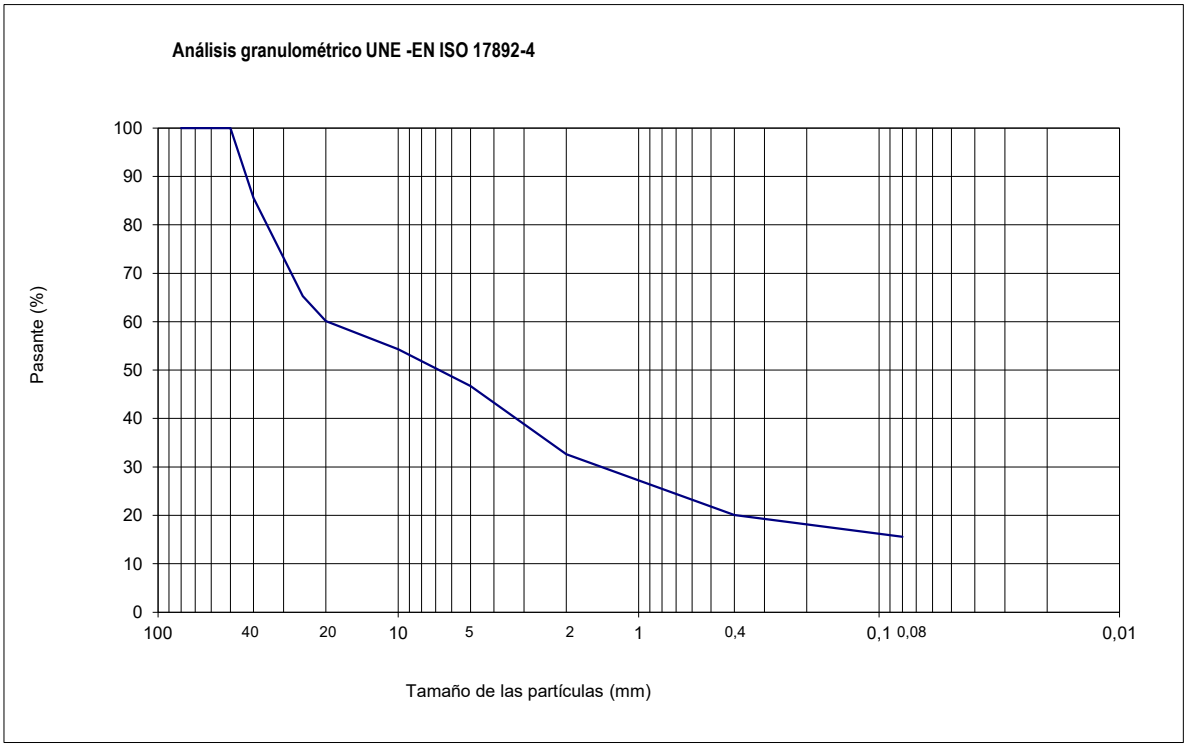
DIST. PARTICULAS S/EN ISO 14688-1

(G) GRAVAS %	67
(S) ARENAS %	17
(M-C) LIMOS y ARCILLAS %	16

LIMITES ATTERBERG S/ UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido, LL:	44,1
Límite plastico, LP:	35,6
Índice plasticidad, IP:	8,5

Determinación de sulfatos solubles	S/UNE 103 201	1134,28	mg/Kg



OBSERVACIONES:

Responsable de ensayos: Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

LABETEC, S.A.
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE APISONADO PRÓCTOR

