

1.2. ANEJOS

**PROYECTO DE EJECUCIÓN FRENTE MARÍTIMO DE  
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA EN EL ÁMBITO DE  
LA BASE NAVAL Y EL MUELLE DE SANTA CATALINA**

(Fase III del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria)

PEDRO ROMERA GARCÍA  
DR. ARQUITECTO

ÁNGELA RUIZ MARTÍNEZ  
DRA. ARQUITECTA



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



Fundación Parque Científico Tecnológico  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria



1.2.1. ESTADO ACTUAL

**PROYECTO DE EJECUCIÓN FRENTE MARÍTIMO DE  
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA EN EL ÁMBITO DE  
LA BASE NAVAL Y EL MUELLE DE SANTA CATALINA**

(Fase III del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria)

PEDRO ROMERA GARCÍA  
DR. ARQUITECTO

ÁNGELA RUIZ MARTÍNEZ  
DRA. ARQUITECTA



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



Fundación Parque Científico Tecnológico  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria





## **ANEJO 1.2.1.- ESTADO ACTUAL**

### **INDICE**

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	2
3	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA .....	2
4	MARCO NORMATIVO .....	3
5	PLANEAMIENTO .....	3
6	REPORTAJE FOTOGRÁFICO.....	7

## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se incluye la descripción del estado actual del ámbito de actuación de las obras recogidas en el “Proyecto de Ejecución del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria en el ámbito de la Base Naval y el Muelle de Santa Catalina” (Fase III del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria). Para completar la descripción del estado actual se ha realizado un trabajo de campo que incluye reportaje fotográfico y auscultación de instalaciones preexistentes.

Así mismo también se han determinado los posibles condicionantes que tiene el ámbito de actuación ya fueran terrestres o marítimos.

## 2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para el la elaboración del presente anejo se ha consultado a las siguientes fuentes:

- Autoridad Portuaria de Las Palmas
- Ortofotos urbanas de alta resolución (12 cm/pix) tomadas el 10 de mayo de 2012. Fuente: IDE Canarias.
- Ecocartografía de las Islas Canarias.
- Fotografías tomadas en las visitas de obra. Elaboración propia.

Con el fin de conocer el área de actuación del presente proyecto, el equipo redactor ha realizado numerosas visitas a la zona, en las cuales, además de la observación directa del estado actual de la zona y de los distintos elementos que la configuran, se procedió a la toma de fotografías, que permitiesen un posterior análisis como parte del trabajo de gabinete.

Se describe a continuación, apoyándose sobre la información gráfica descrita, el estado actual de la zona.

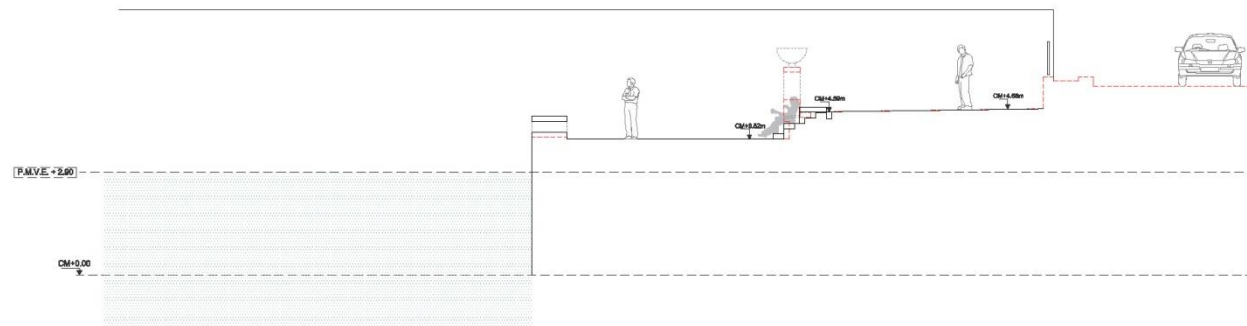
Para una mejor comprensión de este documento, se incluyen al final del mismo, los correspondientes planos del reportaje fotográfico, donde se indica el lugar de la toma y la orientación de las distintas fotografías incluidas en este anejo.

## 3 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

El entorno del ámbito de actuación cuenta con numerosos elementos singulares distribuyéndose como sigue:



- **Norte:** se encuentra la marquesina próxima al Muelle de Santa Catalina.
- **Sur:** Al sur del ámbito se encuentra la Base Naval de la Comandancia Marina.
- **Este:** hacia esta orientación se encuentra la dársena del Muelle de Santa Catalina y Arsenal.  
La sección de estado actual, en el tramo hacia la base militar, es la siguiente:



- **Oeste:** Plaza de Canarias e Intercambiador de Santa Catalina. Así como la Grúa Titán.  
En este punto se encuentra el paseo actual el cual tiene un ancho de 8,9 metros al final del cual se encuentra la parada de la guagua turística.

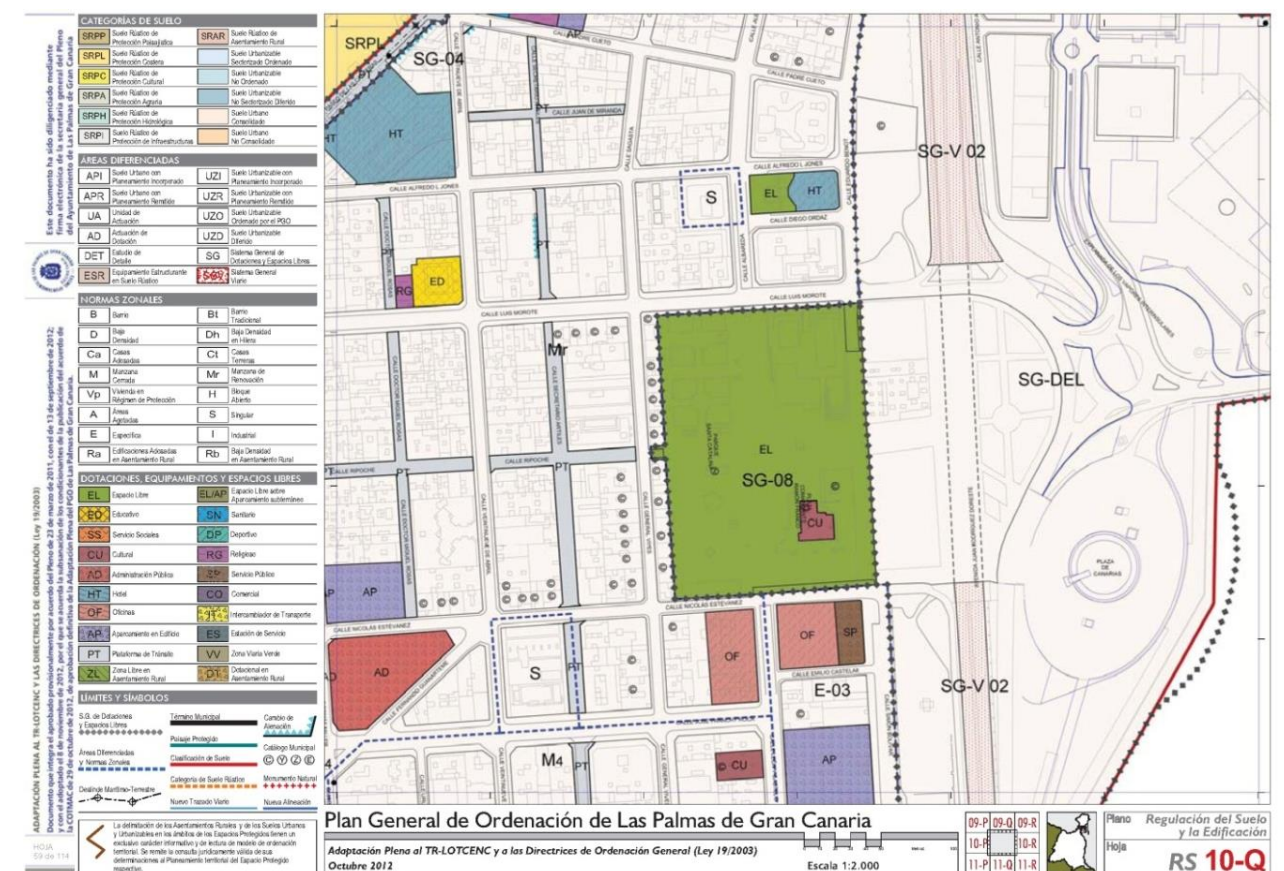
#### 4 MARCO NORMATIVO

- REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.
- Ley 38/1999, de 5 de Noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- D.L.1/2000, de 8 de Mayo, TR Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias.
- Reglamentos de desarrollo de la Ley 1/2000, de/ 8 de Mayo, por el que se aprueba el TRLOTCEC.
- Normativa Sectorial de aplicación en los trabajos de edificación.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006, de 17 de Marzo y RD 1371/2007, de 19 de Octubre)

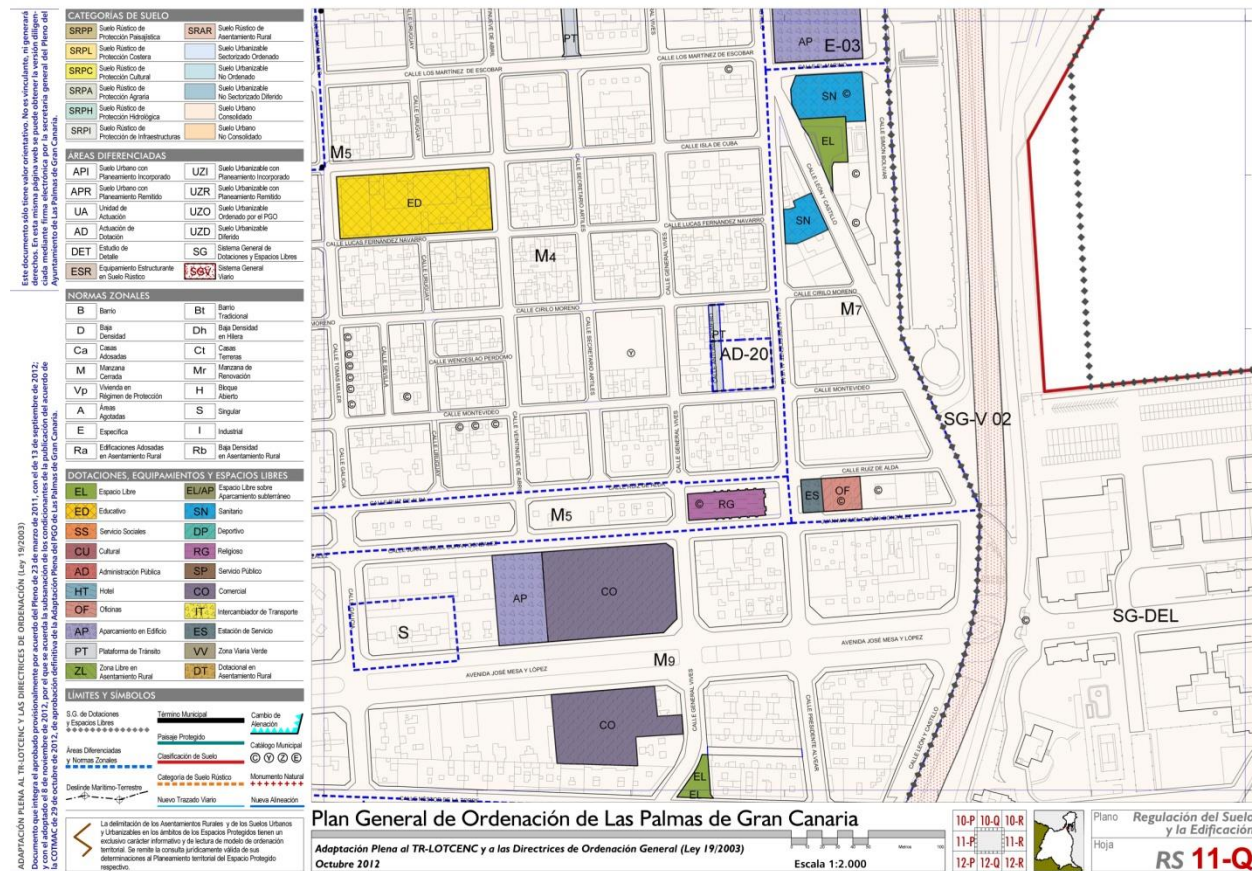
#### 5 PLANEAMIENTO

Será de aplicación, en cuanto a Normas Urbanísticas, las del P.G.M.O. de LAS PALMAS DE GRAN CANARIA) aprobado definitivamente por acuerdo de la COTMAC de 29 de octubre de 2012, (aprobación definitiva publicada el Boletín Oficial de Canarias de 4 el diciembre de 2012 y normativa publicada en el Boletín Oficial de la Provincia de Las Palmas el 12 de diciembre de 2012) así como las Ordenanzas Municipales y particulares aplicables en función de su uso característico y ubicación. Asimismo será de aplicación todo lo establecido en las Normas Generales, Normas Pormenorizadas, anexos gráficos aclaratorios y planimetría correspondiente al municipio de LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, así como en todas las Normas, Decretos y Reglamentos de Obligado Cumplimiento referidos a las obras de nueva construcción.

Ver las imágenes inferiores. Planos de Regulación del Suelo y la Edificación RS 10-Q. y RS 11-Q PGM de Las Palmas de Gran Canaria. Adaptación Plena al TR-LOTCEC y a las Directrices de Ordenación General (Ley 19/2003) de Octubre 2012.







Las determinaciones específicas contempladas en esta memoria habrán de entenderse sin perjuicio de la aplicación de la normativa sectorial.

Le serán también de aplicación las determinaciones del Plan Especial de Ordenación de la Zona de Servicio del Puerto de La Luz y de Las Palmas incluida en el Ambito SG-DEL (anterior OAS-06) aprobado definitivamente por el Pleno Municipal de sesión de fecha 25 de septiembre de 2013. También el Plan de Delimitación de los Espacios y usos Portuarios del Puerto de Las Palmas (DEUP- antiguo PUEP) vigente establecida por el expediente de modificación sustancial de la delimitación de los espacios y usos portuarios del puerto de Las Palmas, que incluye Salinetas y Arinaga, aprobado por el Orden FOM/371/2016, de 9 de marzo de 2016, y publicada en el BOE del 22 de marzo de 2016.

Y el Plan Director de Infraestructuras del Puerto de Las Palmas (en adelante PDI-LP) ratificado por el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de Las Palmas en sesión celebrada el 13 de septiembre de 2007, y ratificada por el Consejo Rector de Puertos del Estado, en su sesión nº 156 de 3 de marzo de 2008, de conformidad con lo previsto en el art. 36.3 de la entonces vigente Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.



ÁREAS DIFERENCIADAS		SG-DEL
Denominación: "SISTEMA GENERAL DE DOTACIONES DEL ESPACIO LITORAL"		hoja 1 de 7
Tipo de Sistema General: Espacio Libre / Dotacional	Superficie del área: 150,77 Ha	
Clase de suelo: Suelo Urbano, Suelo Rústico		
Categoría de suelo: Suelo Urbano Consolidado, Suelo Rústico de Protección Costera		
Instrumento de ordenación: Plan Especial (Nueva Actuación)		
Sector urbanístico: 03 Vegueta-Triana, 04 Arenales, 05 Santa Catalina		
Hojas RS/GS:		

**DELIMITACIÓN DEL ÁREA**

Este documento ha sido diligenciado mediante firma electrónica de la secretaria general del Pleno del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria

ADAPTACIÓN PLENA AL TR-LOTCEC Y LAS DIRECTRICES DE ORDENACIÓN (Ley 19/2003)  
Documento que integra el aprobado provisionalmente por acuerdo del Pleno de 23 de marzo de 2011, con el de 13 de septiembre de 2012, y con el adoptado el 8 de noviembre de 2012, por el que se acuerda la subsanación de los condicionantes de la publicación del acuerdo de la COTMAC de 29 de octubre de 2012, de aprobación definitiva de la Adaptación Plena del PGO de Las Palmas de Gran Canaria.

HOJA 194 de 260

P.G.O. de Las Palmas de Gran Canaria ■ Adaptación Plena al TR-LOTCEC y las Directrices de Ordenación (Ley 19/2003) ■ Octubre de 2012

Anexo a las Normas Urbanísticas | **Sistemas Generales**

ÁREAS DIFERENCIADAS		SG-DEL
Denominación: "SISTEMA GENERAL DE DOTACIONES DEL ESPACIO LITORAL"		hoja 2 de 7

**DIRECTRICES DE LA ORDENACIÓN**

Este documento ha sido diligenciado mediante firma electrónica de la secretaria general del Pleno del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria

ADAPTACIÓN PLENA AL TR-LOTCEC Y LAS DIRECTRICES DE ORDENACIÓN (Ley 19/2003)  
Documento que integra el aprobado provisionalmente por acuerdo del Pleno de 23 de marzo de 2011, con el de 13 de septiembre de 2012, y con el adoptado el 8 de noviembre de 2012, por el que se acuerda la subsanación de los condicionantes de la publicación del acuerdo de la COTMAC de 29 de octubre de 2012, de aprobación definitiva de la Adaptación Plena del PGO de Las Palmas de Gran Canaria.

HOJA 195 de 260

P.G.O. de Las Palmas de Gran Canaria ■ Adaptación Plena al TR-LOTCEC y las Directrices de Ordenación (Ley 19/2003) ■ Octubre de 2012

Anexo a las Normas Urbanísticas | **Sistemas Generales**

El frente Litoral de la Ciudad constituye un área de gran relevancia tanto por su carácter portuario como por la histórica vinculación de la población con el mar. Por ello se delimita el Sistema General de Dotaciones del Espacio Litoral (SG-DEL) teniendo entre los objetivos la implantación de grandes espacios públicos destinados a equipamientos y dotaciones de uso social en el borde marítimo, con la finalidad de recuperar e integrar en la ciudad estas áreas en contacto con el mar y aquellas históricamente vinculadas a usos portuarios sin perjuicio de que en éstas se puedan seguir desarrollando actividades portuarias compatibles con la vida urbana de la Ciudad.

Con el objeto de establecer una diferenciación de actividades se han delimitado dos subsistemas: SG-DEL A -Castillo de la Luz hasta el Parque San Telmo- y SG-DEL B- Parque San Telmo hasta la Playa de la Laja-.

- El subsistema delimitado como SG-DEL A, recoge toda la superficie destinada principalmente a usos portuarios pero en la cual se pretende incorporar otros usos que permitan crear un nuevo tipo de relación puerto-ciudad. Se propone, de acuerdo con el Plan Insular extender, sobre parte del actual recinto portuario, usos urbanos centrales, de actividad económica, manteniendo funciones portuarias compatibles con actividades urbanas de centralidad, y dotación de espacios multifuncionales que integren usos culturales, recreativos, deportivos y comerciales.
- Planes Especiales delimitados dentro de la Zona de Servicio del Puerto.
- El subsistema SG-DEL B, se delimita con el objeto de configurar el espacio público costero en el litoral naciente, previendo y definiendo acciones que se requieren para producir un nuevo equilibrio entre la ciudad y la costa.

Independientemente de los límites establecidos que determinan el área del Sistema General DEL, interiormente se podrán tramitar y aprobar de forma autónoma, diferentes Planes Especiales con el fin de aglizar la tramitación y desarrollo de los mismos en la forma que establece el RDL 2/2011 de 5 de septiembre de TR de la Ley de Puertos del Estado y Marina Mercante.

En el ámbito exterior de la zona de servicio del puerto, los Planes de Desarrollo que se redacten con objeto de la ordenación del Sistema General, tendrán en cuenta lo dispuesto en la Ley 22/1998 de Costas y su Reglamento General, Real Decreto 1471/89 y el Real Decreto 1112/92, en especial, lo relativo a servidumbres de tránsito y acceso al mar, paseos marítimos, colectores y depuradoras de aguas residuales, según los artículos 24, 25, 27, 28 y 44.

**DETERMINACIONES AMBIENTALES**

Los Planes Especiales deberán integrar una actuación urbana que propicie su mejora ambiental como Eje Verde Estructurante, en especial en el borde marítimo de Vegueta, la Base Naval, el frente urbano de la Base Naval-Mercado del Puerto y el Muelle de Santa Catalina, de acuerdo a los criterios que al respecto de esta figura estructurante se regula en el PLOGC y sin perjuicio de su compatibilidad con el marco competencial en el ámbito portuario, Base Naval y Autovía GC-01.



ÁREAS DIFERENCIADAS		SG-DEL A
Denominación: "SISTEMA GENERAL DE DOTACIONES DEL ESPACIO LITORAL"		hoja 3 de 7
DETERMINACIONES PARA LA GESTIÓN		
Titularidad del suelo:		
Obtención: *		
Organismo/s actuante/s:		
DETERMINACIONES DE ORDENACIÓN		
Edificabilidad máxima:	Ocupación máxima:	Altura máxima:
Superficie del área ordenada: 819.496 m <sup>2</sup>	Superficie de Espacios Libres:	
Calificación: Dotacional	Superficie Dotaciones:	
Instrumento de ejecución:	Superficie Viario:	
Uso principal: Servicios Públicos, Sevicios Portuarios		
Usos Compatibles: Administración Pública, Espacio Libre		
ORDENACIÓN PORMENORIZADA	DETERMINACIONES ESPECÍFICAS	
	<p>En tanto en cuanto se redacten los Planes Especiales que ordenen el Sistema General se mantienen para la Dársena de embarcaciones menores del Puerto de La Luz y de Las Palmas los parámetros de ordenación transcritos en la hoja anexa de determinaciones específicas, excepto:</p> <p>El vial entre la Avenida Marítima y el Muelle de Pantalanes aumenta su ancho en 5,50 m. Hasta alcanzar una sección de 26 m.</p> <p>La parcela 6 modifica su contorno, adaptándose al trazado actual de los viales.</p> <p>La parcela 11 modifica su uso, pasando de comercial a Servicio Público-Comercial, para la localización de un edificio de usos portuarios.</p> <p>En la parcela 4 se permitirá además del uso de Vela Ligera el uso Comercial manteniendo lo parámetros urbanísticos establecidos.</p> <p>La parcela 5 se segrega resultando una nueva parcela (V-5.1) cuyo uso será el de Vela Latina.</p> <p>Estos dos últimos puntos son resultado de la Modificación Puntual del Plan Especial aprobado por la CUMAC el 30 de julio de 1998.</p> <p>En la hoja anexa se establecen, por tramos, una serie de determinaciones a la futura ordenación del área.</p>	
OBSERVACIONES		
<p>Las determinaciones específicas contempladas en esta ficha habrán de entenderse sin perjuicio de la aplicación de la normativa sectorial. Los terrenos emergidos en la Zona de Servicios del Puerto, producto de rellenos y obras de infraestructuras previstos en el Plan Director de Infraestructuras, adquirirán, en el momento de su finalización, los usos y determinaciones de los terrenos colindantes con igual destino, salvo que se indicara de forma contraria en el Plan Especial.</p> <p>* Según artículo 137 del TR-LOTENC y artículo 141 del Reglamento de Gestión y Ejecución, Decreto 183/2004.</p>		

Este documento ha sido diligenciado mediante firma electrónica de la secretaría general del Pleno del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria



ADAPTACIÓN PLENA AL TR-LOTENC Y LAS DIRECTRICES DE ORDENACIÓN (Ley 19/2003)  
Documento que integra el aprobado provisionalmente por acuerdo del Pleno de 23 de marzo de 2011, con el de 13 de septiembre de 2012, y con el adoptado el 8 de noviembre de 2012, por el que se acuerda la subsanación de los condicionantes de la publicación del acuerdo de la COTMAC de 29 de octubre de 2012, de aprobación definitiva de la Adaptación Plena del PGO de Las Palmas de Gran Canaria.