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: C2 - 2,20 m

MAT. ENSAYADO: SUELO (CALICATA) **UNIDAD DE OBRA:**

MUESTRA: SO24-022 **TOMA:** 08/01/2024 **ENSAYO:** 04/03/2024 **ALBARÁN Nº:** --

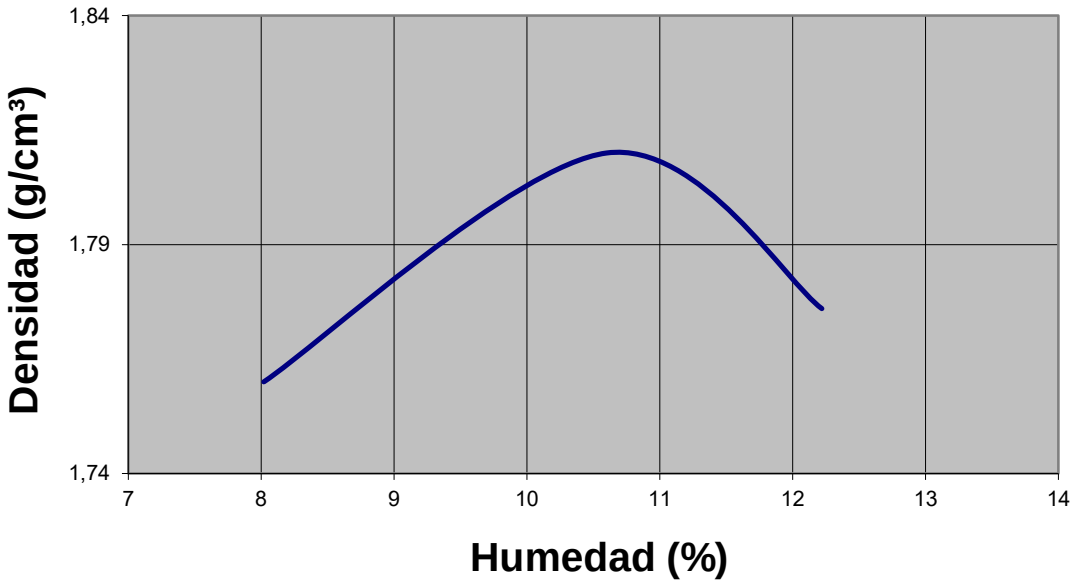
PRÓCTOR NORMAL ☐ **PRÓCTOR MODIFICADO** ☒

S/Norma: NLT - 107 ☐ UNE 103 500 ☐ NLT - 108 ☐ UNE 103 501 ☒

MATERIAL UTILIZADO: < 20 mm % DE MATERIAL NO UTILIZADO: 8,3 PESO ESPECÍFICO MATERIAL GRUESO:

VOL. MOLDE:	1000	cm³	
PESO MAZA:	2,500	kg	
H. CAÍDA:	30,50	cm	
Nº CAPAS:	3		
GOLPES/CAPA:	26		

VOL. MOLDE:	2320	cm³	
PESO MAZA:	4,535	kg	
H. CAÍDA:	45,70	cm	
Nº CAPAS:	5		
GOLPES/CAPA:	60		



DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,81	HUMEDAD ÓPTIMA (%):	10,6

OBSERVACIONES:

LABORATORIO ACREDITADO POR EL GOBIERNO DE CANARIAS EN LAS ÁREAS DE: **EHA**, ÁREA DE CONTROL DEL HORMIGÓN, SUS COMPONENTES Y DE LAS ARMADURAS DE ACERO (08017EHA07B); **GTC**, ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS (08017GTC09B); **GTL**, ÁREA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE GEOTECNIA (08017GTL08B); **VSF**, ÁREA DE CONTROL DE FIRMES FLEXIBLES Y BITUMINOSOS EN VIALES (08017VSF08B-C); **EAS**, ÁREA DE CONTROL DE LA SOLDADURA DE PERFILES ESTRUCTURALES DE ACERO (08017EAS08B); **AFH**, ÁREA DE CONTROL DE LOS MATERIALES DE FÁBRICAS DE PIEZAS DE HORMIGÓN (08017AFH08B);

ENSAYOS SOBRE SUELOS: RESUMEN DE RESULTADOS

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A. **CÓDIGO:** 14774

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: CATA 3 - 1,60 m

MUESTRA: SO24-023 **TOMA:** 08/01/2024 **ENSAYO:** 10/01/24 - 05/03/24

GRANULOMETRÍA S/ UNE-EN ISO 17892-4

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	96,5
25	82,4
20	75,3
10	64,8
5	54,3
2	42,3
0,4	26,4
0,080	17,2

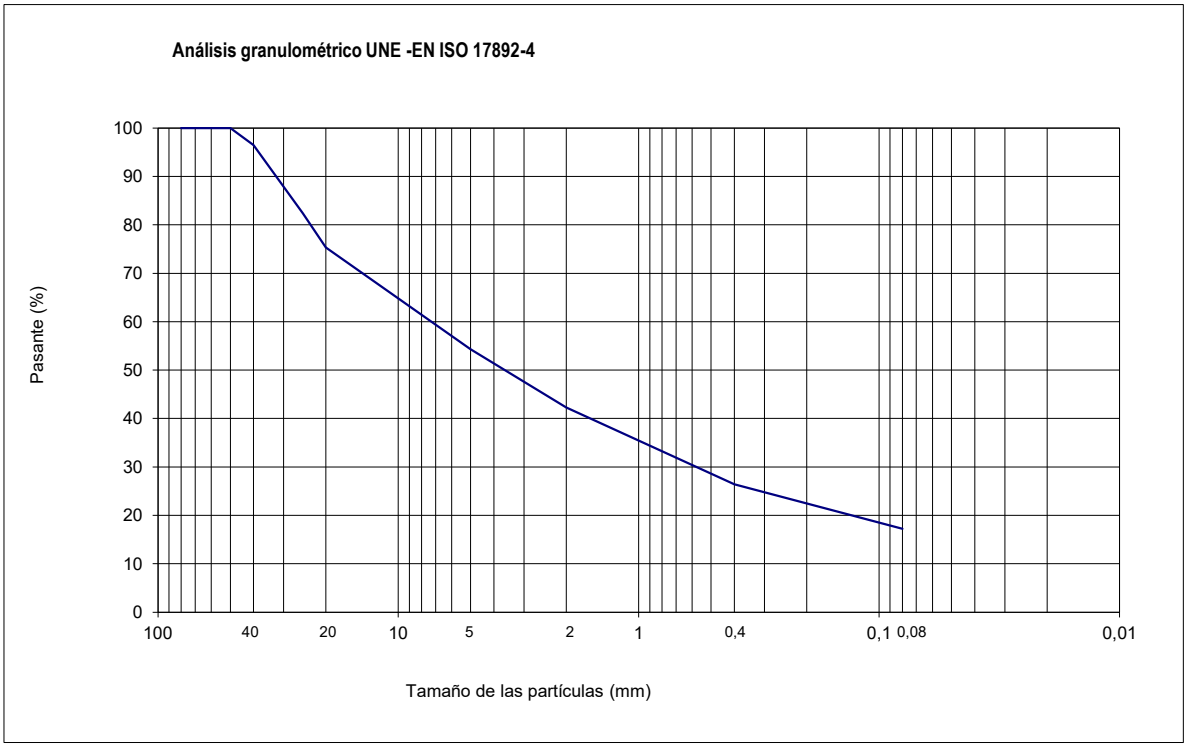
DIST. PARTICULAS S/EN ISO 14688-1

(G) GRAVAS %	58
(S) ARENAS %	25
(M-C) LIMOS y ARCILLAS %	17

LIMITES ATTERBERG S/ UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido, LL:	43,6
Límite plastico, LP:	31,4
Índice plasticidad, IP:	12,2

Determinación de sulfatos solubles	S/UNE 103 201	893,71	mg/Kg
Determinación de materia orgánica oxidable	S/UNE 103 204	0,09	(%)
Determinación de sales solubles	S/NLT 114	0,32	(%)
Determinación de carbonatos	S/UNE 103 200	1,26	(%)
Hinchamiento libre	S/UNE-103601	0,14	(%)
Ensayo de Colapso	S/NLT-254/99		
	Indice de Colapso (I)	0,11	(%)
	Potencia porcentual de colapso (Ic)	0,07	(%)



Clasificación S/ O.C. 326/00 ART. 330 - PG - 3
SUELO: MARGINAL

OBSERVACIONES: Los suelos clasificados como marginales no se emplean para núcleo de terraplenes, ni para capas de asiento. Por tanto no es necesario el C.B.R (se han tenido en cuenta las indicaciones establecidas en el PG3).