HOJA 196 de 260

■ P.G.O. de Las Palmas de Gran Canaria ■ Adaptación Plena al TR-LOTENC y las Directrices de Ordenación (Ley 19/2003) ■ Octubre de 2012 ■

Anexo a las Normas Urbanísticas | Sistemas Generales

FICHA URBANÍSTICA			
Adecuación a la Normativa Urbanística:			
Ordenanza zonal	Planeamiento		Proyecto
	Referencia al	Parámetro / Valor	Parámetro / Valor
⇒ SG-DEL	⇒ PGM0 de Las Palmas de Gran Canaria. Plano de Regulación del Suelo y la Edificación. Plano RS 10-Q	Cumple	

Aspectos urbanísticos singulares del proyecto:

Norma urbanística para: SISTEMA GENERAL DE DOTACIONES SUPRAMUNICIPALES: "SISTEMA GENERAL DE DOTACIONES DEL ESPACIO LITORAL"

⇒ Área diferenciada SG-DEL A (del Castillo de La Luz hasta el Parque San Telmo)			
	Planeamiento		Proyecto
	Referencia al	Parámetro	Parámetro / Valor

Directrices de la ordenación	Hoja 2 de 7		El área del proyecto está afectada por los Planes Especiales delimitados dentro de la Zona de Servicio del Puerto.
------------------------------	-------------	--	--

Determinaciones ambientales	Hoja 2 de 7	Los Planes Especiales deberán integrar una actuación urbana que propicie su mejora ambiental como Eje Verde Estructurante; en especial en el borde marítimo de Vegueta, la Base Naval, el frente urbano de la Base Naval-Mercado del Puerto y el Muelle de Santa Catalina, de acuerdo a los criterios que al respecto de esta figura estructurante se regula en el PIOGC y sin perjuicio de su compatibilidad con el marco competencial en el ámbito portuario, Base Naval y Autovía GC-01	Cumple
Determinaciones de ordenación	Hoja 3 de 7	Calificación: Dotacional Uso principal: Servicios Públicos, Servicios Portuarios Usos compatibles: Administración Pública, Espacio Libre.	Cumple



## 6 REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Foto 1



Vista hacia Calle General Balmes. A la derecha se ubica la Grúa Titán, dentro del parterre ajardinado existente.

Foto 2



Paseo hacia el sur, al final del mismo se localiza la Base Naval, así como la finalización del trazado del presente proyecto.

ANEJO 1.2.1.- ESTADO ACTUAL

AUTORES:  
PEDRO ROMERA GARCÍA  
DR.ARQUITECTO

Foto 3



Paseo hacia el sur, se aprecia la doble altura del paseo. El paseo que se encuentra a la cota inferior es inaccesible para viandantes. Se aprecian dos arquetas, una de alcantarillado y otra de telefonía.

Foto 4



Vista hacia el Norte, al fondo se aprecia la Marquesina, así como el Centro Comercial El Muelle y el Muelle Santa Catalina.



Foto 5



Paseo hacia la Base Naval, queda reflejado el paseo inaccesible a menor cota, a una cota superior discurre el paseo actual por el que discurren peatones y bicicletas y a la derecha, a una cota superior a las dos anteriores la Calle General Balmes.

Foto 6

Vista panorámica, barrido desde el Centro Comercial El Muelle hasta la Base Naval.



Foto 7



Vista del paseo de cota inferior.

Foto 8



Vista del paseo de la cota intermedia, se aprecian las arquetas de pluviales a la izquierda del paseo.



Foto 9



Encuentro del paseo con la Base Naval.

Foto 10



Encuentro del paseo con la Base Naval II.

Foto 11



Desarrollo del carril bici y conexión con el paseo. A la izquierda la Base Naval y a la derecha Calle General Balmes.

Foto 12



Vista desde el carril bici quedeseembarca en el paseo.



**Foto 13**



Encuentro del paseo marítimo actual con la Base Naval.

**Foto 14**



Vista desde la Base Naval hacia el norte. Al fondo queda el Intercambiador de Santa Catalina, el Muelle de Santa Catalina y el Centro Comercial El Muelle.

**Foto 15**



Vista desde la Base Naval hacia el norte. Se aprecia las acometidas para la recogida de pluviales, al final de la rampa y a lo largo de todo el paseo en el lateral derecho de la foto.

**Foto 6**



Encuentro entre paseo superior con paseo inferior, este último actualmente inaccesible.

## 1.2.2. CARTOGRAFÍA

### **PROYECTO DE EJECUCIÓN FRENTE MARÍTIMO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA EN EL ÁMBITO DE LA BASE NAVAL Y EL MUELLE DE SANTA CATALINA**

(Fase III del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria)

PEDRO ROMERA GARCÍA  
DR. ARQUITECTO

ÁNGELA RUIZ MARTÍNEZ  
DRA. ARQUITECTA



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



Fundación Parque Científico Tecnológico  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria



## ANEJO 1.2.2 CARTOGRAFÍA

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. LÍMITES y superficie.....	2
3. Cartografía.....	3

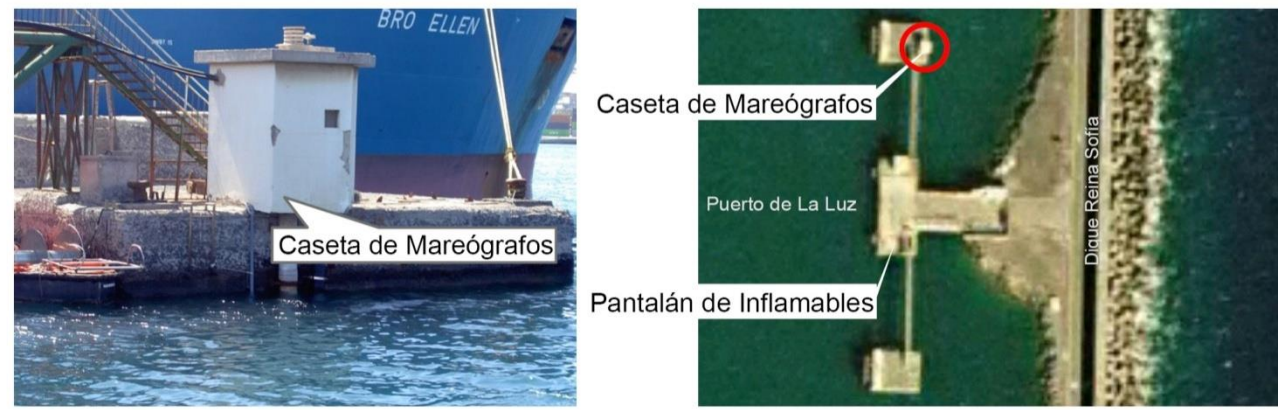


## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describe la cartografía utilizada como base para los planos, la cual de un híbrido compuesto por la última cartografía disponible de GRAFCAN a escala 1:1.000 y la batimetría del Puerto de Las Palmas. Dada la elaboración de este híbrido y la consecuente coexistencia de dos ceros cartográficos diferentes, el presente proyecto se desarrolla con el cero marítimo del Puerto de Las Palmas. La cota 0,00 corresponde a la Bajamar Máxima Viva Equinoccial.

### NIVEL DE REFERENCIA DEL ESTUDIO

Cotas referidas al Clavo NGU 340 con valor +4,295 m. sobre la Baja Mar Viva Equinoccial (B.M.V.E.) situado en el interior de la caseta que se muestra abajo sobre el pantalán de inflamables del Dique Reina Sofía en el Puerto de la Luz y Las Palmas de Gran Canaria. Para obtener las cotas referidas a la Nivelación Ortométrica (I.G.N.) restar 1,56 metros a las representadas en el Plano.



## 2. LÍMITES Y SUPERFICIE

A continuación se procede a describir los límites para cada uno de ellos, destacando que en ambos casos las obras se proyectan dentro del término municipal de Las Palmas de Gran Canaria, en la isla de Gran Canaria.

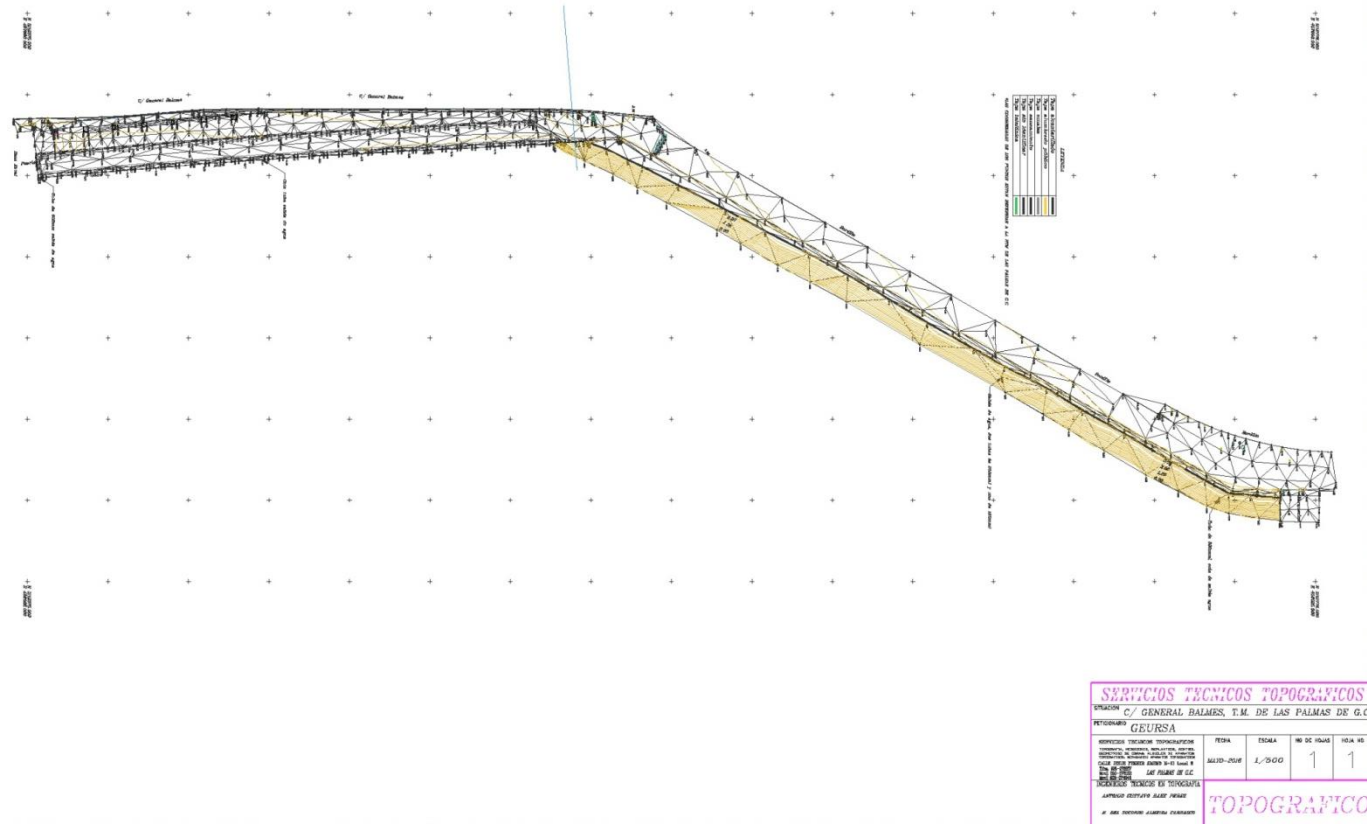


- **NORTE:** Marquesina próxima al Muelle de Santa Catalina
- **SUR:** Base Naval de Las Palmas de Gran Canaria
- **ESTE:** Dársena Santa Catalina
- **OESTE:** Plaza de Canarias / Intercambiador de Santa Catalina / Grúa Titán

### 3. CARTOGRAFÍA

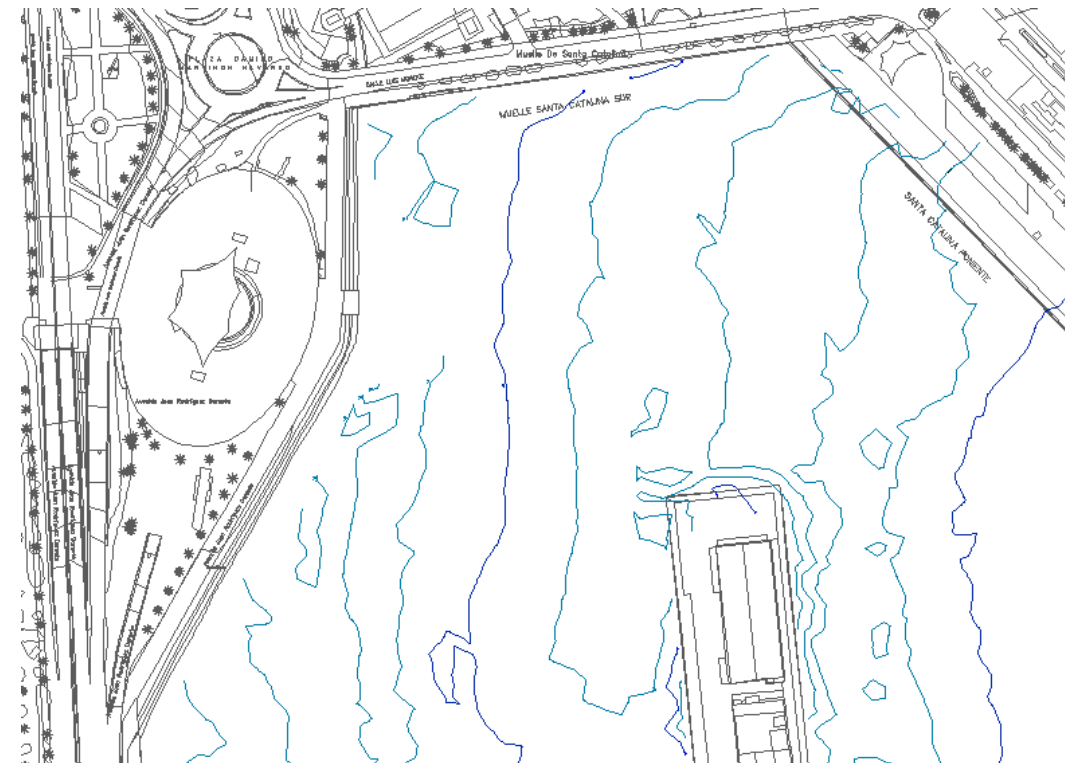
#### Cartografía

Para el presente proyecto se ha empleado un plano topográfico realizado por Servicios Técnicos Topográficos, realizado a escala 1/500, el cual cuenta con curvas de nivel cada 50 cm y la cual detalla los elementos singulares del entorno:



#### Batimetría

A continuación se presenta la batimetría empleada que es la última disponible por parte de la Autoridad Portuaria para el ámbito de actuación, la cual también cuenta con curvas de nivel cada metro. Se ha procedido a incluir en la imagen siguiente la cartografía 1:1000 para poder referenciar con la batimetría con el ámbito del proyecto:



En el plano 2.2 de Estado Actual se incluyen los planos híbridos de la cartografía empleada para elaborar el presente proyecto.

### 1.2.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## PROYECTO DE EJECUCIÓN FRENTE MARÍTIMO DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA EN EL ÁMBITO DE LA BASE NAVAL Y EL MUELLE DE SANTA CATALINA

(Fase III del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria)

PEDRO ROMERA GARCÍA  
DR. ARQUITECTO

ÁNGELA RUIZ MARTÍNEZ  
DRA. ARQUITECTA



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



Fundación Parque Científico Tecnológico  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria





## **ANEJO 1.2.3.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

### INDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Geología.....</b>	<b>2</b>
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.2.- SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....	2
2.3.- Estratigrafía.....	2
2.3.1.- Ciclos volcánicos y episodios sedimentarios.....	2
2.3.2.- Ciclo post roque nublo.....	3
2.3.3.- Ciclo reciente.....	3
2.4.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	3
2.4.1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.4.2.- MATERIALES SEDIMENTARIOS DEL PLEISTOCENOS Y HOLOCENOS.....	3
<b>3. GEOTECNIA.....</b>	<b>14</b>
3.1.- Introducción. Descripción de la geotécnica.....	14
<b>4. Conclusiones.....</b>	<b>15</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.

El objeto de este anejo es conocer la geología y geotecnia, de la zona donde se ubica la actuación del “Proyecto de ejecución Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria en el ámbito de la Base Naval y el Muelle de Santa Catalina” (Fase III del Frente Marítimo de Las Palmas de Gran Canaria).

Con el mismo se pretende un doble objetivo; por un lado se trata de describir y caracterizar el suelo de la zona de actuación y en el cual se van a desarrollar los trabajos recogidos en este proyecto; y por otro lado se persiguen determinar las características principales del suelo como soporte de la obra y predecir el futuro comportamiento ante las solicitaciones a las que se someterá el terreno con la obra proyectada.

Para la consecución de estos objetivos, se desarrolla primero un estudio geológico de la zona, a modo orientativo, incluyendo estratigrafía, estudio de materiales, tectónica, geomorfología, etc., usando como base de información la Hoja nº 1101-I-II (Las Palmas de Gran Canaria) del Mapa Geológico de España a escala 1:25.000, del Instituto Geológico y Minero de España, en adelante IGME.

## 2. GEOLOGÍA.

### 2.1.- INTRODUCCIÓN.

La isla de Gran Canaria, con una superficie de forma casi circular, posee una superficie de aproximadamente 1.560 km<sup>2</sup>, siendo la tercera isla del archipiélago en extensión, al igual que en altura, con 1.949 m en la Pico de la Nieves.

Dentro de la isla se localizan tres grandes formaciones geológicas singulares que son: el Pico de las Nieves, el Roque Nublo y le Roque Bentayga.

El pico de Las Nieves se localiza como el macizo montañoso central de la isla.

Dentro de la isla se distinguen dos grandes formaciones geológicas que son:

- Neocanaria, que es la correspondiente a la parte noroeste de la isla. Esta formación es la más reciente de la isla con terrenos sedimentarios y de formación submarina. En la misma se localizan, de forma generalizada, terrazas y algunos conos volcánicos, así como calderas de erosión. También se localizan algunos llanos, sobre todo en la parte cercana a la costa.

En la zona de Las Palmas, en el extremo noroeste se localiza la península de La Isleta, unida

a la isla por formación de las playas de Las Canteras y de Las Alcaravaneras.

- Tamarán (suroeste): es la parte de la isla más antigua y también la más abrupta. A esta zona pertenece el centro de la isla. Dentro de la misma destaca en macizo de Tamadaba.

La formación geológica Neocanaria, corresponde al Tercer Ciclo (Post Roque Nublo, Ciclo Reciente), que va desde el 2,8 m.a. hasta el S. XI a.c., de la construcción volcánica de la isla. En esta fase la actividad volcánica se desplaza al Noroeste y es cuando se produce la aparición de La Isleta y por tanto se genera la zona conocida con El Istmo.

### 2.2.- SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS.

En la zona de Las Palmas se encuentran representados en mayor o menor medida todos los ciclos volcánicos de la isla, aunque gran parte de la zona presenta materiales sedimentarios imbricados en la secuencia volcánica y que forma parte de la formación volcánica de La Palmas o “Terraza de Las Palmas”.

Este importante depósito sedimentario, además de contrastar enormemente con el resto de la constitución geológica de la isla, es el único y más importante del archipiélago, tanto por su extensión como por su naturaleza.

La costa tiene una morfología variable a lo largo de su recorrido, pues mientras en el norte es recortada y bastante acantilada en el este es baja y nada accidentada, aunque cabe destacar que en el este se ha visto modificada por la construcción del puerto de Las Palmas y de La Luz y el de la propia ciudad.

El perímetro casi circular de la isla de Gran Canaria se ve interrumpido por un estrecho istmo arenoso que une la isla con La Isleta. Es precisamente a ambos lados de este istmo donde se localizan las dos playas de arena blanca más importantes del norte de la isla.

### 2.3.- ESTRATIGRAFÍA.

#### 2.3.1.- CICLOS VOLCÁNICOS Y EPISODIOS SEDIMENTARIOS.

En la zona de Las Palmas están representados en mayor o menor medida todos los ciclos volcánicos, y el episodio sedimentario más importante de la isla: la “Formación Detrítica de Las Palmas”, en adelante FDP. Se entiende por la FDP el conjunto de depósitos sedimentarios que se encuentran situados estratigráficamente entre los materiales volcánicos fonolíticos y las coladas post Roque Nublo. Esta formación se ha subdividido en tres tramos: inferior, medio y superior.

Se ha podido determinar que el miembro inferior es de edad Miocena superior, mientras que el miembro medio y superior tienen una edad del Plioceno y se asignan por tanto al ciclo Roque Nublo. La agrupación de los tres miembros en una sola formación geológica, a pesar de tener edades diferentes y existir un importante episodio erosivo entre el miembro inferior y medio, es debido a la superposición continua en el espacio, y a encontrarse en un mismo área, Las Palmas.

Durante el Plioceno se emite todo el Ciclo Roque Nublo con una gran variedad de facies volcánicas, sedimentarias y volcans sedimentarias. El ciclo comienza en el Plioceno inferior con la sedimentación marina de arenas y conglomerados, correspondientes al miembro medio de la FDP, niveles equivalentes a la parte baja de formación de Las Palmas. Sobre él se extiende el primer episodio volcánico del ciclo, representado por coladas pahoehoe que, en contacto con el mar, desarrollan estructuras de "pillow-lavas". La parte final del ciclo se completa con un importante volumen de depósitos volcans-sedimentarios que, extendiéndose en abanico, cubren todo los materiales anteriores. Dentro del conjunto del depósito se producen frecuentes imbricaciones de facies, alternando entre sí, que dan posiciones cambiantes para cada una de ellas aunque, globalmente, parece que las facies más sedimentarias se van acumulando en el techo del paquete.

El Ciclo Reciente se ha individualizado del Ciclo Post Roque Nublo siguiendo criterios de conservación de edificios y sucesión estratigráfica relativos. Su emisión corresponde a los tiempos de pleistoceno medio y superior, estando la mayoría de los edificios surgidos, en el dominio de La Isleta.

De todo ello se extrae que la zona de estudio, está enmarcada en el Ciclo Reciente, ya que la zona posee materiales de sedimentación.