Responsable de ensayos: Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

ENSAYOS SOBRE SUELOS: RESUMEN DE RESULTADOS

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A. **CÓDIGO:** 14774

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: S1 - 1,40 m

MUESTRA: SO24-016 **TOMA:** 08/01/2024 **ENSAYO:** 10/01/2024

GRANULOMETRÍA S/ UNE-EN ISO 17892-4

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	90,1
25	72,3
20	60,5
10	42,3
5	38,7
2	35,2
0,4	19,2
0,080	8,4

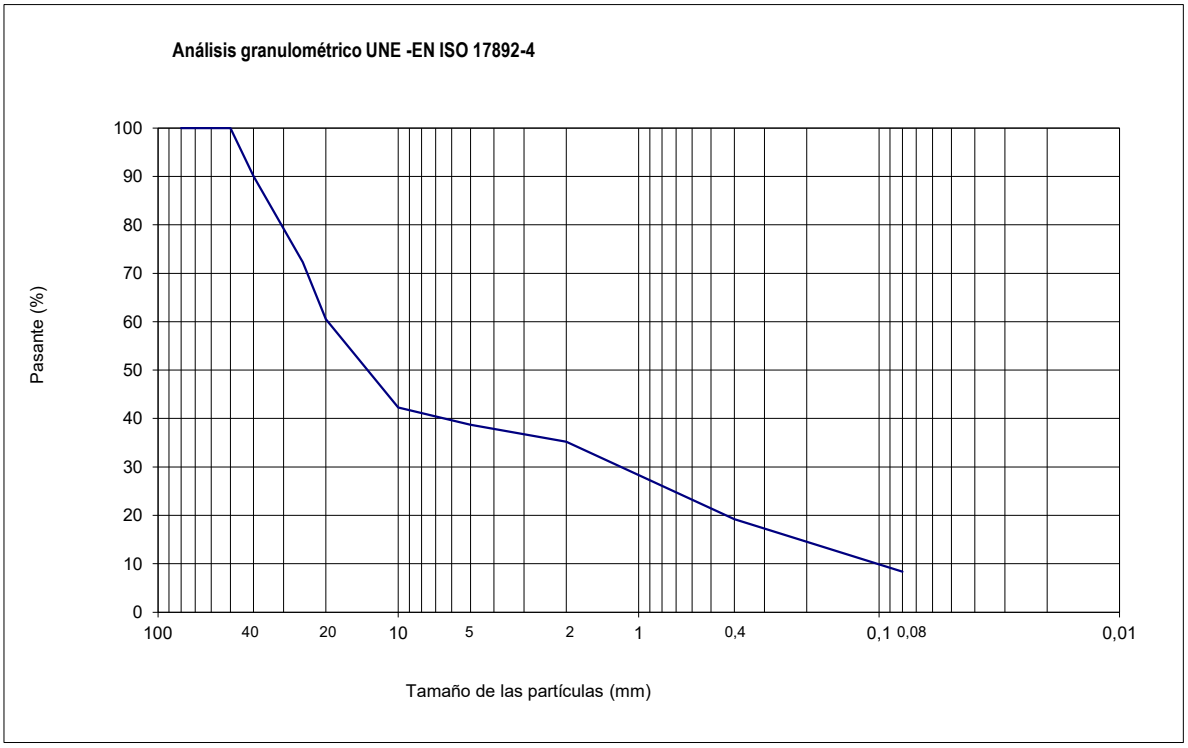
DIST. PARTICULAS S/EN ISO 14688-1

(G) GRAVAS %	65
(S) ARENAS %	27
(M-C) LIMOS y ARCILLAS %	8

LIMITES ATTERBERG S/ UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido, LL:	40,6
Límite plastico, LP:	32,4
Índice plasticidad, IP:	8,2

Determinación de sulfatos solubles	S/UNE 103 201	926,08	mg/Kg



OBSERVACIONES:

Responsable de ensayos: Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

ENSAYOS SOBRE SUELOS: RESUMEN DE RESULTADOS

PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A. **CÓDIGO:** 14774

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

LOCALIZACIÓN: S1 - 2,60 m

MUESTRA: SO24-017 **TOMA:** 08/01/2024 **ENSAYO:** 10/01/2024

GRANULOMETRÍA S/ UNE-EN ISO 17892-4

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	83,6
20	79,5
10	64,7
5	48,7
2	33,3
0,4	13,4
0,080	4,4