### 2.3.2.- CICLO POST ROQUE NUBLO.

Se incluyen bajo esta denominación a todos los materiales volcánicos, en general básicos, ya sean lávicos o piroclásticos, que sucedieron en el tiempo de las emisiones del Ciclo Roque Nublo y cuya emisión comenzó a partir de los 2,8 m.am. Se excluyen de él, las emisiones más modernas de la isla, las cuales se agrupan en el Ciclo Reciente.

El ciclo se ha dividido en tres tramos: inferior, medio y superior.

### 2.3.3.- CICLO RECIENTE.

Corresponde al periodo más joven de la historia geológica de Gran Canaria, durante el cual han tenido lugar numerosas erupciones volcánicas.

Se ha subdividido el ciclo a su vez en dos tramos: inferior y superior.

El tramo superior aparece representado por la alineación de volcanes recientes de La Isleta, como es el caso de la alineación volcánica del Vigía. Bajo este epígrafe se engloba un conjunto de al menos seis edificios alineados en dirección SO-NE, que se localizan en la mitad oriental de La Isleta. Dentro de esta zona se localizan las calcarenitas de la barra de Las Canteras y las lavas basaníticas del edificio del Vigía.

## 2.4.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.

### 2.4.1.- INTRODUCCIÓN.

La geología en la zona de estudio es complicada, respondiendo a patrones típicos de áreas volcánicas con intercalaciones sedimentarias, así como zonas de rellenos. La variabilidad en la naturaleza y en la disposición de los materiales condiciona claramente tanto la circulación como la química de las aguas subterráneas.

La zona de actuación está compuesta principalmente por materiales de relleno ya que el lugar donde se ubican las obras proyectadas lindan con terreno propio de la isla y terreno de rellenos.

A continuación se enumeran las principales características de las diferentes unidades litoestratigráficas, atendiendo especialmente a sus particularidades texturales y mineralógicas, y tomando como base las descripciones realizadas en los mapas geológicos del ITGE. Posteriormente, se estudia la situación espacial de las mismas, tanto en superficie como en profundidad.

### 2.4.2.- MATERIALES SEDIMENTARIOS DEL PLEISTOCENOS Y HOLOCENOS.

#### 2.4.2.1.- TERRENO ORIGINAL DE LA ZONA.

El terreno originario de la isla en la extensión de la actuación del presente proyecto estaba compuesto por:

**Lavas basálticas y basanítico-nefeliníticas:** materiales pertenecientes al Ciclo Post Roque Nublo del tramo inferior y son coladas masivas de hasta 2-3 m de espesor individual con una fuerte disyunción columnar.

Las coladas que han formado estos materiales son de composición basanítica y en muestra son rocas de color negruzco y de matriz afanítica, en la que destacan fenocristales de olivino, a menudo enrojecidos por la alteración a iddingsita. Son muy homogéneos texturalmente.

El espesor de conjunto es variable según sectores, alcanzando valores de entre 15-20 m o hasta 100-150 m.

**Calcarenitas de la barra de Las Canteras:** materiales pertenecientes al Ciclo reciente en su tramo superior y son: depósitos con algas calcáreas (P. del Confital, La Isleta); depósitos arenosos con Strombus (terrazza baja de Las Palmas). Este tipo de depósitos son denominados también como “Rosa Jandiense” o “Terraza baja de Las Palmas” (localizada, en este caso entre el Istmo de Guanarteme y la zona sur de la ciudad). Se encuentran a 7-10 m sobre el nivel del mar en Las Palmas.

Formación detrítica de Las Palmas “Terraza baja de Las Palmas”: la formación Detrítica de Las Palmas está constituida por un conjunto de depósitos sedimentarios y volcanoclásticos (con alguna intercalación de lavas básicas) que se encuentran en el N y NE de la isla, cuyo depósito se produjo desde finales de la formación fonolítica (Ciclo I) hasta el final del Ciclo II. Corresponde con lo que tradicionalmente se ha denominado como Terraza de Las Palmas.

En base al estudio sedimentológico de los afloramientos situados al NE de la isla, los expertos han diferenciado tres Miembros Sedimentarios (o tres etapas de sedimentación) y se ha establecido un esquema de evolución sedimentológica.

El *Miembro inferior* está compuesto mayoritariamente por conglomerados de cantos fonolíticos bien redondeados, con matriz areno-limosa, que se disponen según secuencias granodecrescentes con bases erosivas, depositados en ambientes aluviales altamente energéticos.

En la base, los materiales sedimentarios pueden tener intercalaciones de tobas y coladas fonolíticas de la Formación Fonolítica infrayacente, evidenciando que las emisiones fonolíticas continuaban durante la formación de estos depósitos sedimentarios. A techo presenta un nivel de cantos con una fuerte coloración rojizo-anaranjada (nivel rubefacto o almagre), que indica un alto hiato en la sedimentación entre los materiales y los del miembro medio.

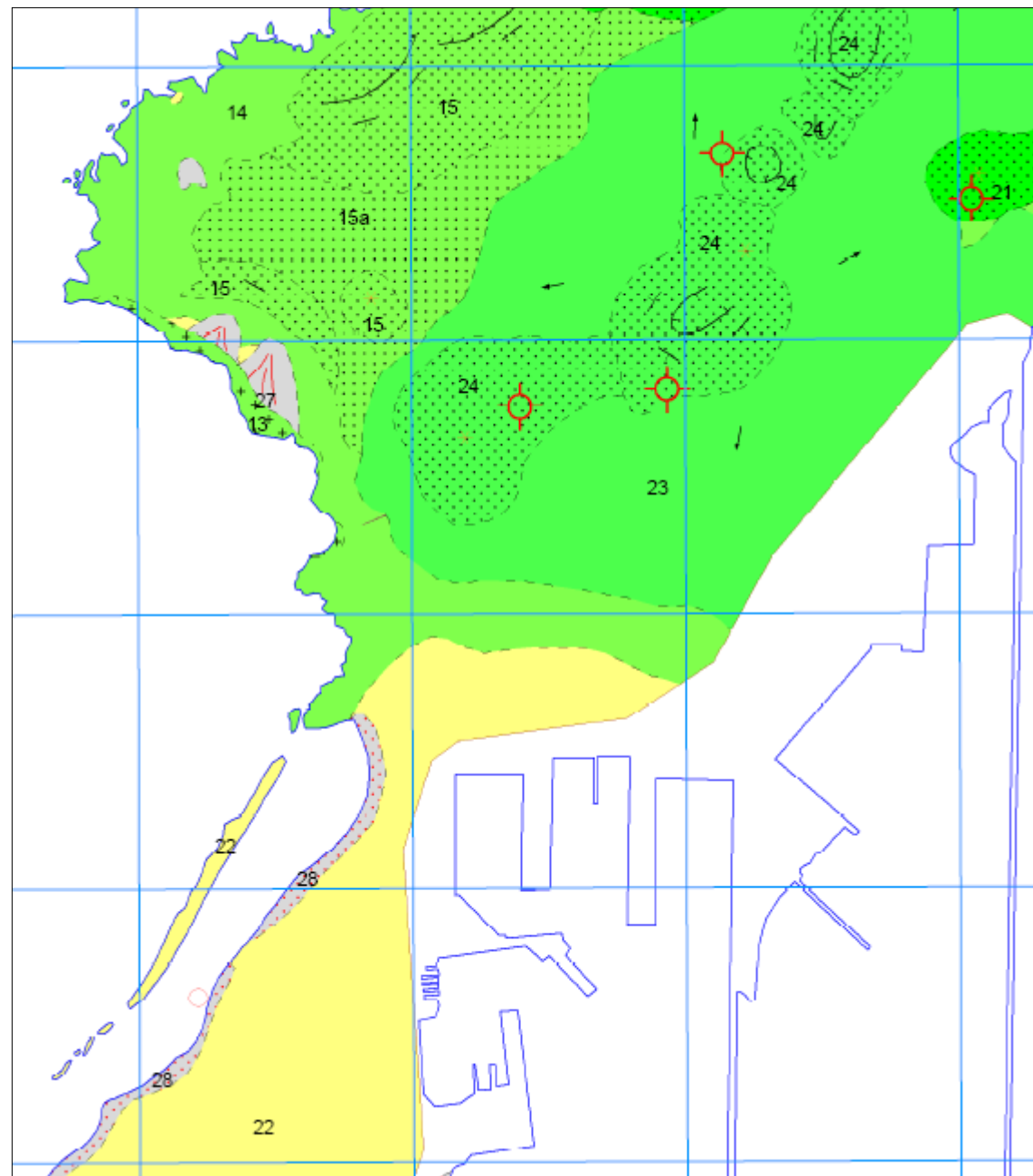
En concordancia cartográfica sobre el Miembro Inferior, y con la base marcada por la presencia de un nivel fosilífero de moluscos y algas calcáreas, el *Miembro Medio* está constituido por materiales detríticos finos intercalados localmente con depósitos piroclásticos y lávicos pertenecientes al Grupo Roque Nublo. Las lavas, de origen subaereo con morfologías tipo “pahoehoe”, pasan gradualmente a exhibir estructuras almohadilladas (pillow-lavas) rodeadas por brechas hialoclastíticas, típicas de un ambiente submarino.

El *Miembro Superior* se individualiza del miembro anterior en base al paso que existe entre las condiciones claramente marinas del final del primero y las continentales del segundo.

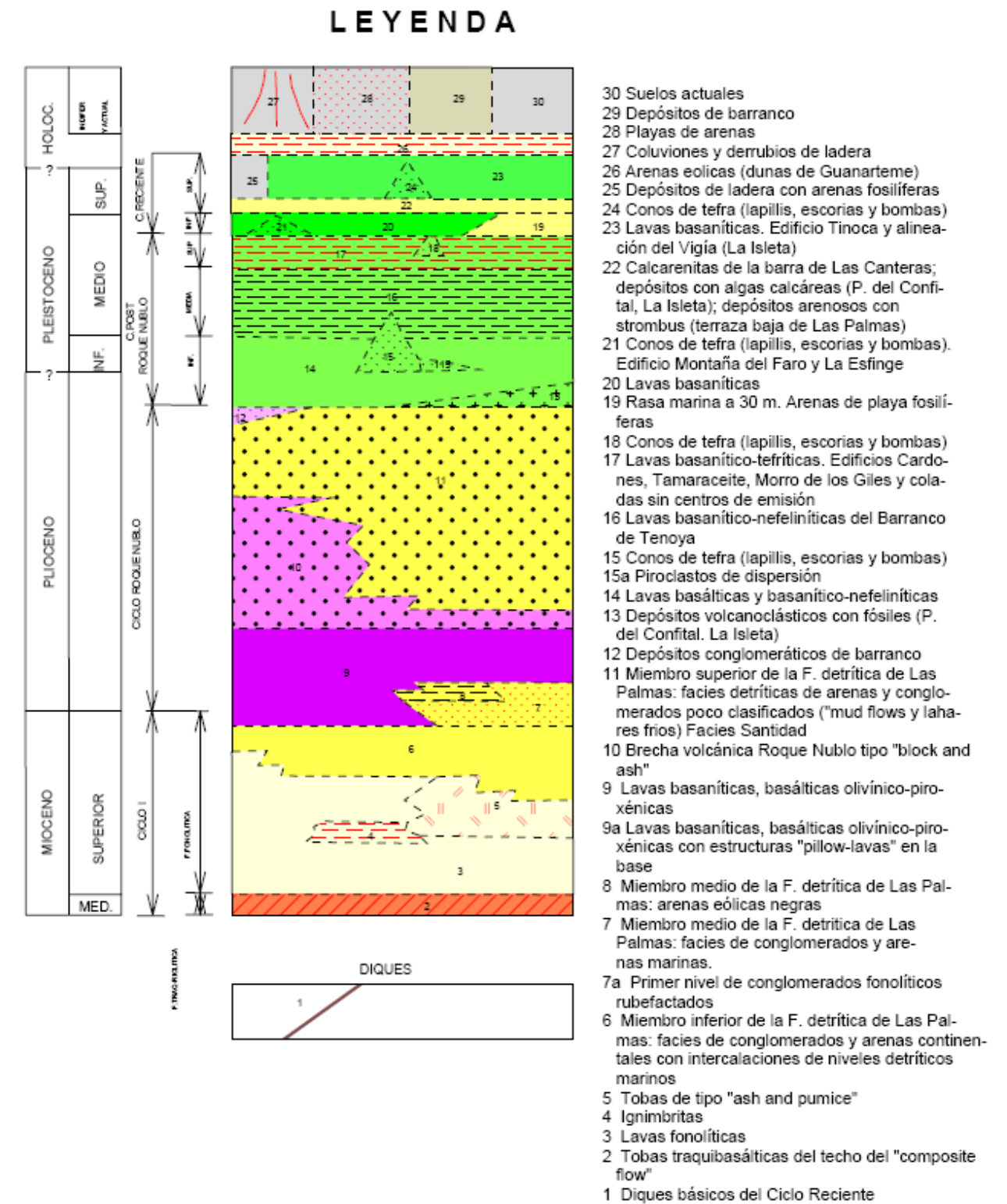
Engloba materiales detríticos (conglomerados polimícticos con matriz arenosa-limosa y cinética) y volcanoclásticos (brechas volcánicas y alhares del Ciclo Roque Nublo).

**Lavas basaníticas. Edificio Tinoca y alineación del Vigía (La Isleta):** materiales pertenecientes al Ciclo reciente en su tramo superior y son coladas de tipo “aa” (malpaíses) de hasta 5-13 km de recorrido y espesores variables según sectores (2-3 m, 7-8 m, 4-12 m). En sección presenta disyunción columnar no siempre patente o, a veces, disyunción esferoidal. Son rocas oscuras muy negras, bastante afaníticas y con numeroso cristalinis de olivino fresco de color amarillentos y de haüyna.





Mapa geológico del IGME, hoja 1.101-I-II, denominada Las Palmas de Gran Canaria a escala original de 1:25.000. Parte de la zona del Istmo y parte baja de La Isleta. Fuente: IGME.



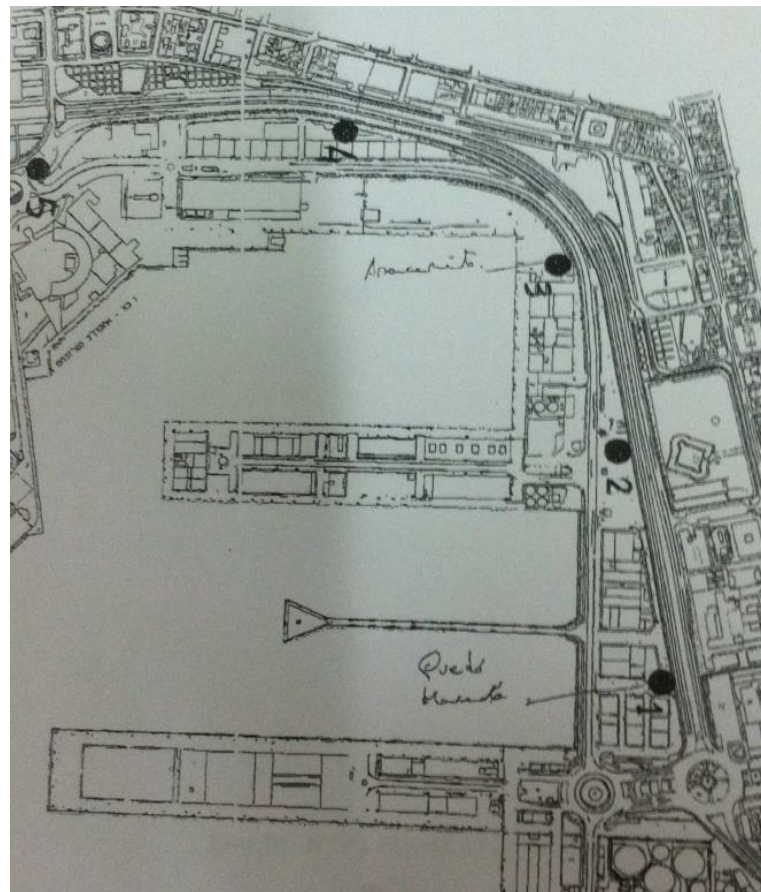
Leyenda del mapa geológico del IGME, hoja 1.101-I-II, denominado Las Palmas de Gran Canaria. Fuente IGME.

#### 2.4.2.2.- TERRENO DE RELLENOS.

El terreno de rellenos del puerto y de la avenida marítima está compuesto por:

**Depósitos antrópicos:** depósitos de naturaleza y granulometría diversos, preferentemente diferenciados cartográficamente en la mitad oriental de la isla que corresponde con Las Palmas de Gran Canaria. Estos rellenos se producen debido a la necesidad de aumentar en la zona del Istmo así como de la necesidad de ampliar la plataforma portuaria para incrementar la actividad del puerto y por tanto de la ciudad.

En presente apartado se desarrolla a partir de un estudio realizado por la empresa ICINCO, en diciembre de 2004, por petición de la Autoridad portuaria de Las Palmas de Gran Canaria a la UTE ICINO-La ROCHE CONSULTORES, para el soterramiento de la Avenida Marítima de Las Palmas de Gran Canaria en el Tramo VII. En dicho estudio se realizaron 5 sondeos siendo el sondeo 5 el más cercano al ámbito de actuación que nos ocupa.



Ubicación de los sondeos del estudio realizado por la empresa ICINCO para la Autoridad Portuaria de Las Palmas, el 22 de septiembre de 2004.

El sondeo 5 se realizó el 29 de septiembre de 2004, mediante ensayos de penetración estándar (S.P.T.), con una profundidad máxima de 30 m, en la que se obtuvo el siguiente corte del terreno:

COTAS TOTALES (m)	CORTE GEOLÓGICO	NATURALEZA DEL TERRENO	COTAS PARCIALES (m)
0,15		Asfalto	0,15
1,95		Relleno de arcilla, limo, arena y cantos bástalo, picón	1,80
8,10		Arenas blancas, grano grueso a medio cantos de basalto y obsidiana picón	6,15
10,75		Arenas color marrón oscuro, cantos redondeados de basalto, fonolita, etc.	2,65
30,00		Cantos de piroclastos pumíticos, tobas, granos finos fonolíticos tamaño arena gruesa, matriz granulométrica arcillosa color beige alteraciones de áridos.	19,25

Corte geológico, SONDEO 5, en la zona del puerto de Las Palmas. Tabla de elaboración propia. Fuente: Informe de la empresa ICINCO, del 29 de septiembre de 2009, para la Autoridad Portuaria de Las Palmas.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La tabla no posee escala siendo los espesores de los sombreados orientativos y prevaleciendo los datos numéricos.



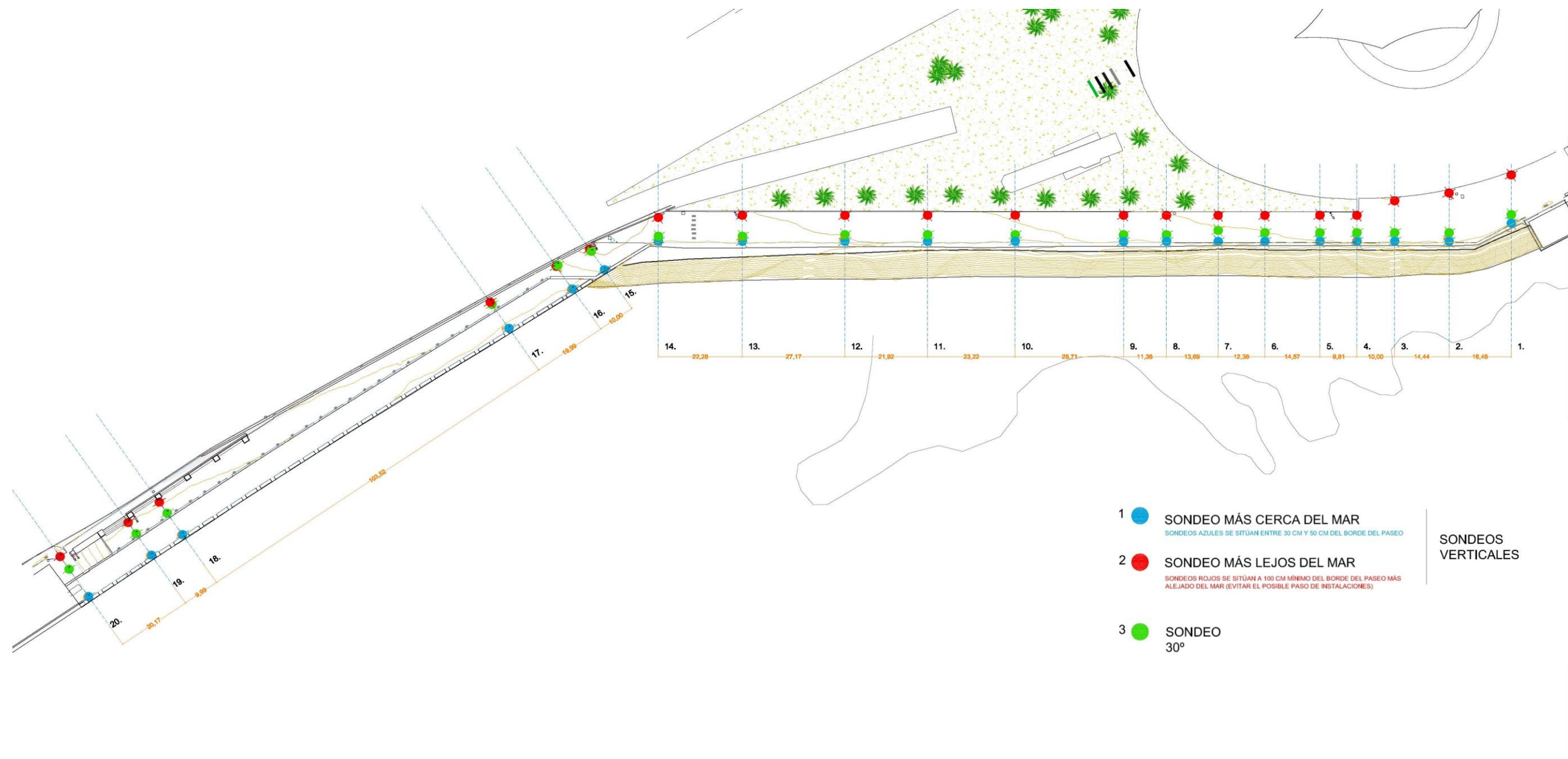
El presente estudio se realiza para conocer y aportar la información necesaria de las características del terreno sobre el que se pretenden cimentar las diferentes plataformas del Parque marítimo. De la misma forma se estudia la presencia de materiales expansivos, agresivos y de aguas subterráneas que pudieran dañar a la estructura y aconsejen, por tanto, adoptar medidas especiales. Por este motivo, se solicitó a GEURSA la realización de 40 sondeos mecánicos a rotación de 17,00 m y 20 sondeos mecánicos a rotación inclinados 30° y de 30,00m de profundidad en la zona para la elaboración del "Proyecto de ejecución de la fase III de un Parque Marítimo en el entorno de la Plaza

de Canarias y el Muelle de Santa Catalina".

#### 2.4.2.3.- SONDEOS.

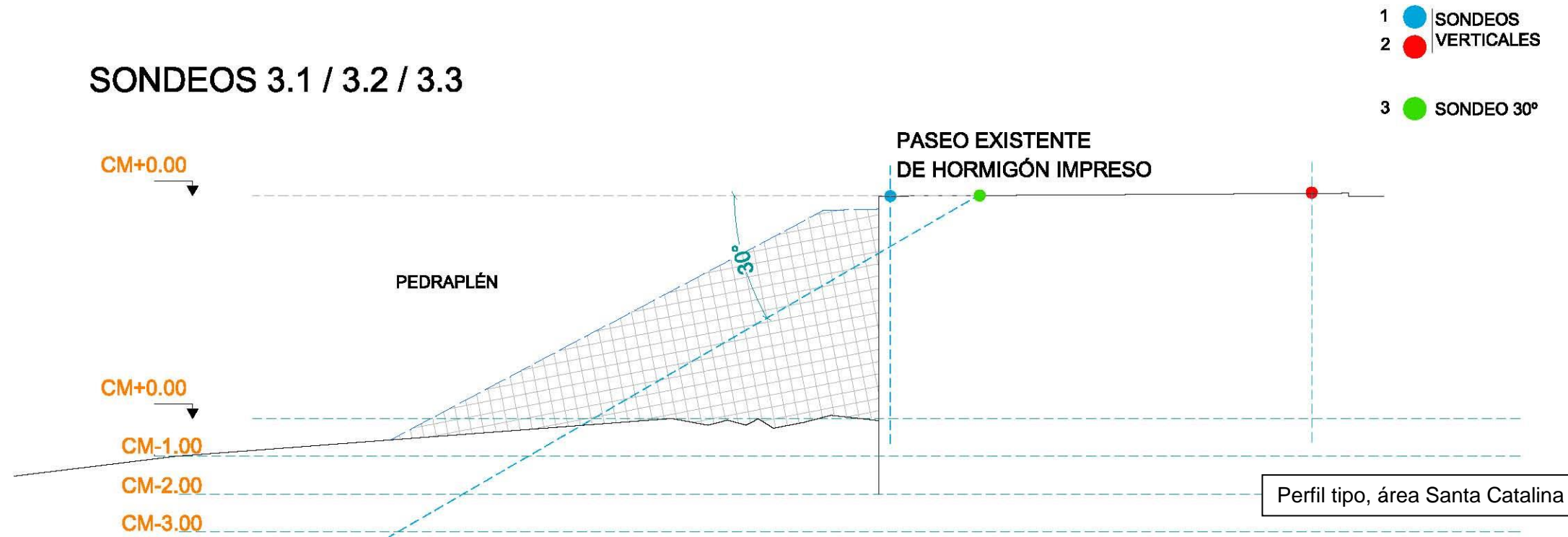
El ensayo elaborado por la empresa ESOCAN para GEURSA con objeto de obtener el resultado del terreno en los ensayos realizados fue el siguiente:

En los siguientes gráficos se indican los cortes geológicos y la naturaleza del terreno según la cota a la que se encuentran de cada uno de los sondeos. Ver plano y perfiles tipo.

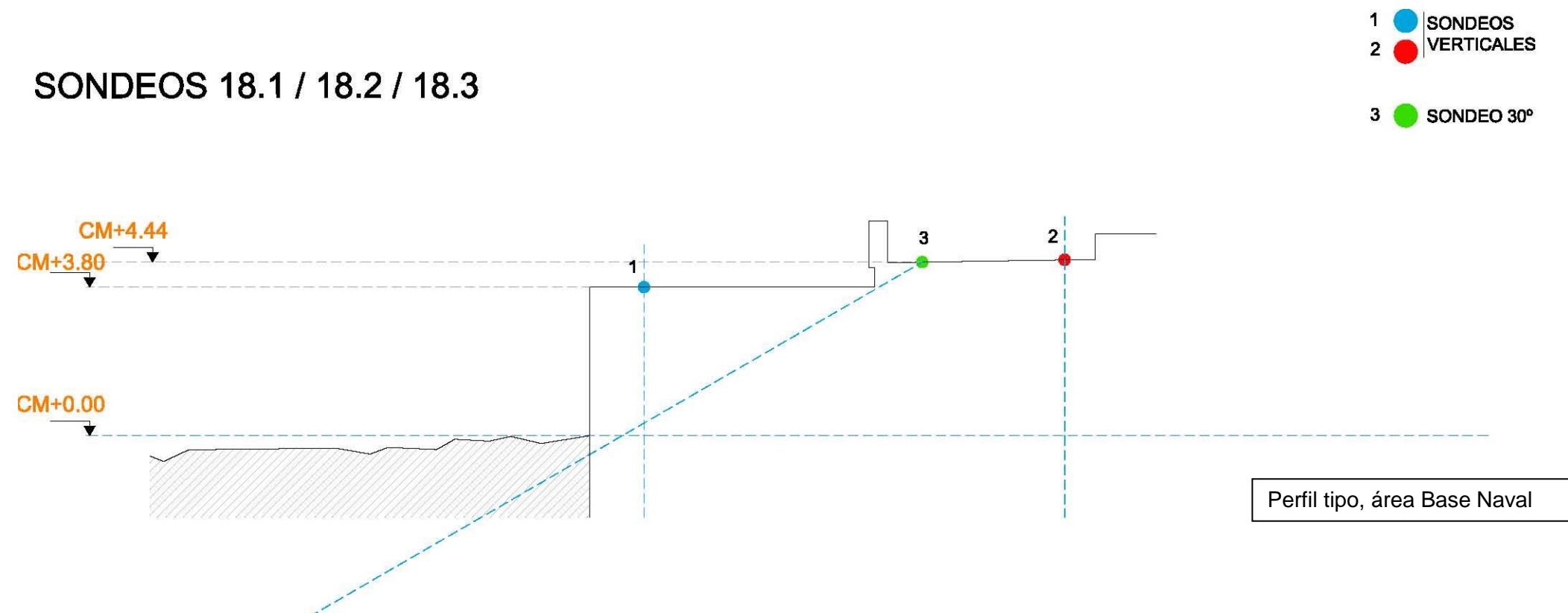


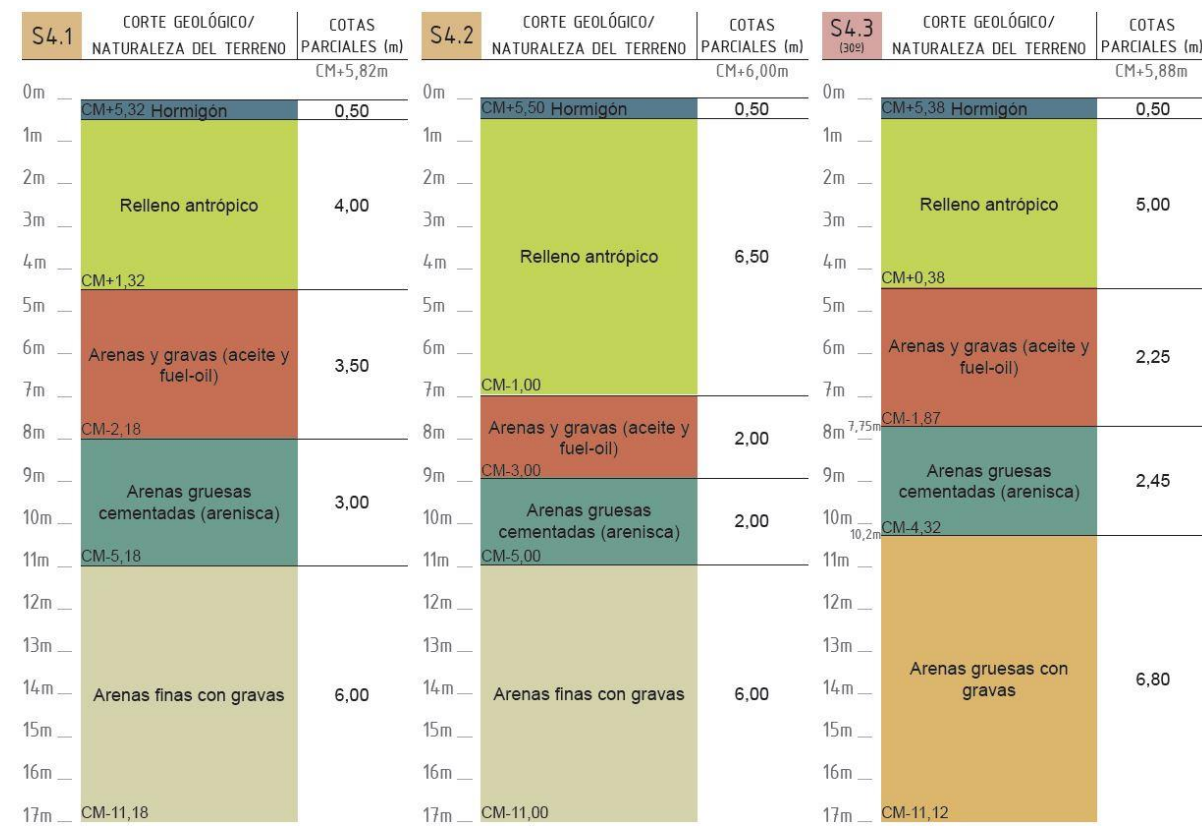
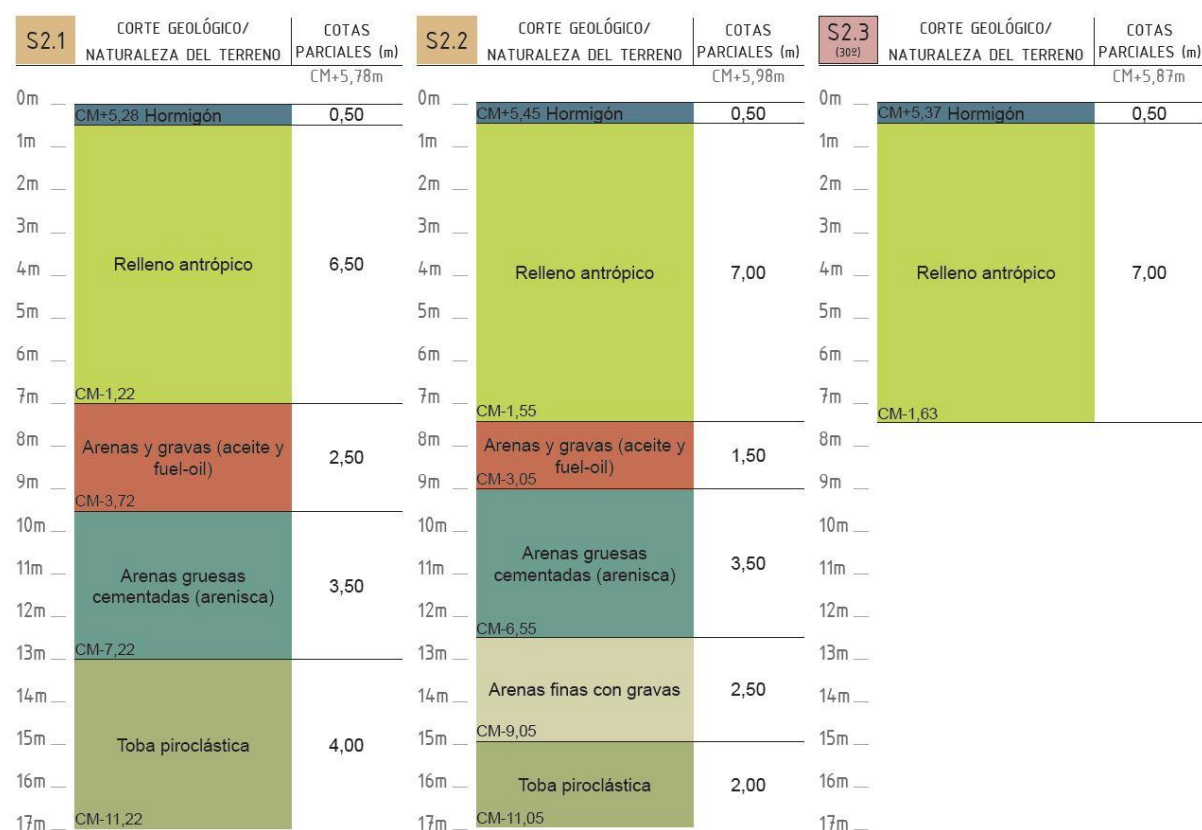
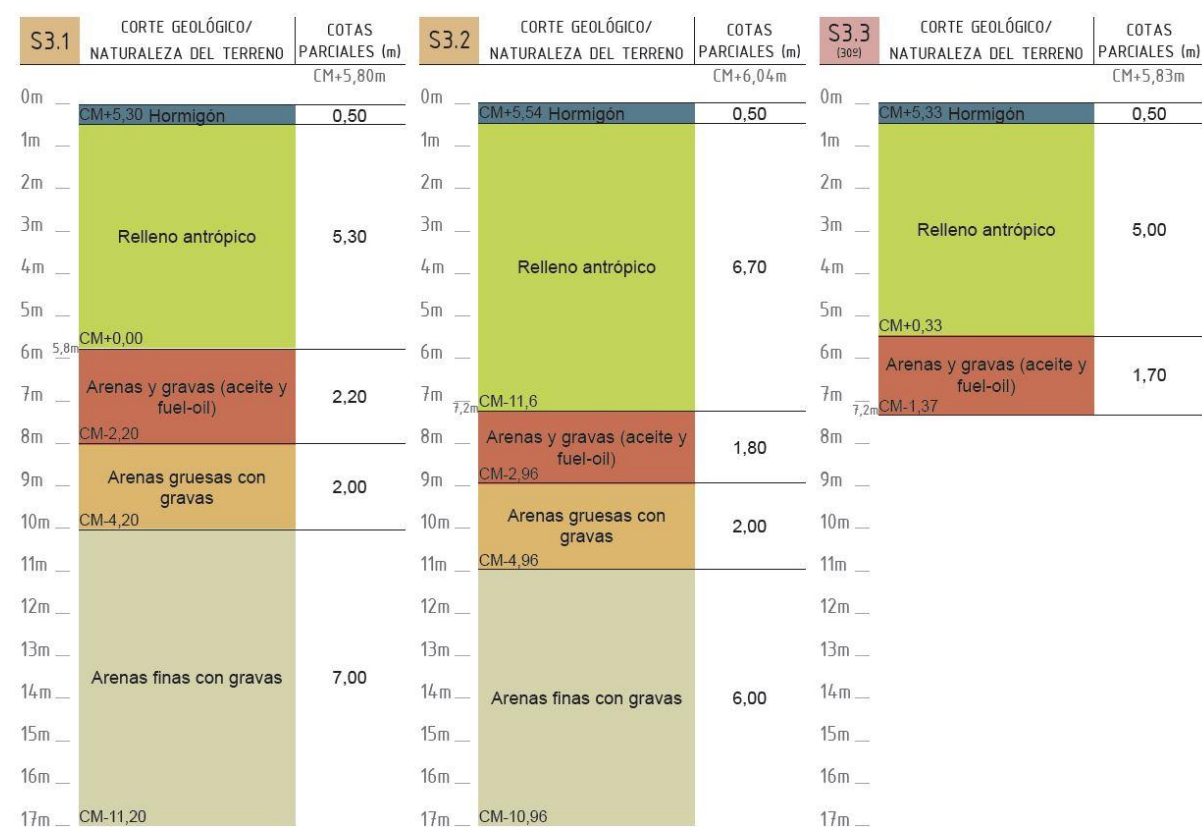
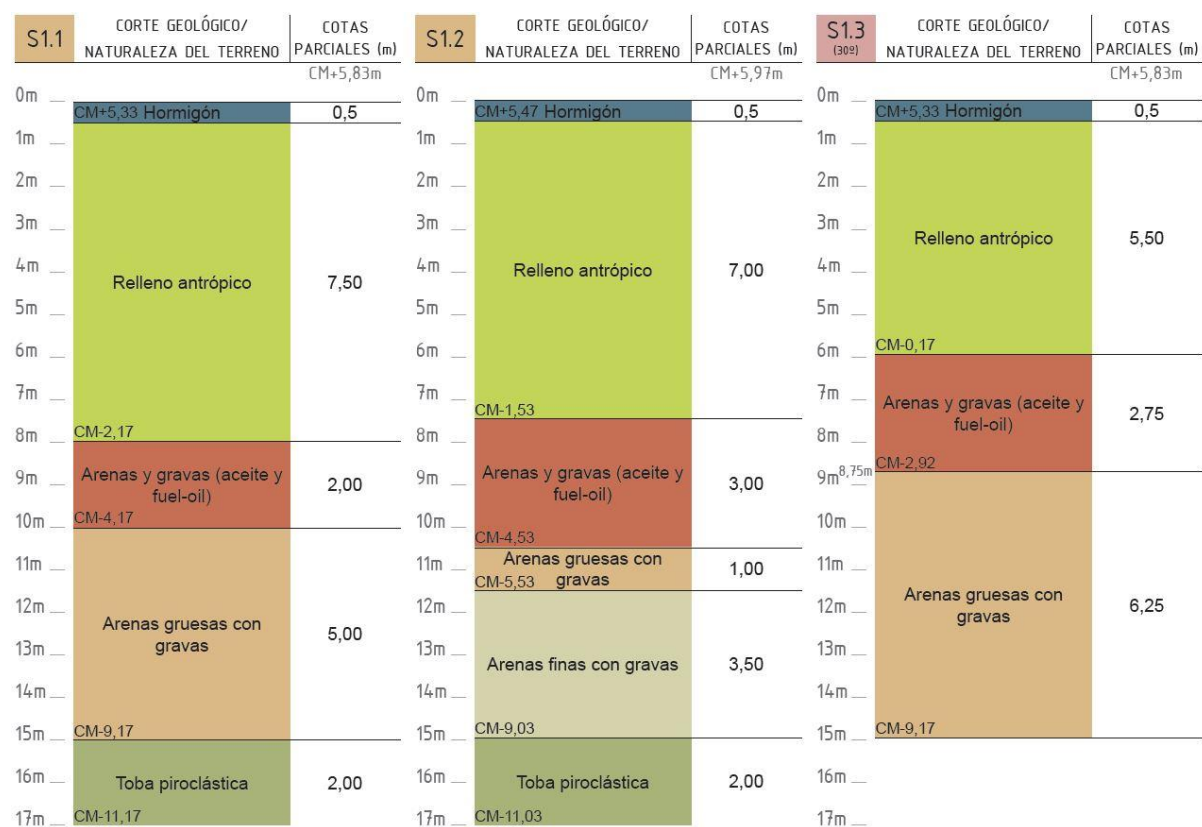