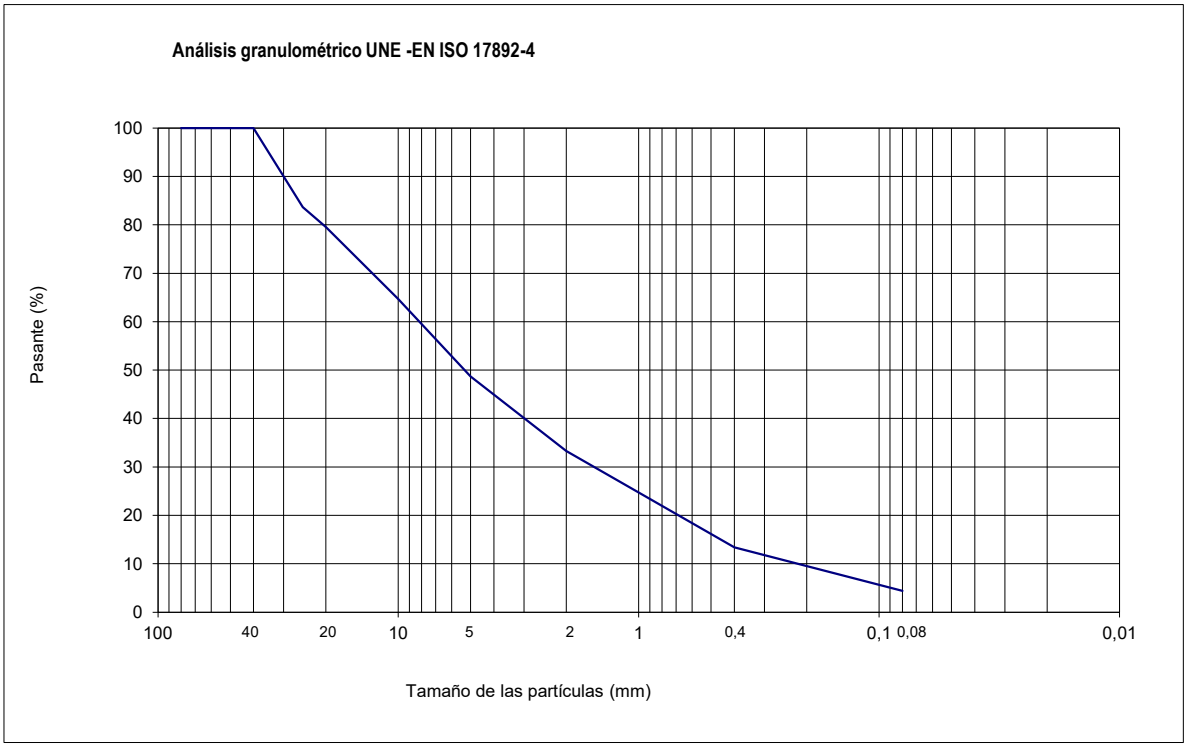
DIST. PARTICULAS S/EN ISO 14688-1

(G) GRAVAS %	67
(S) ARENAS %	29
(M-C) LIMOS y ARCILLAS %	4

LIMITES ATTERBERG S/ UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido, LL:	
Límite plastico, LP:	
Índice plasticidad, IP:	NO PLÁSTICO

Determinación de sulfatos solubles	S/UNE 103 201	683,94	mg/Kg
Determinación de carbonatos	S/UNE 103 200	0,85	(%)



OBSERVACIONES:

Responsable de ensayos: Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

ENSAYOS SOBRE ROCAS
RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL
S/ Norma UNE-EN 1926:2007

PETICIONARIO: PROES CONSUTORES, S.A

DENOMINACIÓN: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS

FECHA DE TOMA: 08/01/2024 **FECHA DE ENSAYOS:** 10/01/2024

LOCALIZACIÓN: LAS INDICADAS EN OBSERVACIONES

DATOS DE LAS PROBETAS

MUESTRA Nº	LONGITUD (cm)		DIÁMETRO Ø (cm)	RELACIÓN L / Ø
	INICIAL	TALLADA L		
SO24-018	21,4	15,2	7,10	2,14
SO24-019	34,6	17,2	7,10	2,42
SO24-020	53,1	17,4	7,10	2,45