### SONDEOS 3.1 / 3.2 / 3.3

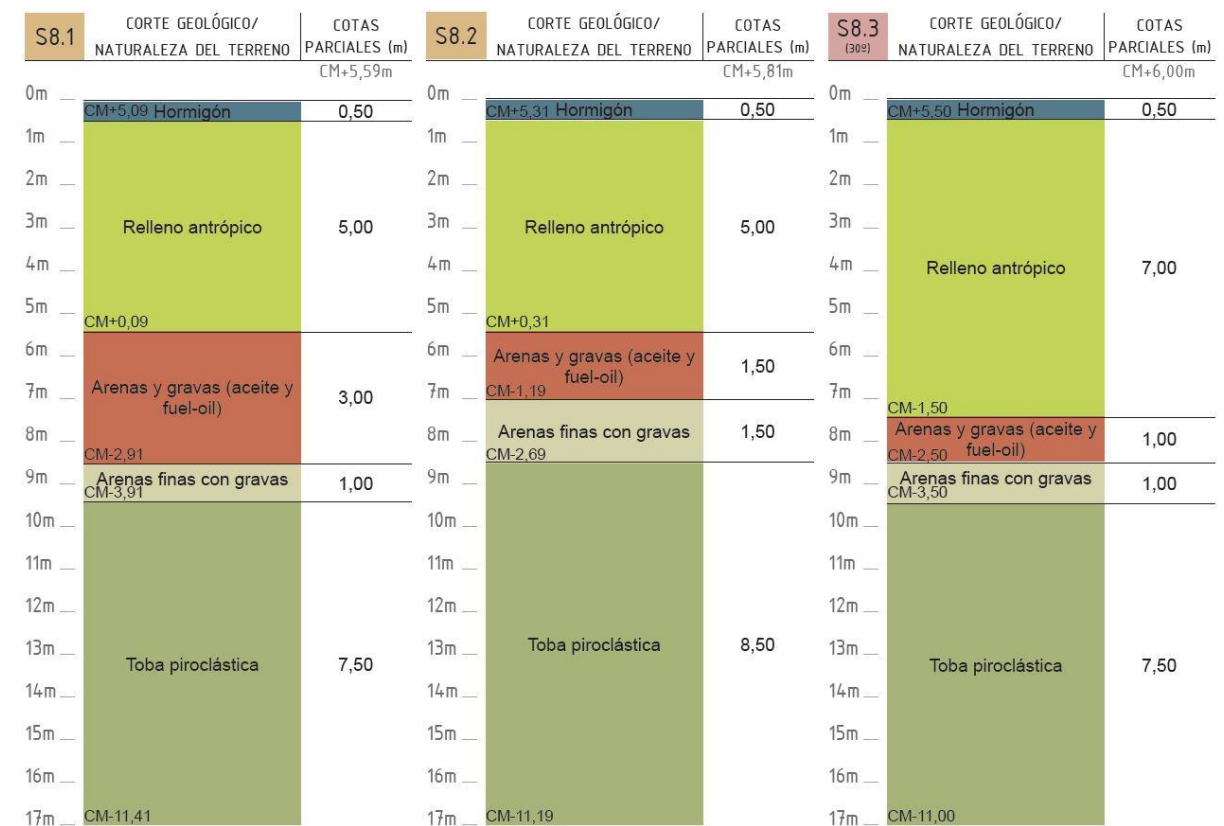
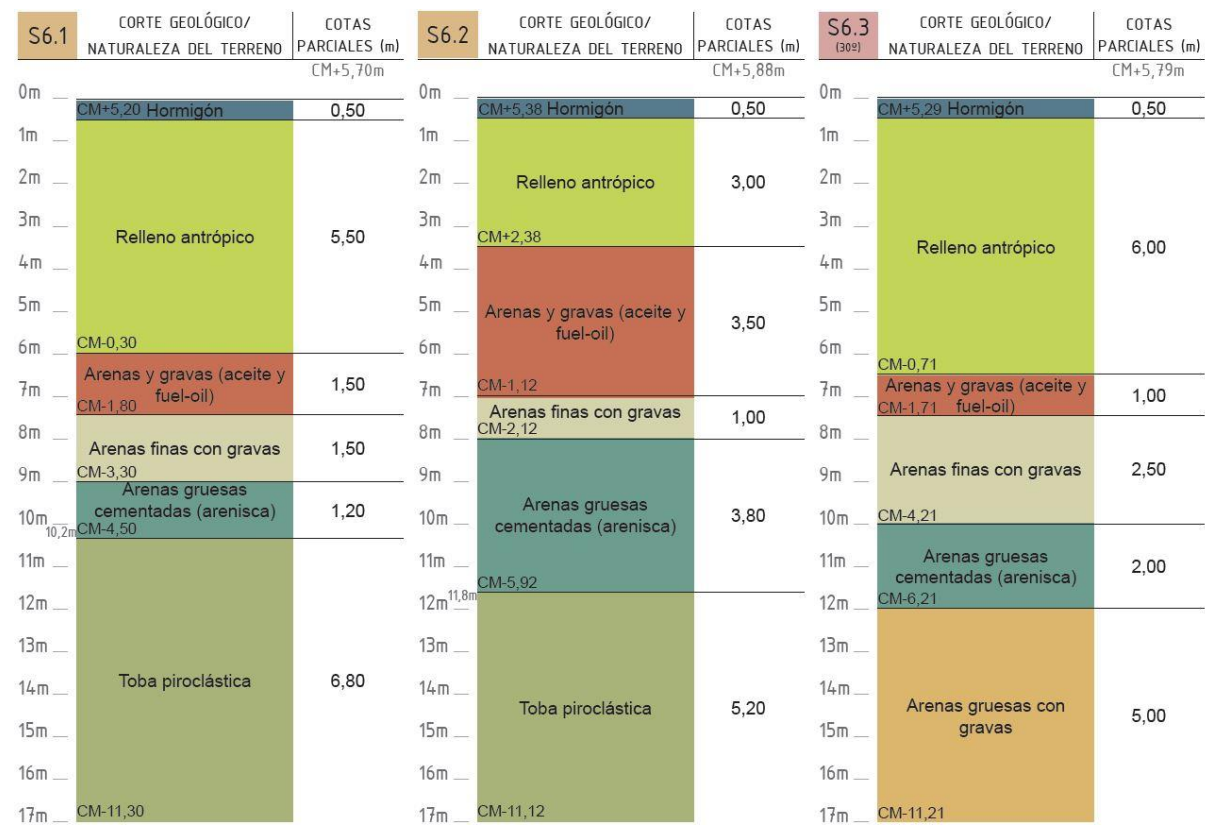
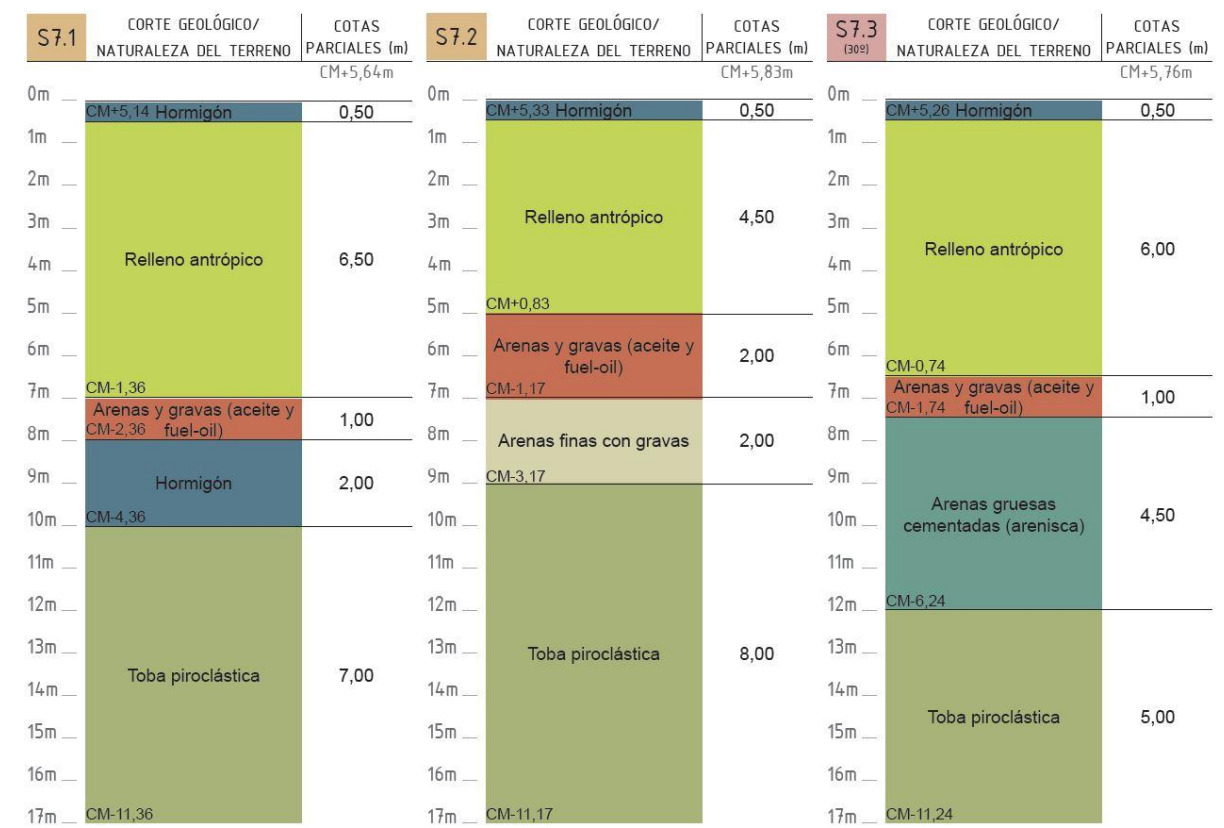
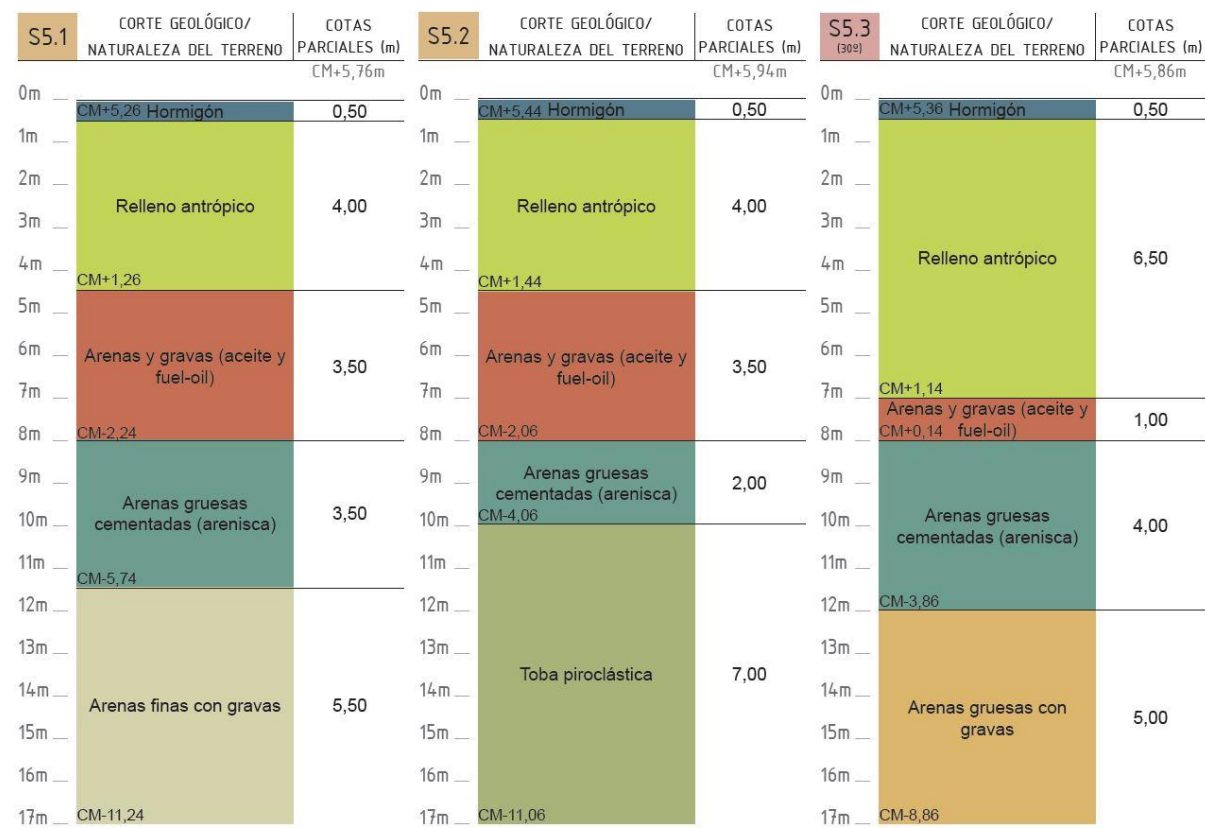


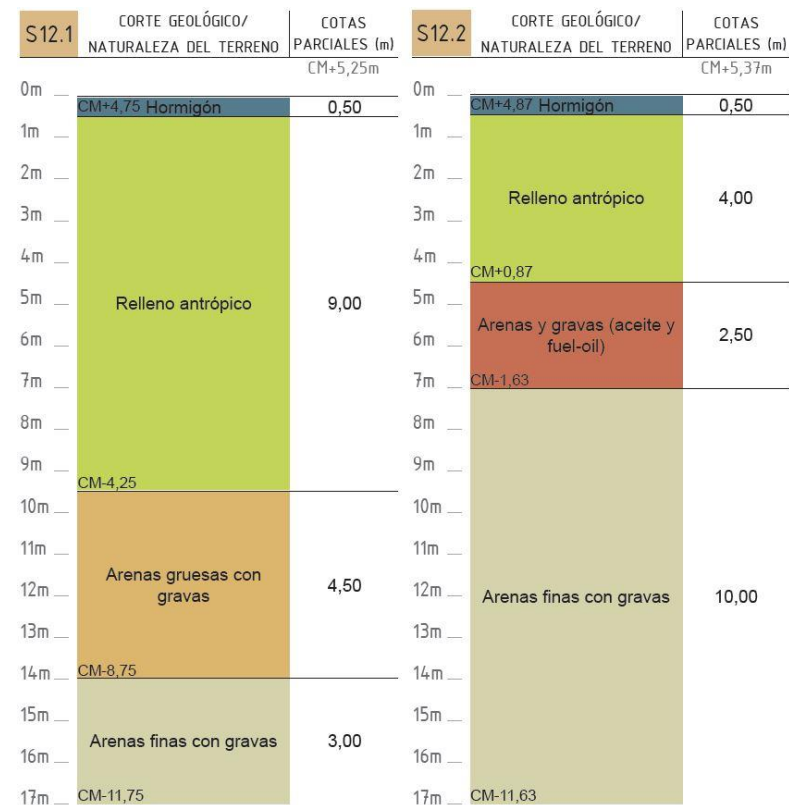
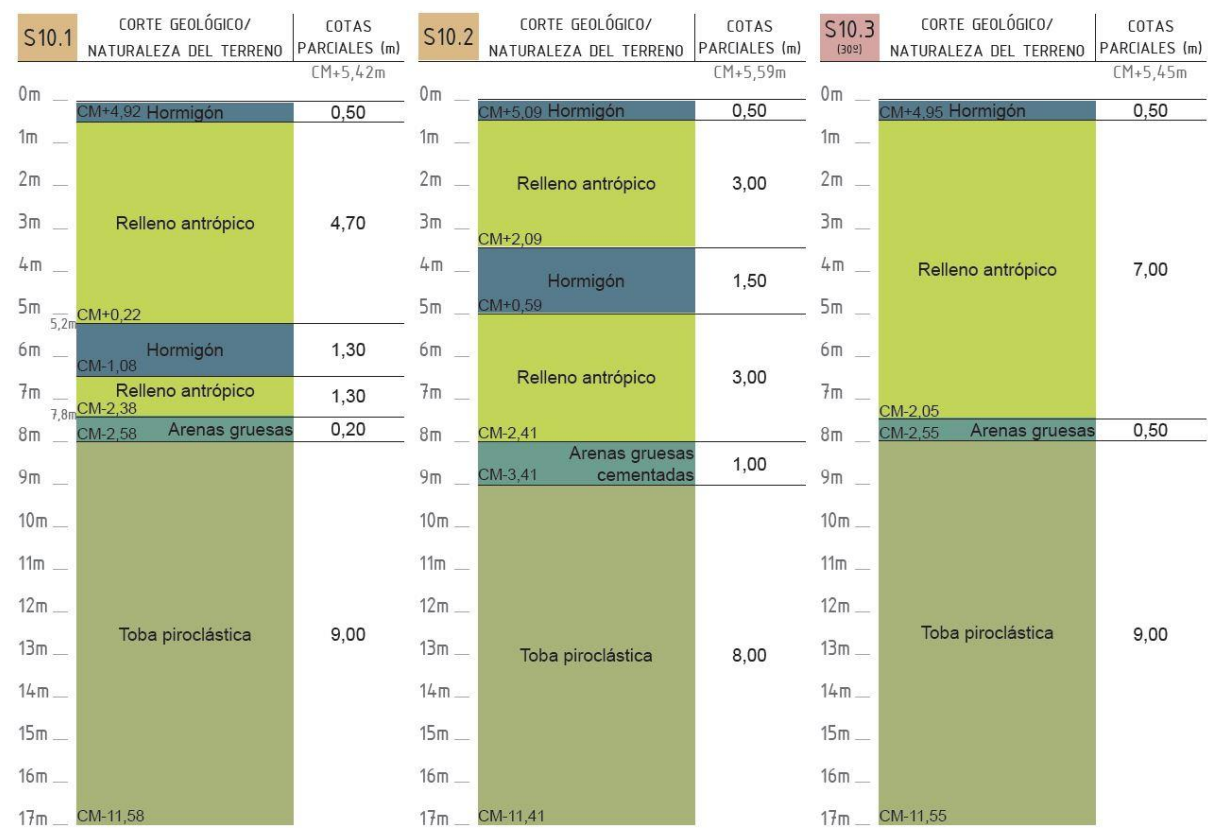
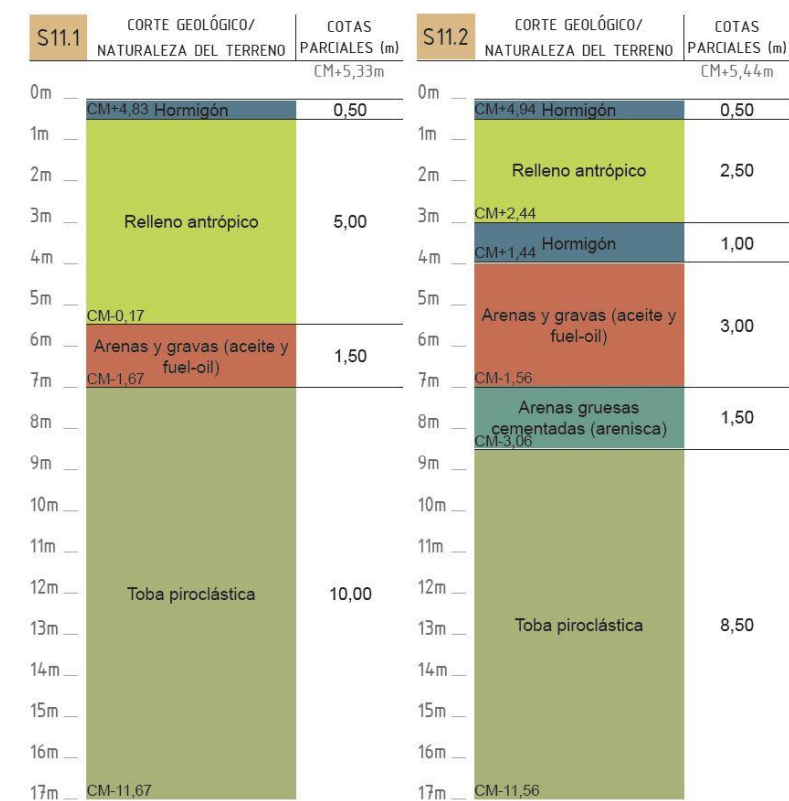
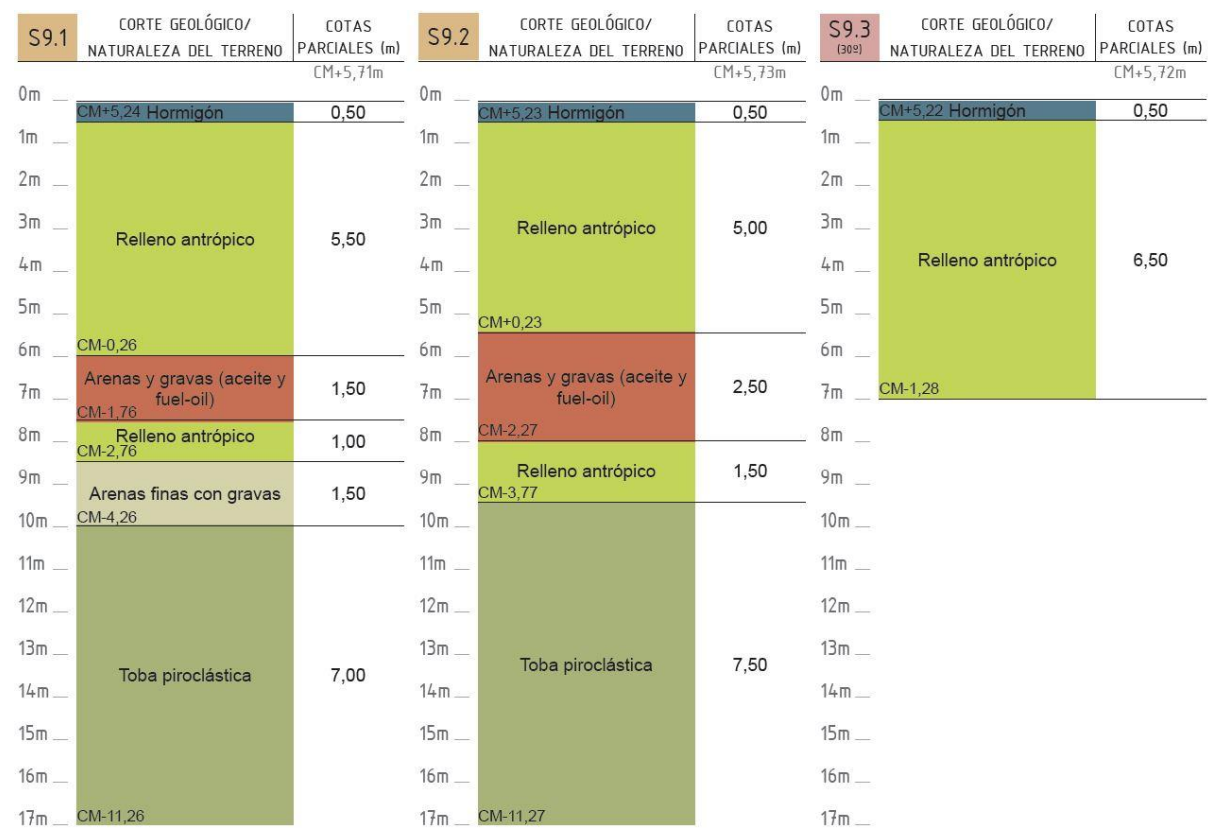
### SONDEOS 18.1 / 18.2 / 18.3



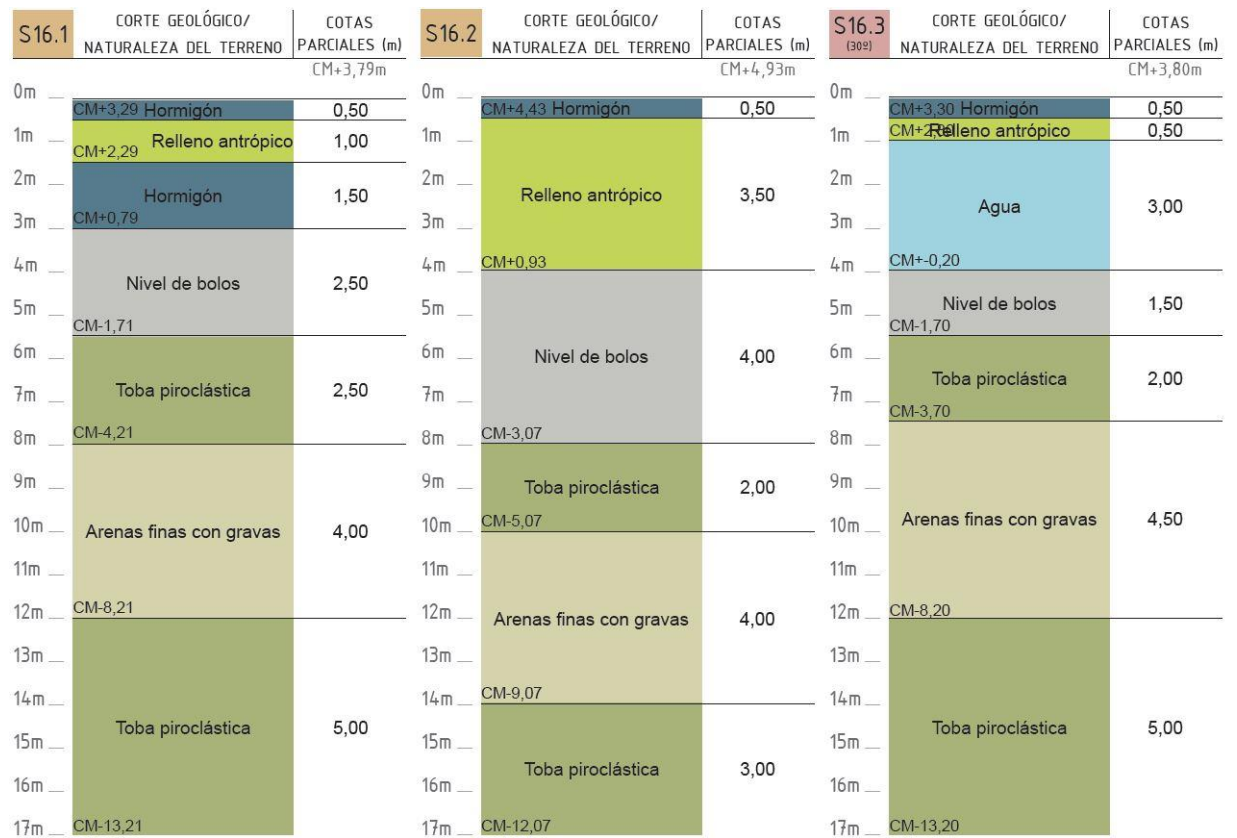
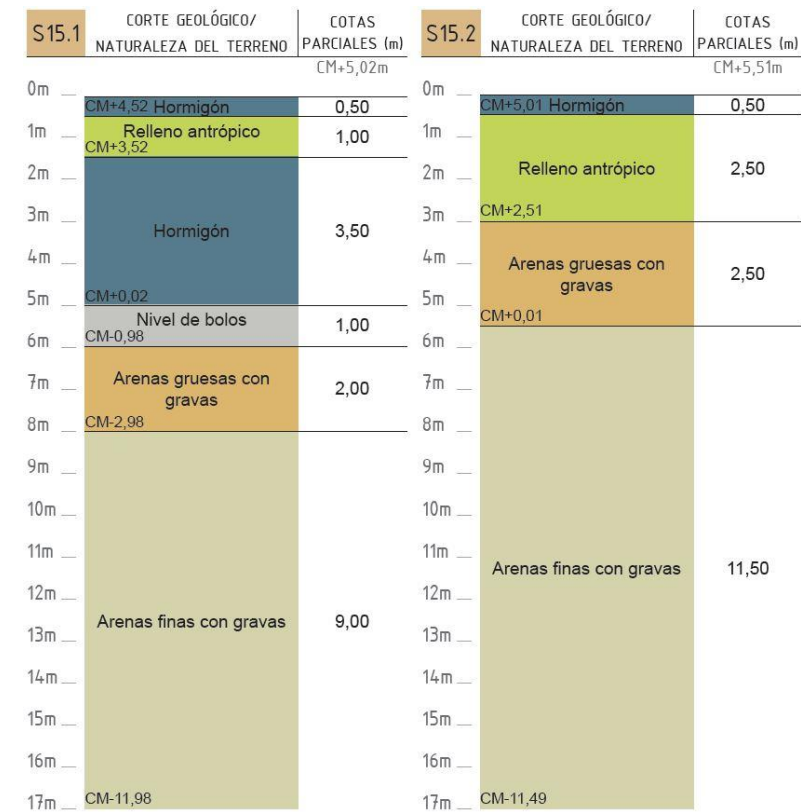
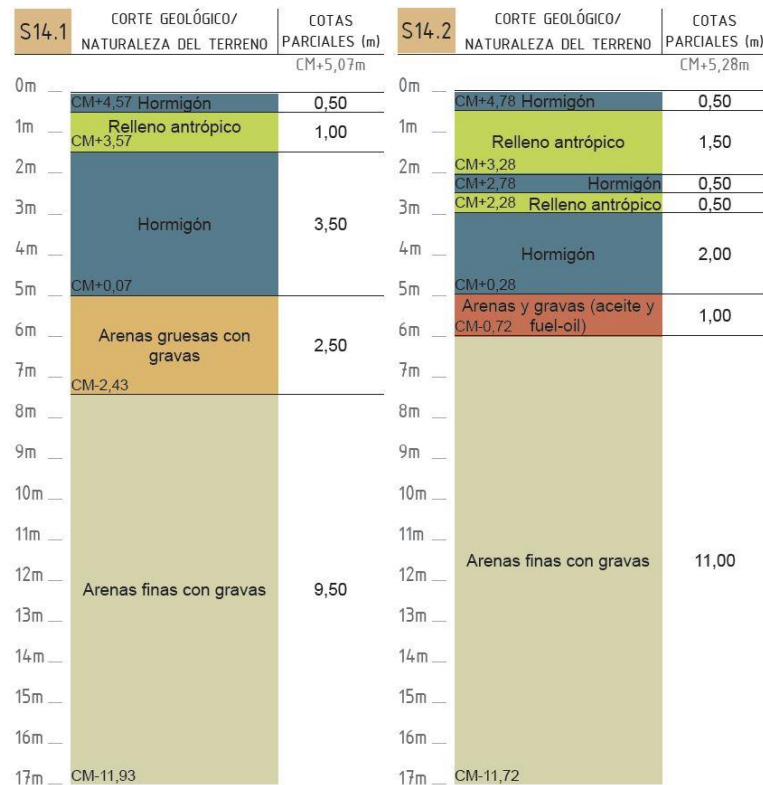
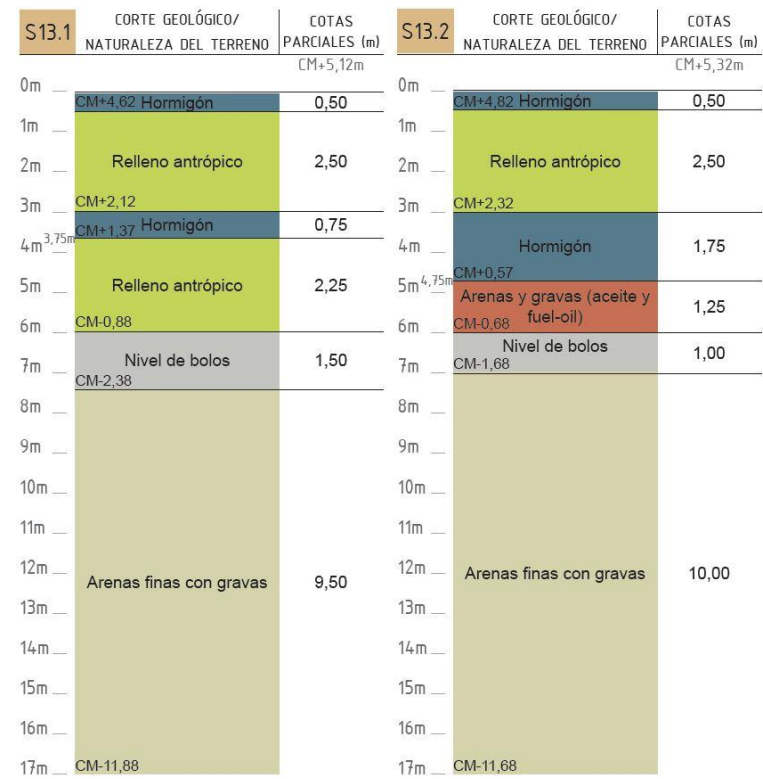


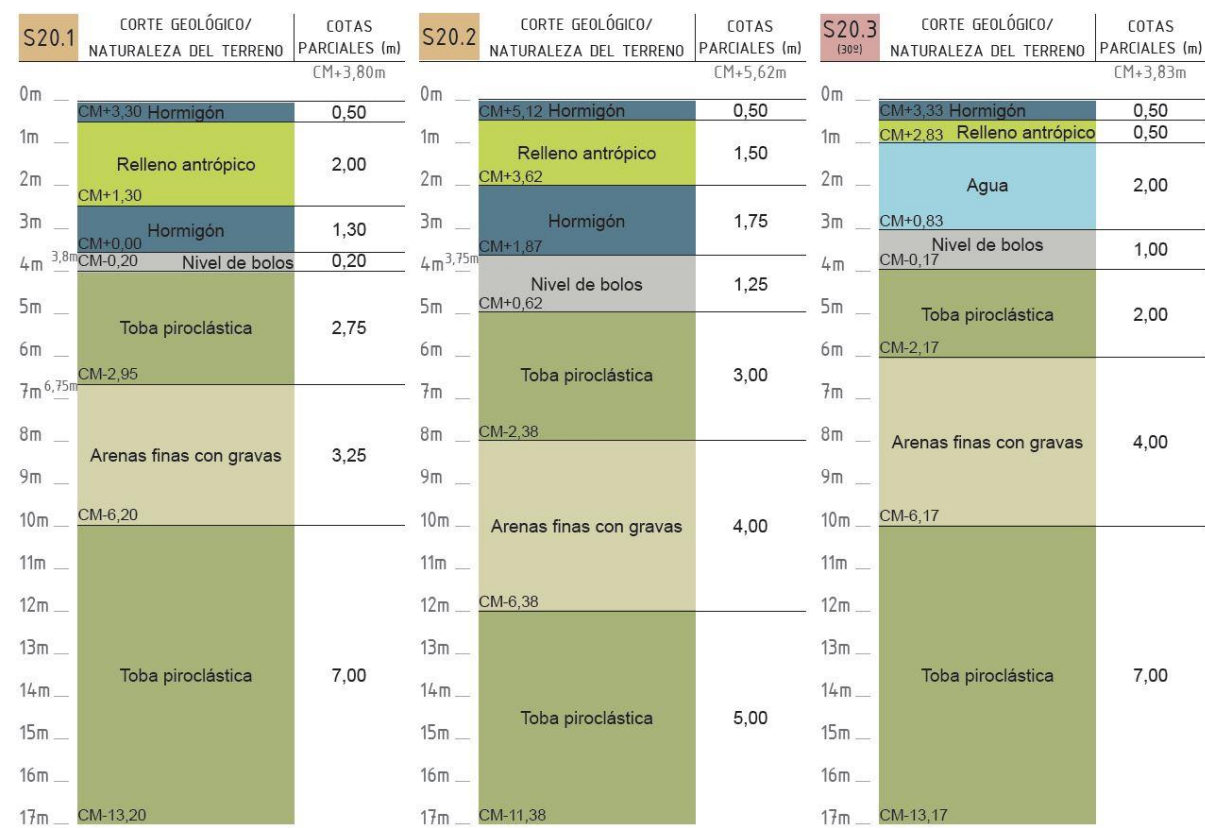
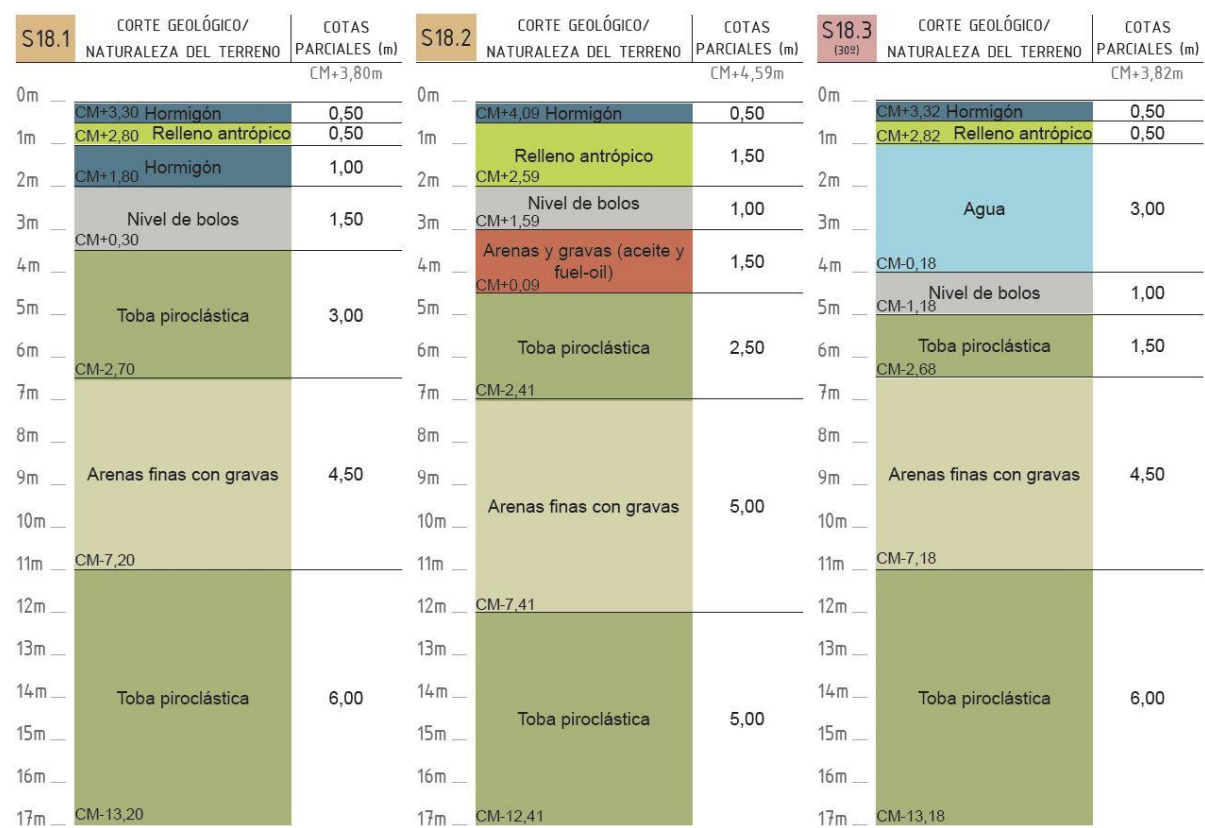
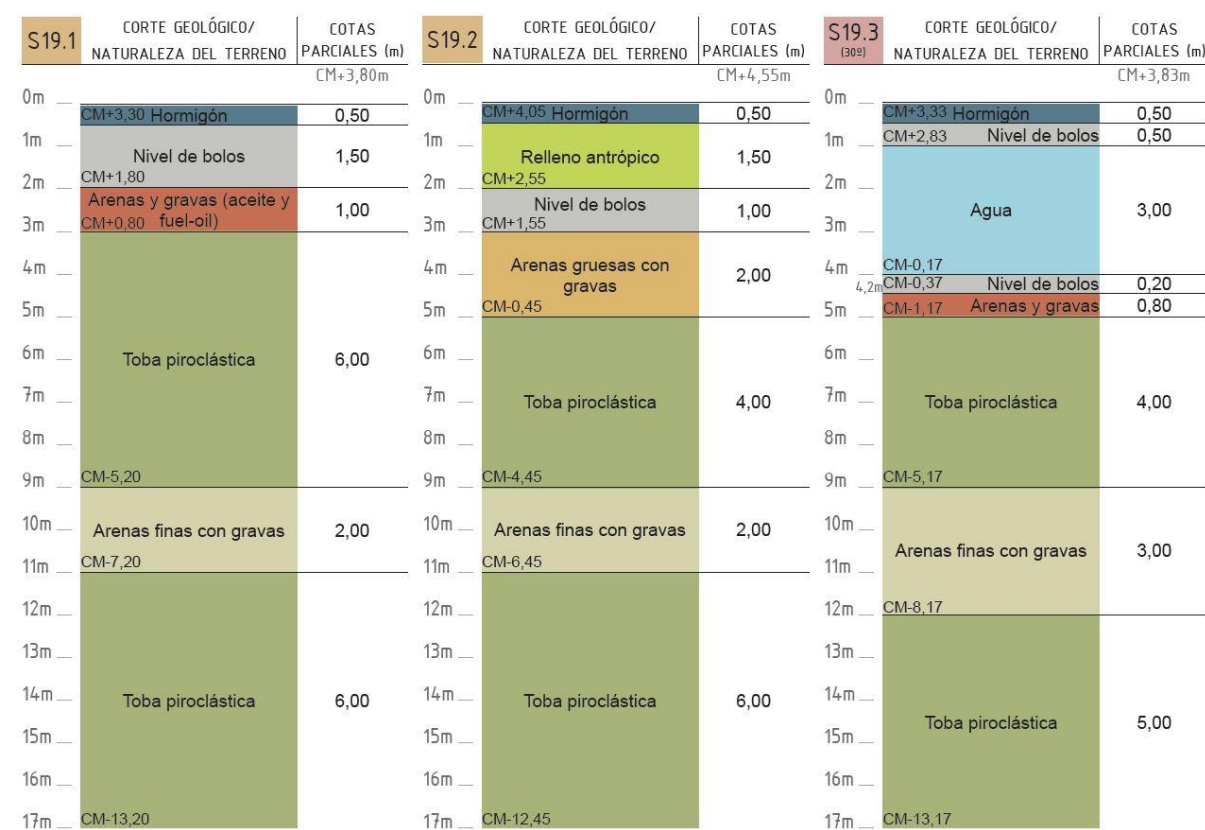
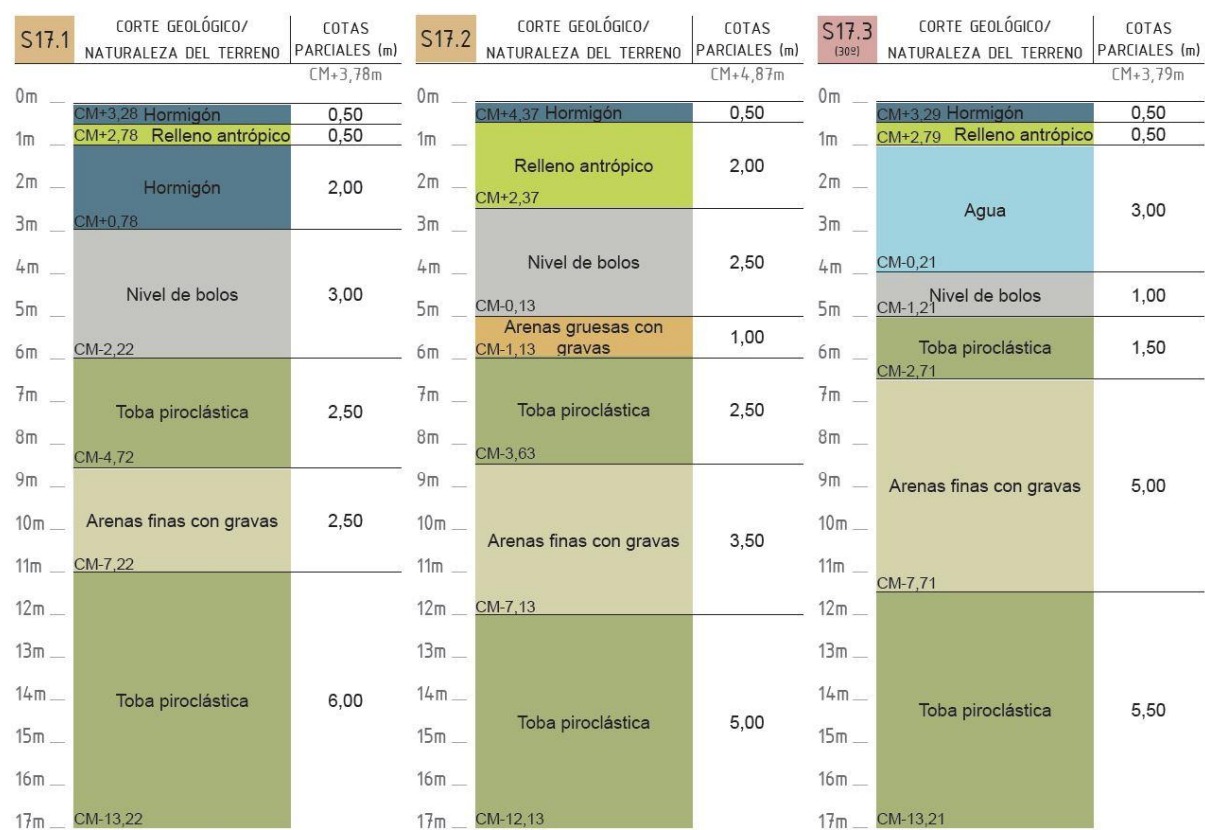














### 3. GEOTECNIA.

#### 3.1.- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LA GEOTÉCNIA.

GEURSA encargó a la empresa ESOCAN un estudio geotécnico del terreno el cual ha sido facilitado y se ha incluido como Anexo I.

Desde el punto de vista geotécnico la zona de actuación se puede esquematizar el terreno sobre el que se va a construir con arreglo al siguiente perfil:

##### Unidad I: Relleno antrópico

Unidad constituida por un relleno de origen antrópico fruto de las diferentes actuaciones realizadas en la zona de la zona. Constituido por una mezcla de gravas, bolos, arenas y limos. En los sondeos 1.2, 2.2 y 3.3 se detecta niveles fangosos que creemos coinciden con el relleno del trasdós de las pantallas de intercambiador de guaguas. Además se han detectado desde restos de planchas de aceros, diferente tornillería, hormigón y en menor medida restos de plásticos.

##### Unidad II: Arenas y gravas (nivel contaminado de aceite y fuel-oil)

Unidad constituida por una mezcla de gravas y arenas negras basálticas. Las gravas, mayoritariamente escoriáceas, presentan formas angulosas y subangulosas con tamaños inferiores a los 7 cm.

Desprenden un fuerte olor a fuel-oil, además de presentarse manchas de aceite de color negro. En este nivel también se han encontrado trapos y otros restos impregnados en aceite mezclados con agua del mar, ya que se encuentra por debajo del nivel freático.

##### Unidad III: Arenas gruesas cementadas (areniscas)

Unidad constituida por arenas gruesas cementadas de colores amarillos en los que destacan numerosos restos de conchas fragmentados.

El R.Q.D. (Rock quality designation) es menor del 10%, aunque probablemente esta roca se descomponga durante los procesos de perforación y extracción de los testigos. El grado de meteorización III, roca moderadamente meteorizada. Según la clasificación de campo I.R.M.S. (1981) este nivel está compuesto por una roca blanda (R2).

En uno de los testigos de mayor tamaño se ha realizado un ensayo de rotura a compresión uniaxial cuyo resultado ha sido de 7,54 MPa, si bien hay que reseñar que la resistencia del conjunto es sensiblemente inferior.

En las zonas en las que esta unidad aparece descompuesta, se han realizado ensayos de granulometría, límites de atterberg clasificando esta unidad como SP-SM, arena mal graduada con limo.

##### Unidad IV: Arenas gruesas con gravas

Unidad constituida por arenas gruesas y medias con alguna grava aislada de tamaños inferiores a los 6 cm. Las gravas son mayoritariamente de naturaleza basáltica, aunque hay que destacar que en algunos niveles de esta unidad se aprecian numerosas gravas y arenas gruesas formadas por concreciones calcáreas de colores blanquecinos. No se aprecia ningún tipo de organización interna.

En función del análisis granulométrico realizado y según la clasificación de suelos unificada, catalogamos esta unidad como SM, arenas mal graduadas con limos y con gravas.

##### Unidad V: Arenas finas con gravas

Unidad constituida por arenas finas limosas de colores predominantemente marrones con alguna grava aislada con formas angulosas y tamaños inferiores a 4-5 cm (ver foto). Se observan algunos restos aislados de bivalvos y gasterópodos rotos, así como algún bolo fonolítico aislado. Además se aprecian niveles compuestos casi exclusivamente por arenas medias y gruesas (ver foto). Por último presenta otros niveles de colores más claros y con mayor grado de meteorización.

##### Unidad VI: Tobas piroclásticas

Unidad constituida por una toba pumítica no soldada del tipo "ash and pumice" conocida en la terminología local como "canto blanco". Está constituida por un 40% de pómez, un 20% de líticos y un 40% de matriz cinerítica de color marrón claro. Presenta algunos niveles constituidos casi exclusivamente por pómez. El tamaño de los fragmentos de pómez es inferior a 3 cm y el de los líticos inferiores a 5 cm con formas angulosas y subangulosas. Presenta un grado de meteorización IV, roca meteorizada.

Según la clasificación de campo I.R.M.S. (1981) este nivel está compuesto por una roca muy blanda (R1).

Los ensayos de penetración estándar (S.P.T.), mencionados anteriormente, consiste en hincar una barrena hueca normalizada diámetro y 813 mm de longitud mediante una maza de 63,6 kg de peso que se deja caer desde una altura de 75 cm. La barrena hueca permite también la extracción de muestras. A continuación, se cuenta el número de golpes necesario para hincar la barrena 15 cm. en el terreno y se repite esta operación 3 veces, obteniéndose tres valores N1, N2, y N3. De esta forma, la profundidad total avanzada con la maza es de 45 cm.

El ensayo SPT se utiliza en la práctica para determinar la presión admisible en suelos granulares: arenas, gravas arenosas, arenas con algo de limo, etc., garantizándose que un suelo trabajando a la tensión recomendada por las correlaciones de Terzaghi y Peck, no presentará asentamientos superiores a una pulgada (2,54 cm.) Los resultados de los SPT realizados se muestran en los cortes geológicos del Anexo I adjunto en este documento.