RESULTADOS OBTENIDOS

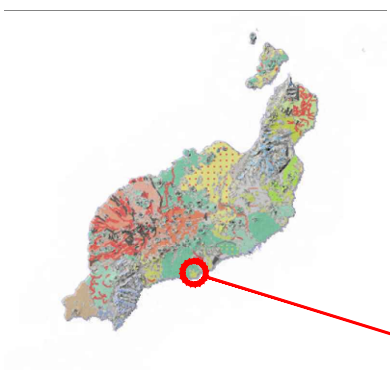
PROBETA Nº	CARGA DE ROTURA (kN)	RESISTENCIA		FORMA DE ROTURA
		(kp/cm²)	(MPa)	
SO24-018	332,71	857	84,0	SATISFACTORIA
SO24-019	353,15	910	89,2	SATISFACTORIA
SO24-020	309,28	797	78,1	SATISFACTORIA

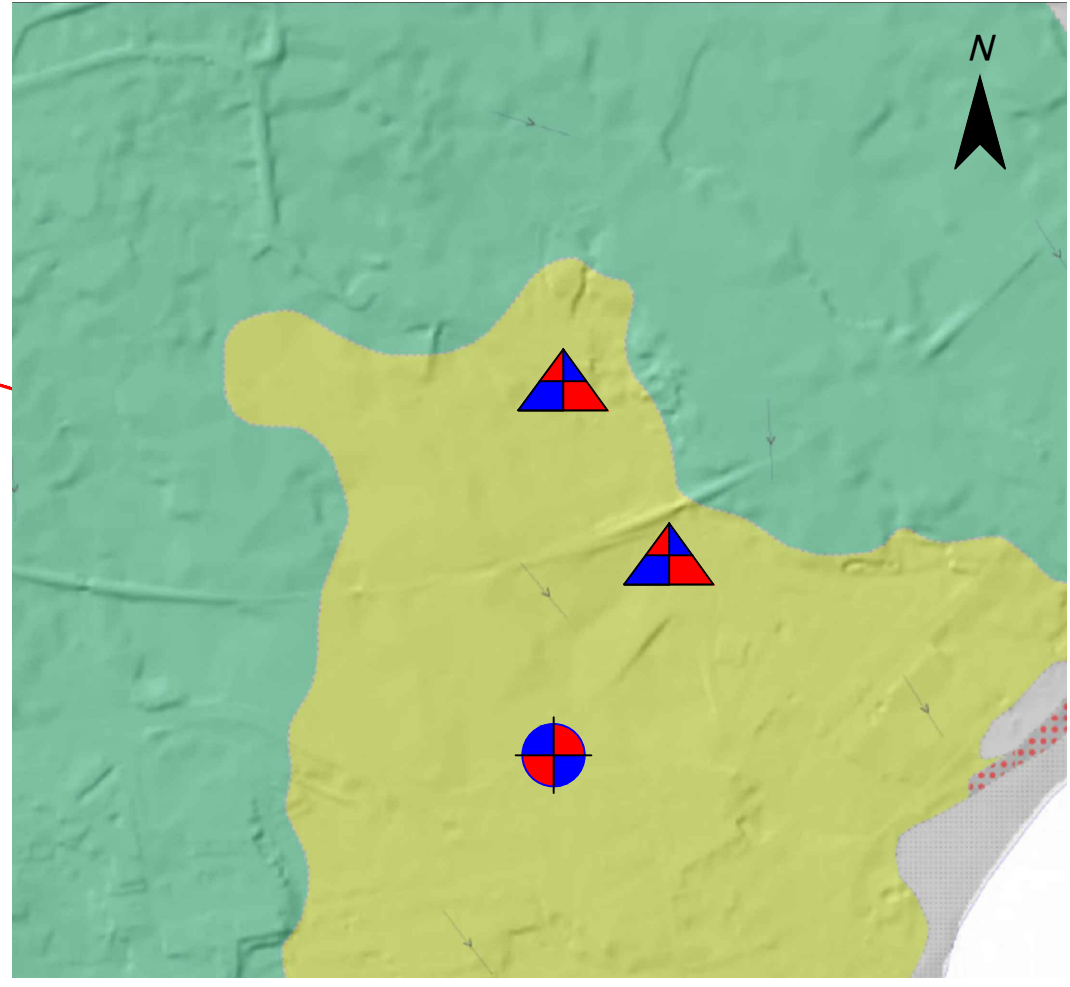
PROBETA Nº	DENSIDAD (g/cm³)	OBSERVACIONES
SO24-018	2,73	S1 a 3,40 m - BASALTO VACUOLAR
SO24-019	2,75	S1 a 3,80 m - BASALTO VACUOLAR
SO24-020	2,73	S1 a 5,40 m - BASALTO VACUOLAR