Según Hunt (1984) en función del golpeo se puede establecer la siguiente clasificación:

SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
N <sub>30</sub>	Consistencia	N <sub>30</sub>	Compacidad
<2	Muy blanda	1-4	Muy suelta
2-5	Blanda	5-10	Suelta
6-10	Firme o media	11-30	Media
11-20	Rígida o compacta	31-50	Densa
21-40	Dura o muy compacta	>50	Muy densa
>40	Muy dura		

#### 4. CONCLUSIONES.

Conociendo que EL PARQUE MARÍTIMO a construir consta de plataformas a diferentes alturas y vuelos sobre el mar, se recomienda que:

- En la zona más al norte (sondeos 1 a 8) en la que las plataformas alcanzan los 4,00 m de vuelo, se ejecute una cimentación profunda mediante micropilotes que anclen la estructura al terreno.
- En el resto de las zonas en la que el vuelo no sobrepasa los 2,00 m, (sondeo 9 a 20) se recomienda eliminar parte del actual relleno antrópico y apoyar la cimentación de la plataformas en un relleno controlado:

- En la zona de tierra mediante un suelo seleccionado o una zahorra debidamente compactada. Se recomienda una vez alcanzada la cota de cimentación con el relleno ser realicen ensayo de carga con placa para comprobar la resistencia y la deformabilidad del relleno.
- En la zona que avanza en el mar mediante un pedraplén formado por rocas sin alteración apreciable, compactas y estables frente a la acción de los agentes externos y, en particular, frente al agua.

En la siguiente tabla se indica la **altura en metros a la que se encuentran las arenas finas con gravas y las tobas piroclásticas** en cada uno de los perfiles (según los planos):

	Sondeo más lejos del mar		Sondeo 30º		Sondeo más cerca del mar	
	Arenas finas con gravas	Toba piroclástica	Arenas finas con gravas	Toba piroclástica	Arenas finas con gravas	Toba piroclástica
PERFIL S1.2-S1.1	12	15	-	-	-	15
PERFIL S2.2-S2.3-S2.1	12.5	15	-	-	-	13
PERFIL S3.2-S3.3-S3.1	11	-	-	-	10	-
PERFIL S4.2-S4.3-S4.1	11	-	-	-	11	-
PERFIL S5.2-S5.3-S5.3	-	10	-	-	11.5	-
PERFIL S6.2-S6.3-S6.1	7	11.75	15	-	7.5	10.5
PERFIL S7.2-S7.3-S7.1	6	9	-	23	-	10
PERFIL S8.2-S8.3-S8.1	6.5	8.5	17	19	8.5	9.5
PERFIL S9.2-S9.3-S9.1	-	9.5	-	-	8.5	10
PERFIL S10.2-S10.1	-	9	-	15.5	-	8
PERFIL S11.2-S11.1	-	8.75	?	?	-	7
PERFIL S12.2-S12.1	6.75	-	?	?	9.5	-
PERFIL S13.2-S13.1	7	-	?	?	7.5	-
PERFIL S14.2-S14.1	6	-	?	?	7.5	-
PERFIL S15.2-S15.1	5.75	-	?	?	8	-
PERFIL S16.2-D16.3-S16.1	9.75	8 Y 14	15.5	11 Y 24	8	5.5 Y 12
PERFIL S17.2-S17.3-S17.1	8.5	6 Y 12	13	10 Y 23	8	6 Y 11
PERFIL S18.2-S18.3-S18.1	7	4.5 Y 12	13	10 Y 21	6.5	3.5 Y 11
PERFIL S19.2-S19.1	9	4.5 Y 11	18	10 Y 23.5	9	3 Y 11
PERFIL S20.2-S20.3-S20.1	8	5 Y 12	12	7.5 Y 19	6.75	4 Y 10



## ESTUDIO GEOTÉCNICO

### “FRENTE MARÍTIMO”

Entre Base Naval y Muelle Santa Catalina

T.M. LAS PALMAS DE GRAN  
CANARIA

ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS S.L.  
C/ ÁNGEL GUIMERÁ, 62  
35220 JINÁMAR-TELDE  
LAS PALMAS  
TEL. 928-70-90-46  
esocan@esocansl.com

LAS PALMAS, NOVIEMBRE 2016

Nº EXP. 16/3702

PETICIONARIO: **GEURSA, S.A.**

### CONTENIDOS DEL INFORME

- 1.- ANTECEDENTES
  - 1.1.- Actuaciones constructivas
  - 1.2.- Emplazamiento
  - 1.3.- Objeto del estudio
- 2.- TRABAJOS REALIZADOS
  - 2.1.- Procedimiento
  - 2.2.- Trabajos de campo
  - 2.3.- Trabajos de Laboratorio
- 3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
  - 3.1.- Características de la superficie
  - 3.2.- Marco geológico insular
  - 3.3.- Marco geológico de la zona de estudio
  - 3.4.- Cotas de sondeos.
- 4.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
  - 4.1.- Características litoestratigráficas y geotécnicas
- 5.- CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS
  - 5.1.- Hidrogeología de los materiales
  - 5.2.- Acuíferos y nivel freático
- 6.- SISMICIDAD
- 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 8.- ANEXOS
  - 8.1.- Planos
  - 8.2.- Gráficos de sondeos y SPT
  - 8.3.- Fotografías
  - 8.4.- Ensayos de laboratorio
  - 8.5.- Cálculos

## **1.- ANTECEDENTES**

El presente estudio se realiza a petición de GEURSA con el objeto de estudiar las características geotécnicas del terreno situado en la zona costera comprendida entre la Base Naval y el Parque Santa Catalina de Las Palmas de Gran Canaria.

### **1.1.- Actuaciones constructivas**

La actuación para la elaboración de este informe consiste en conocer las características geotécnicas del terreno sobre el que se plantea construir un Parque Marítimo.

### **1.2.- Emplazamiento**

Como se ha comentado la zona de estudio comprende la franja litoral que va desde el intercambiador de Santa Catalina hasta la Base Naval . El plano 1 señala la situación detallada de la Pasarela en la población, el plano 2 muestra el emplazamiento en el marco geológico-geotécnico, el plano 3 muestra la situación de los sondeos realizados.

### **1.3.- Objeto de estudio**

El presente estudio se realiza para conocer y aportar la información necesaria de las características del terreno sobre el que se pretenden cimentar las diferentes plataformas del Parque marítimo.

De la misma forma se estudia la presencia de materiales expansivos, agresivos y de aguas subterráneas que pudieran dañar a la estructura y aconsejen, por tanto, adoptar medidas especiales.

En la zona donde se ubicará la edificación nos encontramos según la clasificación del suelos del CTE con terrenos T-3, rellenos antrópicos.

## 2.- TRABAJOS REALIZADOS

### 2.1.- Procedimiento

Para la confección de este informe geotécnico se ha procedido de la siguiente manera:

- En primer lugar, hemos procedido al reconocimiento del terreno en el que se situará la construcción y de los alrededores. En esta primera fase se han intentado detectar los elementos del entorno que pudieran influir de alguna manera en el proyecto, ver posibles influencias en los edificios próximos y reconocer patologías en la estructura atribuibles al suelo.
- En segundo lugar se ha recurrido a la información disponible de la zona de estudio, consultando diferentes trabajos y publicaciones existentes. De esta forma se pueden diseñar mejor los trabajos de campo necesarios para conseguir los objetivos de este estudio.
- De acuerdo con los datos del reconocimiento del terreno, de la información disponible, considerando las características del proyecto y siguiendo las indicaciones del peticionario, se proyecta una campaña de trabajos geotécnicos orientada al reconocimiento de los diferentes niveles geológicos y geotectónicos que sirven de apoyo a la cimentación. Pretendemos establecer la litoestratigrafía, la existencia de accidentes tectónicos en las

proximidades, las características geomecánicas de los diferentes niveles, la hidrogeología y la presencia de materiales que puedan dañar la cimentación y la estructura, entre otros aspectos de importancia.

- Con los resultados de los trabajos se inicia el estudio de la información obtenida, para conocer la necesidad de adopción de medidas especiales que eviten algún riesgo geológico y cualquier otra consideración de importancia.

### 2.2.- Trabajos de campo

Como hemos comentado con anterioridad, la campaña geotécnica se ha proyectado de acuerdo con el peticionario. Se había previsto la realización de ocho 40 sondeos mecánicos a rotación de 17,00 m y 20 sondeos mecánicos a rotación inclinados 30° y de 30,00 m de profundidad.

De estos últimos se han iniciado los numerados del 1 al 15 se iniciaron a rotoperusión debido a las dificultades para poder perforar con métodos convencionales de sondeos. Además, no en todos los sondeos se ha podido llegar a la profundidad indicada ni a rotoperusión y rotación debido a la presencia de planchas y barras de acero que han impedido el avance de las perforaciones.

- A lo largo de la longitud de los sondeos verticales se han realizado 129 ensayos de penetración estándar (SPT), maza de 63,5 kg,  $\pm 0,5$  kg caída libre de 760 mm  $\pm 10$ mm y tomamuestras

bipartido de 35 mm de diámetro acoplado a un varillaje rígido, los cuales nos permiten determinar la resistencia del suelo y aportan información sobre sus propiedades, consistencia (suelos cohesivos) y compacidad (suelos granulares). Los valores vienen reflejados en los partes de sondeos que se adjuntan en los anexos.

- Observación del nivel freático. En los ensayos de penetración se observó la presencia de aguas subterráneas cuando se extrajo el material para su reconocimiento o cuando se recuperó el varillaje. Durante los trabajos de campo se comprobaron las fluctuaciones del nivel freático.

### 2.3.- Trabajos de Laboratorio

Se han realizado los siguientes trabajos de laboratorio, sobre muestras de sondeos tipo C:

*Contenido en sulfatos solubles en suelo:* según anejo 5 de la EHE.

*Análisis granulométrico de suelos por tamizado* según UNE 103101.

*Determinación de los límites de Atterberg, Ensayo de rotura a compresión simple en probetas desuelo,* según UNE 103400.

*Propiedades mecánicas de las rocas. Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial,* según UNE 22950-1según UNE 103103 y UNE 103104.

*Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe,* según UNE 103600.

Los partes del laboratorio se adjuntan en el anexo 8.4

## 3.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

### 3.1.- Características de la superficie

La zona de estudio está ocupada en la actualidad por un paseo peatonal y por un vial de servicios. En la zona de la Base Naval, también está ocupada por un antiguo muelle en desuso.

### 3.2.- Marco Geológico

#### 3.2.1- Marco Geológico Insular

La isla de Gran Canaria, al menos en lo que concierne a su parte subaérea, es enteramente de constitución volcánica, con las características propias de una isla oceánica.

Su historia geológica, tras su emersión, comienza hace unos 14 m.a., es decir, en el Mioceno medio y, desde entonces, han tenido lugar diversas etapas constructivas, caracterizadas por episodios volcánicos bien definidos que han ido edificando la isla. Entre ellos se han sucedido de manera repetitiva fases de erosión o destrucción de las estructuras volcánicas previamente originadas que, conjuntamente con aquellos, han ido retocando y definiendo la fisiografía de la isla hasta tal y como la conocemos en la actualidad.

En la figura adjunta, se puede ver un esquema geológico de Gran Canaria (fuente: ITGE, 1992), que pasaremos a caracterizar brevemente a continuación.



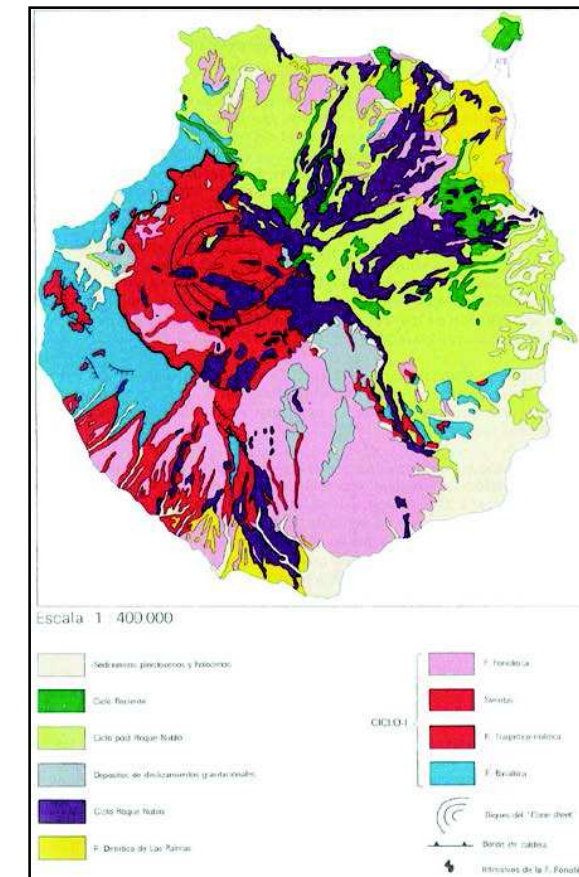
- La construcción submarina.

No se conocen las características de las formaciones submarinas que forman el edificio basal de la isla de Gran Canaria, pues no existen afloramientos de los materiales que la forman en superficie, como ocurre en otras islas, como Fuerteventura, La Palma y La Gomera.

Sin embargo y con gran diferencia, sobre la parte emergida, es la parte submarina la más importante en volumen y en interés geológico. Esta etapa de volcanismo submarino supone más del 80% en volumen total en la isla (McDougall y Schmincke, 1976; Schmincke, 1982, 1993), estimándose un volumen y una edad que rondan los 6.500 km<sup>3</sup> y unos 15 m.a., respectivamente.

- La construcción subaérea.

En la isla se ha definido tres grandes periodos o ciclos de actividad magmática, denominados Ciclo I o Antiguo (de edad Miocena), Ciclo II o Roque Nublo (Plioceno) u Ciclo III o Reciente (Plio-Cuaternario), separados entre sí por periodos de inactividad volcánica (Lietz y Schmincke, 1975; McDougall y Schmincke, 1976; Araña y Cariacedo, 1978; Pérez Torrado y Mangas, 1993). A continuación exponemos las características principales de cada uno de ellos.



- Ciclo I o Antiguo.

Con una edad que ronda entre los 14,5 y 8,5 m.a. (Mioceno), comprende las Formaciones Basálticas y Sálidas (Traquítica-Riolítica y Fonolítica) del ITGE (1990, 1992). Este ciclo comenzó con la rápida emisión de gran cantidad de coladas basálticas que conformaron un edificio volcánico en escudo, con un mecanismo de emisión puramente hawaiano.

Inmediatamente después de emitirse estos basaltos fisurales, y como consecuencia de fenómenos de mezcla de magmas, se originaron una serie de erupciones muy explosivas cuyos depósitos se extendieron por toda la isla, incluyendo términos composicionales que van desde riolitas peralcalinas hasta traquibasaltos. La emisión de estos depósitos, originó el rápido vaciado de la cámara magmática y con esto su colapso (Caldera de

Tejeda), como consecuencia de este colapso, se suceden nuevas erupciones explosivas formadoras de potentes depósitos ignimbríticos de composición traquítico-riolítica, depósitos que cubrieron gran parte de la isla y rellenaron gran parte de la Caldera de Tejeda.

La continua diferenciación magmática generó un nuevo cambio en la composición química del magma. De este modo los siguientes depósitos piroclásticos y lávicos, fueron de naturaleza fonolítica (McDougall y Schmincke, 1976; ITGE, 1990, 1992).

En las etapas finales del Ciclo I se produjo la consolidación del magma en condiciones subsuperficiales, desarrollándose tres episodios de carácter intrusivo: Apófisis sieníticos en la zona de caldera; diques traquítico-fonolíticos que dieron lugar a una morfología de cono invertido (conesheet); y Domos fonolíticos-nefeliníticos en disposición circular entorno a los diques del “conesheet”.

- Primer intervalo de inactividad volcánica.

Este primer periodo de inactividad se prolongó durante unos 3 m.a., originándose en la isla un relieve caracterizado por barrancos en disposición radial. Los materiales procedentes de esta actividad erosiva (arenas y conglomerados de cantos fonolíticos) se acumularon principalmente en las zonas bajas de la costa N, NE y S, constituyendo el denominado “Mb. Inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas” (Gabaldon et al., 1989; ITGE, 1990, 1992).

- Ciclo II o Roque Nublo.

Equivale a las Formaciones Pre-Roque Nublo y Roque Nublo del ITGE (1990, 1992). Sus primeros signos de actividad volcánica se desarrollaron en el Plioceno Inferior (5,3 m.a.), y se trató de episodios de carácter estromboliano, que dieron lugar a pequeños conos piroclásticos, con lavas nefeliníticas asociadas.

Posteriormente, (4,6 m.a.), se emitieron gran cantidad de lavas que fueron rápidamente canalizadas por la red de paleobarrancos, alcanzando algunas de ellas el mar, pero a partir de cierto momento estas emisiones lávicas se alternaron con otras de carácter explosivo que originaron potentes depósitos piroclásticos conocidos como “Aglomerados o Brechas Roque Nublo”. Finalmente tuvo lugar la intrusión de numerosos domos de composición fonolítica.

Al mismo tiempo que tenía lugar la actividad volcánica de este ciclo, en la zona costera de la isla y fruto de un periodo transgresivo en el que se encontraba inmersa se fueron depositando sedimentos marinos de grano fino, dando lugar al denominado “Mb. Medio de la Formación Detrítica de Las Palmas”.

También, de forma simultánea con la actividad de este estratovolcán, y a través de la red de barrancos, se formaron extensos depósitos conglomeráticos en sus desembocaduras que se intercalaron con los niveles de brechas y lavas. Este conjunto de materiales ha sido denominado como “Mb. Superior de la Formación Detrítica de Las Palmas”.

- Segundo intervalo de inactividad volcánica.

De discutida importancia, se sitúa entre el final del Ciclo II y el principio del Ciclo III, asignándosele una duración de unos 0,5 m.a., y sólo afectando a zonas costeras y de medianía de la isla. Es durante este segundo intervalo, en el cual se produce el desmantelamiento progresivo del edificio estratovolcán Roque Nublo.

- Ciclo III o Reciente.

Este ciclo equivale a los Ciclos Post-Roque Nublo y Reciente de ITGE (1990,1992). Está caracterizado por la emisión de lavas y piroclastos de naturaleza basanítico-nefelínica. El tipo de actividad dominante en este ciclo es la de tipo estromboliano y únicamente se vio alterada localmente por fenómenos de interacción agua-magma, que dieron lugar a pequeñas calderas (Bandama, Los Marteles, etc.).

Dado que la última erupción volcánica de Gran Canaria, datada mediante <sup>14</sup>C, se produjo en el Montañón Negro hace aproximadamente 3.500 años (Nogales y Schmincke, 1969), se deduce que, desde el punto de vista geológico, la actividad volcánica del Ciclo III aún no ha finalizado.

En la actualidad, únicamente los agentes geológicos externos actúan sobre la isla, generando un relieve característico, y que en cierta manera, sigue las pautas de paleorelieves previos.

A continuación se expone un cuadro resumen de la geología de Gran Canaria, tomado de Pérez Torrado y Mangas, 1993.

EDADES (m.a.)	NATURALEZA DE LOS MATERIALES	PROCESOS MAS DESTACADOS	VOLUM. EMITIDOS	CICLOS	
CUAT.	Basanitas Nefelinitas	Calderas freatomagmáticas Alineación de conos	10 Km <sup>3</sup>	III	
PLIOCENO	II INTERVALO DE INACTIVIDAD VOLCANICA ( Solo afecta a los sectores costeros y de medianías de la isla )				
	Fonolitas Traquitas	Estratovolcán	200 Km <sup>3</sup>	II	
	Basanitas - Basaltos Nefelinitas	Alineación de conos			
4,6	I INTERVALO DE INACTIVIDAD VOLCANICA ( Afecta a toda la isla )				
MIOCENO	I INTERVALO DE INACTIVIDAD VOLCANICA ( Afecta a toda la isla )				
	5,3	I INTERVALO DE INACTIVIDAD VOLCANICA ( Afecta a toda la isla )			
	8,5	Traquitas - Fonolitas	Cone-Sheet	100 Km <sup>3</sup>	I
	9,6	Fonolitas Exocaldera	Sienitas Intracaldera	100 Km <sup>3</sup>	
	13	Traquitas - Riolitas	Caldera de Tejeda	150 Km <sup>3</sup>	
	14,1	Basaltos alcalinos	Emisiones fisurales Volcán en escudo	1000 Km <sup>3</sup>	
14,5	VOLCANISMO SUBMARINO		6500 Km <sup>3</sup>		

### 3.3.- MARCO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE TRABAJO.

La zona de estudio se sitúa en la Hoja 1101-I-II Las Palmas de Gran Canaria del Mapa geológico escala 1:25.000 del Instituto Geológico y Minero de España. En los sondeos de reconocimiento hemos detectado los depósitos jandienses que se localizan en el ámbito geográfico de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, y se les conoce con el nombre de “Terraza Baja de Las Palmas”. En su día alcanzaron gran extensión, disponiéndose paralelamente a la costa este de la isla, pero actualmente están destruidos en su práctica totalidad, pues sobre ellos ha crecido la ciudad. Debido a

ello, apenas persisten hoy en determinadas áreas: en el istmo y ciudad baja, en La Isleta y en la barra de Las Canteras. En el primer lugar mencionado ya no son visibles, procediendo casi toda la información de bibliografía antigua, aunque es posible encontrar restos de ellos en algunos solares sin construir, en la zona del Confital, o en la Isleta, donde están semicubiertos ya por diversos tipos de material detrítico. En esta zona están constituidos por algas calcáreas que forman concreciones esféricas, a las que localmente se denomina “confites” o “caracolillos”. Otro depósito jandiense en esta área es la barra de areniscas que cierra la playa de Las Canteras.

En general, estos depósitos están constituidos en su base por una arenisca bastante compactada de color beige claro, compuesta por fragmentos de algas, caparazones calcáreos y fósiles. Se encuentran depósitos marinos con fauna cálida de *Strombus Bubonius* correspondientes al último periodo interglacial y depósitos con *Pantella* algo posteriores (intra Würm).

Los depósitos de barranco Holocenos y actuales están constituidos por arenas y gravas heterométricas y de diversa naturaleza. Son cantos subredondeados pobremente seleccionados, de tamaño inferior a 25 cm, aunque en ocasiones pueden llegar a superar el metro de diámetro.

De forma sistemática, los conglomerados fonolíticos se apoyan sobre las lavas fonolíticas verdosas, aunque, ocasionalmente lo hacen sobre coladas ignimbríticas soldadas o sobre las coladas de "ash and pumice" blancas (ignimbritas no soldadas).

### 3.3.- Cota de los sondeos

Los sondeos se han realizado a la cota del actual paseo, salvo los sondeos 16.1, 16.3, 17.1, 17.3, 18.1, 18.3, 19.1, 19.3, 20.1 y 20.3 que se han realizado en el antiguo muelle que se encuentra a la cota 2,30 m



#### 4.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

A continuación se definen las características geotécnicas del terreno, en función de las prospecciones de campo realizadas (sondeo a rotación, ensayo de penetración estándar).