Técnico responsable: Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

ANEJO III.- MAPA GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**





LEYENDA

- COLADAS BASÁLTICAS Y OLIVÍNICAS
- COLADAS BASÁLTICAS
- DEPÓSITOS ALUVIALES
- PLAYAS DE ARENAS Y DE CANTOS
- RASA MARINA JANDIENSE
- SONDEO Y DPSH
- CALICATAS

ESCALA 1:10.000

OBJETO: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS		
PLANO DE: MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA - GRAFCAN	FECHA: ENERO 2024	PLANO Nº: 1
SITUACIÓN: TÍAS - LANZAROTE		
PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.		

Labetec INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD





LEYENDA

- COLADAS BASÁLTICAS SANAS
- DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES
- DEPÓSITOS DE ARENAS OSCURAS DE PLAYA
- SONDEO Y DPSH
- CALICATAS

ESCALA 1:8.000

OBJETO: E.G DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS		
PLANO DE: MAPA GEOTÉCNICO DE LA ZONA - GRAFCAN	FECHA: ENERO 2024	PLANO Nº: 1
SITUACIÓN: TÍAS - LANZAROTE		
PETICIONARIO: PROES CONSULTORES, S.A.		

Labetec INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

ANEJO IV.- RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin el consentimiento por escrito de **LABETEC, S.A**

IDENTIFICACIÓN									
NIVEL II: GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS									
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	CÓDIGO DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% PASA TAMIZ UNE)			LÍMITES DE ATTERBERG		CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES (mg/Kg)	ENSAYO DE APISONADO PRÓCTOR (MODIFICADO)	
		2	0,4	0,08	L.L.	I.P.		*Densidad máxima (g/cm3)*	*Humedad óptima (%)*
C1 / 0,70 m	SO24-021	39,1	25,7	13,1	42,3	12,5	834,15	-	
C2 / 1,00 m	SO24-022	33,5	14,2	8,3	44,1	8,5	1134,28	1,81	10,6
C3 / 1,60 m	SO24-023	36,4	16	9,9	43,6	12,2	893,71	-	
S1 / 1,40 m	SO24-016	35,2	19,2	8,4	40,6	8,2	926,08	-	

ENSAYOS QUÍMICOS							
NIVEL II: GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS							
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	CÓDIGO DE MUESTRA	DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE (%)	DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES (%)	DETERMINACIÓN DE CARBONATOS (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	ÍND. COLAPSO (%)	LAMBE
C1 / 0,70 m	SO24-021	-	-	-	-	-	NO CRÍTICO
C3 / 1,60 m	SO24-023	0,09	0,32	1,26	0,14	0,11	-

CLASIFICACIÓN - ESPECIFICACIONES PARA SUELO MARGINAL SEGÚN PG-3					
NIVEL II: GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS					
L. ATTERBERG	% MAT. ORGÁNICA	% SALES SOLUBLES	%YESOS	% COLAPSO	% HINCHAMIENTO
<65	<5	<1	<5	-	<5

Clasificándose estos suelos como **MARGINALES.**

IDENTIFICACIÓN								
NIVEL II.1: CONGLOMERADO DE GRAVAS Y ARENAS LIMO ARCILLOSAS								
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	CÓDIGO DE MUESTRA	GRANULOMETRÍA (% PASA TAMIZ UNE)			LÍMITES DE ATTERBERG		CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES (mg/Kg)	DETERMINACIÓN DE CARBONATOS (%)
		2	0,4	0,08	L.L.	I.P.		
S1 / 2,60 m	SO24-017	33,3	13,4	4,4	NO PLÁSTICO		683,9	0,85

IDENTIFICACIÓN				
NIVEL III: MACIZO ROCOSO				
TRABAJOS DE CAMPO / COTA	CÓDIGO DE MUESTRA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	LONGITUD MUESTRA TALLADA (cm)	RELACIÓN LONGITUD / DIÁMETRO
S1 / 3,40 m	SO24-018	84	15,2	2,14
S1 / 3,80 m	SO24-019	89,2	17,2	2,42
S1 / 5,40 m	SO24-020	78,1	17,4	2,45

Labetec, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD.

ADENDA AL ESTUDIO GEOTÉCNICO ANTIGUA EBAR FINLANDIA EN TÍAS - LANZAROTE (EXP 14774)

1. ACLARACIONES TÉCNICAS – RIPABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO

Para trabajar de forma fiable y precisa, sería necesario hacer un ensayo de refracción de ondas símicas. De esta manera, se obtendría la velocidad de la onda P (Vp), pudiendo correlacionarla con el índice de Ripabilidad de Kirsten. No obstante, esta aclaración se podría obtener empíricamente, correlacionando el índice RMR con los criterios de Kirsten (siendo más fiable el método de refracción de ondas).

Atendiendo a la correlación que se puede llevar a cabo mediante el índice RMR (para la excavabilidad de macizos rocosos) y los criterios de Kirsten, cabe indicar que el macizo es **difícilmente ripable** (Ripabilidad extremadamente costosa). Siendo la opción principal la voladura.

Agüimes, Febrero 2024.

Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

Inscrita en el Reaistro Mercantil de Las Palmas. Tomo 1574 Libro 0 Folio 93 Asiento 1523 Sección 8 hoia GC – 27116 Inscrinción 2ª C.I.F.: A - 35679000

LABORATORIO:
Polg. Ind. Arinaga.
C/. Las Casuarinas 84
35118Agüimes
Tlf: 928 18 42 13 – Fax: 928 18 32 65

Labetec, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD.

ADENDA AL ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO PARA LAS OBRAS CORRESPONDIENTES AL NUEVO EMISARIO DE LA EDAR DE TÍAS – LANZAROTE (EXP 14774)

Inscrita en el Reaistro Mercantil de Las Palmas. Tomo 1574 Libro 0 Folio 93 Asiento 1523 Sección 8 hoia GC – 27116 Inscrinción 2ª C.I.F.: A - 35679000

1. ACLARACIONES TÉCNICAS – RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL EN MUESTRAS DE ROCA

Debido a la falta de muestras (testigos de roca que cumplan con las dimensiones necesarias) no se pudo llevar a cabo la "Determinación de la resistencia a compresión triaxial en muestras de roca" según la norma UNE 22950/4:92.

El objetivo de este ensayo radica en el círculo de Mohr, que representando los estados tensionales de cada probeta en rotura, proporciona el ángulo de rozamiento y cohesión de la roca.

En función del índice R.M.R (Rock Mass Rating) y siguiendo la clasificación de Bieniaswski, nos encontramos con un macizo rocoso clasificado como "Bueno" (R.M.R de 68), donde se obtuvieron valores de resistencia a compresión simple superiores a los 78 MPa, y unas densidades del orden de los 2,70 g/cm^3. Por consiguiente, es entendible y se espera que esta roca presente un ángulo de rozamiento interno superior a los 40º y una cohesión muy superior a los 200 kN/m^2 (valores adecuados desde el punto de vista geotécnico y estructural).

Agüimes, Marzo 2024.

Néstor Abián Rodríguez Santana
Geólogo

LABORATORIO:
Polg. Ind. Arinaga.
C/. Las Casuarinas 84
35118Agüimes
Tlf: 928 18 42 13 – Fax: 928 18 32 65