##### 4.1.- Características litoestratigráficas y geotécnicas

Hasta la profundidad de reconocimiento y de techo a muro se pueden diferenciar siete UNIDADES GEOTÉCNICAS en función de las propiedades mecánicas y la litología. Hemos detectado diferentes niveles de hormigón correspondientes al actual paseo y al antiguo muelle. Se han realizado dos ensayos de compresión uniaxial a las muestras de hormigón extraídas obteniendo valores de 22,8 MPa para el hormigón del paseo y de 30,7 MPa para el hormigón del antiguo muelle.

##### Unidad I: Relleno antrópico

Unidad constituida por un relleno de origen antrópico fruto de las diferentes actuaciones realizadas en la zona de la zona. Constituido por una mezcla de gravas, bolos, arenas y limos. En los sondeos 1.2, 2.2 y 3.3 se detecta niveles fangosos que creemos coinciden con el relleno del trasdós de las pantallas de intercambiador de guaguas. Además se han detectado desde restos de planchas de aceros, diferente tornillería, hormigón y en menor medida restos de plásticos.



Algunos de los restos detectados en los sondeos

En función análisis granulométrico y la determinación de los límites de atterberg realizada y según la clasificación de suelos unificada, catalogamos esta unidad como SM, arenas limosas con gravas.

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (40,2%)	gruesas De 19 a 75 mm.	23,7%
	finas De 4,75 a 19 mm.	16,5%
Arenas (49,4%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	8,1%
	medias De 0,425 a 2 mm.	30,5%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	10,9%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	10,4%

Hay que reseñar que en los sondeos localizados al sur de la zona de actuación, concretamente en los sondeos 13.1, 13.2, 15.1, 16.1, 16.2, 17.1, 17.2, 18.1, 18.2, 19.1, 19.2 y 20.1 se detecta a muro de esta unidad un nivel de bolos de naturaleza fonolítica y en menor medida de ignimbritas fonolíticas. Se han realizado tres ensayos a compresión uniaxial en muestras de este nivel. Los resultados han sido 78,58 y 84,00 MPa para los bolos de fonolita y 51,53 MPa para el bolo de ignimbrita fonolítica.

Los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) dan 3, 3, 13, 16, 12, 3, 7 golpes y rechazo, si bien éstos últimos coinciden con niveles de gravas gruesas, bolos y otros restos de origen antrópico. Con todo esto clasificamos esta unidad como de compacidad MUY SUELTA a SUELTA.

Para estimar el ángulo de rozamiento interno y el coeficiente de balasto de este nivel se ha tomado un valor medio de los ensayos SPT y utilizado las siguientes ecuaciones:

$$\Phi = 5,35 \cdot \ln(N_{SPT}) + 14,44 \qquad K_{30} = 10^{\frac{N+2}{34}}$$

Ángulo de rozamiento interno: 26°

Densidad: 17,0-18,0 kN/m<sup>3</sup>

Cohesión: 0-5 kN/m<sup>2</sup>

Coeficiente de empuje en reposo: 0,56

Coeficiente de balasto K<sub>30</sub>: (1,5-1,9) · 10<sup>4</sup> kN/m<sup>3</sup>

Espesores incluyendo los niveles de hormigón (profundidades referidas a la cota de emboquillado del sondeo) en los sondeos inclinados las potencias se indican a 30° y en la vertical multiplicando por el seno de 30°

Sondeo 1.1: 8,00 m, de 0,00 a 8,00 m

Sondeo 1.2: 7,50 m, de 0,00 a 7,50 m

Sondeo 1.3 (inclinado): 12,00 m, de 0,00 a 12,00 m (6,00 m en la vertical)

Sondeo 2.1: 7,00 m, de 0,00 a 7,00 m

Sondeo 2.2: 7,40 m, de 0,00 a 7,40 m

Sondeo 2.3 (inclinado): 15,00 m, de 0,00 a 15,00 m (7,50 m en la vertical)

Sondeo 3.1: 5,80 m, de 0,00 a 5,80 m

Sondeo 3.2: 7,80 m, de 0,00 a 7,80 m

Sondeo 3.3 (inclinado): 11,00 m, de 0,00 a 11,00 m (5,50 m en la vertical)

Sondeo 4.1: 4,50 m, de 0,00 a 4,50 m

Sondeo 4.2: 7,00 m, de 0,00 a 7,00 m

Sondeo 4.3 (inclinado): 8,00 m, de 0,00 a 8,00 m (4,00 m en la vertical)

Sondeo 5.1: 4,00 m, de 0,00 a 4,00 m

Sondeo 5.2: 4,50 m, de 0,00 a 4,50 m

Sondeo 5.3 (inclinado): 14,50 m, de 0,00 a 14,50 m (7,25 m en la vertical)

Sondeo 6.1: 6,00 m, de 0,00 a 6,00 m

Sondeo 6.2: 3,60 m, de 0,00 a 3,60 m

Sondeo 6.3 (inclinado): 13,00 m, de 0,00 a 13,00 m (6,50 m en la vertical)

Sondeo 7.1: 7,00 m, de 0,00 a 7,00 m

Sondeo 7.2: 5,00 m, de 0,00 a 5,00 m

Sondeo 7.3 (inclinado): 13,00 m, de 0,00 a 13,00 m (6,50 m en la vertical)

Sondeo 8.1: 5,50 m, de 0,00 a 5,50 m

Sondeo 8.2: 5,50 m, de 0,00 a 5,50 m

Sondeo 8.3 (inclinado): 14,00 m, de 0,00 a 14,00 m (7,00 m en la vertical)

Sondeo 9.1: 6,00 m, de 0,00 a 6,00 m

Sondeo 9.2: 5,60 m, de 0,00 a 5,60 m

Sondeo 9.3 (inclinado): 14,00 m, de 0,00 a 14,00 m (7,00 m en la vertical)

Sondeo 10.1: 6,50 m, de 0,00 a 6,50 m

Sondeo 10.2: 5,00 m, de 0,00 a 5,00 m

Sondeo 10.3 (inclinado): 14,50 m, de 0,00 a 14,50 m (7,25 m en la vertical)

Sondeo 11.1: 5,50 m, de 0,00 a 5,50 m

Sondeo 11.2: 4,00 m, de 0,00 a 4,00 m

Sondeo 11.3 (inclinado): 15,00 m, de 0,00 a 15,00 m (7,50 m en la vertical)

Sondeo 12.1: 9,40 m, de 0,00 a 9,40 m  
Sondeo 12.2: 4,50 m, de 0,00 a 4,50 m  
Sondeo 12.3 (inclinado): 24,00 m, de 0,00 a 24,00 m (12,00 m en la vertical)  
Sondeo 13.1: 6,00 m, de 0,00 a 6,00 m  
Sondeo 13.2: 4,50 m, de 0,00 a 4,50 m  
Sondeo 13.3 (inclinado): 15,00 m, de 0,00 a 15,00 m (7,50 m en la vertical)  
Sondeo 14.1: 5,30 m, de 0,00 a 5,30 m  
Sondeo 14.2: 5,00 m, de 0,00 a 5,00 m  
Sondeo 14.3 (inclinado): 16,50 m, de 0,00 a 16,50 m (8,25 m en la vertical)  
Sondeo 15.1: 5,20 m, de 0,00 a 5,20 m  
Sondeo 15.2: 3,00 m, de 0,00 a 3,00 m  
Sondeo 15.3 (inclinado): 19,00 m, de 0,00 a 19,00 m (9,50 m en la vertical)  
Sondeo 16.1: 3,00 m, de 0,00 a 3,00 m  
Sondeo 16.2: 4,00 m, de 0,00 a 4,00 m  
Sondeo 16.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 17.1: 2,70 m, de 0,00 a 2,70 m  
Sondeo 17.2: 2,40 m, de 0,00 a 2,40 m  
Sondeo 17.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 18.1: 1,60 m, de 0,00 a 1,60 m  
Sondeo 18.2: 2,00 m, de 0,00 a 2,00 m  
Sondeo 18.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 19.1: 2,00 m, de 0,00 a 2,00 m  
Sondeo 19.2: 1,80 m, de 0,00 a 1,80 m  
Sondeo 19.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 20.1: 3,70 m, de 0,00 a 3,70 m

Sondeo 20.2: 3,70 m, de 0,00 a 3,70 m  
Sondeo 20.3 (inclinado): no detectado



**Unidad II: Arenas y gravas (nivel contaminado de aceite y fuel-oil)**

Unidad constituida por una mezcla de gravas y arenas negras basálticas. Las gravas, mayoritariamente escoriáceas, presentan formas angulosas y subangulosas con tamaños inferiores a los 7 cm.

Desprenden un fuerte olor a fuel-oil, además de presentarse manchas de aceite de color negro. En este nivel también se han encontrado trapos y otros restos impregnados en aceite mezclados con agua del mar, ya que se encuentra por debajo del nivel freático.

En función del análisis granulométrico realizado y según la clasificación de suelos unificada, catalogamos esta unidad como SM, arena limosa con gravas.

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (3,1%)	gruesas De 19 a 75 mm.	1,4%
	finas De 4,75 a 19 mm.	1,7%
Arenas (91,8%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	2,9%
	medias De 0,425 a 2 mm.	45,9%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	43,0%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	5,0%

Los resultados de los ensayos S.P.T. dan valores de N<sub>30</sub> de 32, 30, 30, 28, 22, 12, 22, 32 golpes y rechazo, si bien hay que tener en cuenta que los ensayos de penetración se ven afectados por la presencia de gravas gruesas. Con todo esto, catalogamos esta unidad como de compacidad MEDIA.

Ángulo de rozamiento interno: 31°

Peso específico: 16,0-17,0 kN/m<sup>3</sup>

Coefficiente de empuje en reposo: 0,48

Coefficiente de balasto K<sub>30</sub>: (4,0-5,0)10<sup>4</sup> kN/m<sup>3</sup>

Espesores (profundidades referidas a la cota de emboquillado del sondeo):

Sondeo 1.1: 2,00 m, de 8,00 a 10,00 m

Sondeo 1.2: 2,90 m, de 7,50 a 10,40 m

Sondeo 1.3 (inclinado): 5,00 m de 12,00 a 17,00 m (2,50 m en la vertical)

Sondeo 2.1: 2,60 m, de 7,00 a 9,60 m

Sondeo 2.2: 1,60 m, de 7,40 a 9,00 m

Sondeo 2.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 3.1: 2,20 m, de 5,80 a 8,00 m

Sondeo 3.2: 1,20 m, de 7,80 a 9,00 m

Sondeo 3.3 (inclinado): 4,00 m de 10,50 a 14,50 m (2,00 m en la vertical)

Sondeo 4.1: 3,50 m, de 4,50 a 8,00 m

Sondeo 4.2: 2,00 m, de 7,00 a 9,00 m

Sondeo 4.3 (inclinado): 5,00 m de 10,00 a 15,00 m (2,50 m en la vertical)

Sondeo 5.1: 4,00 m, de 4,00 a 8,00 m

Sondeo 5.2: 3,50 m, de 4,50 a 8,00 m

Sondeo 5.3 (inclinado): 2,00 m de 14,00 a 16,00 m (1,00 m en la vertical)

Sondeo 6.1: 1,50 m, de 6,00 a 7,50 m

Sondeo 6.2: 3,40 m, de 3,60 a 7,00 m

Sondeo 6.3 (inclinado): 2,00 m de 13,00 a 15,00 m (1,00 m en la vertical)

Sondeo 7.1: 1,00 m, de 7,00 a 8,00 m

Sondeo 7.2: 1,00 m, de 5,00 a 6,00 m  
Sondeo 7.3 (inclinado): 1,00 m de 13,00 a 14,00 m (0,50 m en la vertical)  
Sondeo 8.1: 3,30 m, de 5,50 a 8,80 m  
Sondeo 8.2: 1,40 m, de 5,50 a 6,90 m  
Sondeo 8.3 (inclinado): 2,50 m de 14,50 a 17,00 m (1,25 m en la vertical)  
Sondeo 9.1: 1,50 m, de 6,00 a 7,50 m  
Sondeo 9.2: 2,60 m, de 5,60 a 8,20 m  
Sondeo 9.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 10.1: 1,00 m, de 6,50 a 7,50 m  
Sondeo 10.2: 3,00 m, de 5,00 a 8,00 m  
Sondeo 10.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 11.1: 1,50 m, de 5,50 a 7,00 m  
Sondeo 11.2: 3,00 m, de 4,00 a 7,00 m  
Sondeo 11.3 (inclinado): 3,00 m de 15,00 a 18,00 m (1,50 m en la vertical)  
Sondeo 12.1: no detectado  
Sondeo 12.2: 2,20 m, de 4,50 a 6,70 m  
Sondeo 12.3 (inclinado): 2,50 m de 24,00 a 26,50 m (1,25 m en la vertical)  
Sondeo 13.1: no detectado  
Sondeo 13.2: 1,50 m, de 4,50 a 6,00 m  
Sondeo 13.3 (inclinado): 4,00 m de 15,00 a 19,00 m (2,00 m en la vertical)  
Sondeo 14.1: no detectado  
Sondeo 14.2: 1,00 m, de 5,00 a 6,00 m  
Sondeo 14.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 15.1: no detectado  
Sondeo 15.2: no detectado  
Sondeo 15.3 (inclinado): 1,50 m de 19,00 a 20,50 m (0,75 m en la vertical)

Sondeo 16.1: no detectado  
Sondeo 16.2: no detectado  
Sondeo 16.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 17.1: no detectado  
Sondeo 17.2: no detectado  
Sondeo 17.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 18.1: no detectado  
Sondeo 18.2: 1,40 m, de 3,10 a 4,50 m  
Sondeo 18.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 19.1: 1,00 m, de 2,00 a 3,00 m  
Sondeo 19.2: no detectado  
Sondeo 19.3 (inclinado): 1,50 m de 8,50 a 10,00 m (0,75 m en la vertical)  
Sondeo 20.1: no detectado  
Sondeo 20.2: 1,30 m, de 3,70 a 5,00 m  
Sondeo 20.3 (inclinado): no detectado

### **Unidad III: Arenas gruesas cementadas (areniscas)**

Unidad constituida por arenas gruesas cementadas de colores amarillos en los que destacan numerosos restos de conchas fragmentados.

El R.Q.D. (Rock quality designation) es menor del 10%, aunque probablemente esta roca se descomponga durante los procesos de perforación y extracción de los testigos. El grado de meteorización III, roca moderadamente meteorizada. Según la clasificación de campo I.R.M.S. (1981) este nivel está compuesto por una roca blanda ( $R_2$ ).

En uno de los testigos de mayor tamaño se ha realizado un ensayo de rotura a compresión uniaxial cuyo resultado ha sido de 7,54 MPa, si bien hay que reseñar que la resistencia del conjunto es sensiblemente inferior.

En las zonas en las que esta unidad aparece descompuesta, se han realizado ensayos de granulometría, límites de atterberg clasificando esta unidad como SP-SM, arena mal graduada con limo.

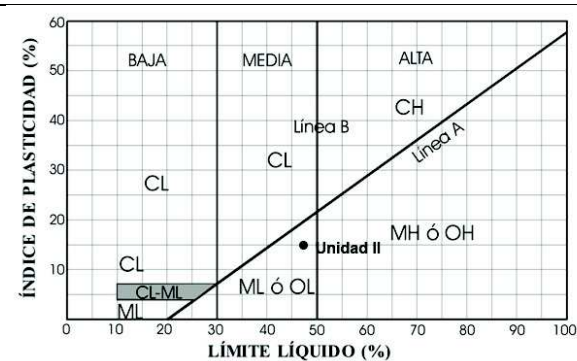
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (6,9%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0,3%
	finas De 4,75 a 19 mm.	6,6%
Arenas (67,8%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	18,2%
	medias De 0,425 a 2 mm.	31,4%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	18,1%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	25,4%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (24,7%)	gruesas De 19 a 75 mm.	3,4%
	finas De 4,75 a 19 mm.	21,3%
Arenas (67,7%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	18,4%
	medias De 0,425 a 2 mm.	34,2%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	15,1%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	7,6%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (14,7%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0,6%
	finas De 4,75 a 19 mm.	14,1%
Arenas (35,4%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	6,5%
	medias De 0,425 a 2 mm.	15,3%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	13,5%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	49,9%

Gráfico de Casagrande



Se ha realizado una determinación de la expansividad en el aparato lambe, obteniendo un índice de hinchamiento de 0,03 MPa y un cambio potencial de volumen, No crítico.

Los ensayos de penetración estándar dan 55, 55, 32, 44 golpes y rechazo, por lo que catalogamos esta unidad como de compacidad DENSA a MUY DENSA

Ángulo de rozamiento interno: 38°

Peso específico: 19,50-20,5 kN/m<sup>3</sup>

Cohesión: 20-25 kN/m<sup>3</sup>

Coefficiente de empuje en reposo: 0,38

Coefficiente de balasto K<sub>30</sub>: (4,0-4,5)10<sup>5</sup> kN/m<sup>3</sup>

Espesores (profundidades referidas a la cota de emboquillado del sondeo):

Sondeo 1.1: 2,00 m, de 13,00 a 15,00 m

Sondeo 1.2: 1,10 m, de 7,50 a 10,40 m

Sondeo 1.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 2.1: 3,00 m, de 10,00 a 13,00 m

Sondeo 2.2: 3,50 m, de 9,00 a 12,50 m

Sondeo 2.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 3.1: No detectado

Sondeo 3.2: 2,00 m, de 9,00 a 11,00 m

Sondeo 3.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 4.1: 2,00 m, de 9,00 a 11,00 m

Sondeo 4.2: 2,00 m, de 9,00 a 11,00 m

Sondeo 4.3 (inclinado): 5,00 m, de 15,00 a 20,00 m (2,50 m en la vertical)

Sondeo 5.1: 3,20 m, de 8,00 a 11,20 m

Sondeo 5.2: No detectado

Sondeo 5.3 (inclinado): 8,00 m, de 16,00 a 24,00 m (4,00 m en la vertical)

Sondeo 6.1: No detectado

Sondeo 6.2: 3,60 m, de 8,60 a 11,60 m

Sondeo 6.3 (inclinado): 3,00 m, de 20,00 a 23,00 m (1,50 m en la vertical)

Sondeo 7.1: No detectado



Sondeo 7.2: No detectado  
Sondeo 7.3 (inclinado): 9,00 m, de 14,00 a 23,00 m (4,50 m en la vertical)  
Sondeo 8.1: No detectado  
Sondeo 8.2: No detectado  
Sondeo 8.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 9.1: No detectado  
Sondeo 9.2: No detectado  
Sondeo 9.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 10.1: 0,50 m, de 7,50 a 8,00 m  
Sondeo 10.2: 0,70 m, de 8,00 a 8,70 m  
Sondeo 10.3 (inclinado): 1,00 m, de 14,50 a 15,50 m (0,50 m en la vertical)  
Sondeo 11.1: No detectado  
Sondeo 11.2: 1,50 m, de 7,00 a 8,50 m  
Sondeo 11.3 (inclinado): 4,00 m de 18,00 a 22,00 m (2,00 m en la vertical)  
Sondeo 12.1: No detectado  
Sondeo 12.2: No detectado  
Sondeo 12.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 13.1: No detectado  
Sondeo 13.2: No detectado  
Sondeo 13.3 (inclinado): 6,00 m de 19,00 a 25,00 m (3,00 m en la vertical)  
Sondeo 14.1: No detectado  
Sondeo 14.2: No detectado  
Sondeo 14.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 15.1: no detectado  
Sondeo 15.2: no detectado  
Sondeo 15.3 (inclinado): 3,10 m de 20,50 a 23,60 m (1,60 m en la vertical)

Sondeo 16.1: no detectado  
Sondeo 16.2: no detectado  
Sondeo 16.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 17.1: no detectado  
Sondeo 17.2: no detectado  
Sondeo 17.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 18.1: no detectado  
Sondeo 18.2: No detectado  
Sondeo 18.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 19.1: No detectado  
Sondeo 19.2: No detectado  
Sondeo 19.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 20.1: No detectado  
Sondeo 20.2: No detectado  
Sondeo 20.3 (inclinado): no detectado

#### **Unidad IV: Arenas gruesas con gravas**

Unidad constituida por arenas gruesas y medias con alguna grava aislada de tamaños inferiores a los 6 cm. Las gravas son mayoritariamente de naturaleza basáltica, aunque hay que destacar que en algunos niveles de esta unidad se aprecian numerosas gravas y arenas gruesas formadas por concreciones calcáreas de colores blanquecinos. No se aprecia ningún tipo de organización interna.

En función del análisis granulométrico realizado y según la clasificación de suelos unificada, catalogamos esta unidad como SM, arenas mal graduadas con limos y con gravas.

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (17,7%)	gruesas De 19 a 75 mm.	4,9%
	finas De 4,75 a 19 mm.	12,8%
Arenas (75,5%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	20,9%
	medias De 0,425 a 2 mm.	45,3%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	9,3%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	6,8%

Los resultados de los ensayos de penetración estándar dan 34, 26, 31, 32 golpes y rechazo, aunque como se ha comentado para las unidades anteriores la presencia de bolos y gravas gruesas afecta sustancialmente a los resultados de los ensayos de penetración.

Terzaghi y Peck, recomiendan para arenas finas y limos por debajo del nivel freático hacer la siguiente corrección si  $N_{30} > 15$ .

$$N = 15 + (N' - 15) / 2$$

Los valores corregidos de  $N_{30}$  dan 25, 21, 23 y 24 golpes por lo que catalogamos esta unidad esta unidad como de compacidad MEDIA.

Para estimar el ángulo de rozamiento interno y el coeficiente de balasto de este nivel hemos utilizado las siguientes ecuaciones:

$$\Phi = 5,35 \cdot \ln(N_{SPT}) + 14,44 \quad K_{30} = 10^{\frac{N+2}{34}}$$

Ángulo de rozamiento interno: 33°

Peso específico: 17,0-17,5 kN/m<sup>3</sup>

Coeficiente de empuje en reposo: 0,45

Coeficiente de balasto  $K_{30}$ : (6,0-8,0)10<sup>4</sup> kN/m<sup>3</sup>

Espesores (profundidades referidas a la cota de emboquillado del sondeo):

Sondeo 1.1: 3,00 m, de 10,00 a 13,00 m

Sondeo 1.2: No detectado

Sondeo 1.3 (inclinado): de 17,00 m a fin de perforación (30,00 m)

Sondeo 2.1: 0,40 m, de 9,60 a 10,00 m

Sondeo 2.2: No detectado

Sondeo 2.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 3.1: 2,00 m, de 8,00 a 10,00 m

Sondeo 3.2: No detectado

Sondeo 3.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 4.1: 1,00 m, de 8,00 a 9,00 m

Sondeo 4.2: No detectado

Sondeo 4.3 (inclinado): de 20,00 m a fin de perforación (30,00 m)

Sondeo 5.1: No detectado

Sondeo 5.2: 2,00 m, de 8,00 a 10,00 m

Sondeo 5.3 (inclinado): de 23,00 m a fin de perforación (30,00 m)

Sondeo 6.1: No detectado

Sondeo 6.2: No detectado

Sondeo 6.3 (inclinado): de 23,00 m a fin de perforación (30,00 m)

Sondeo 7.1: No detectado

Sondeo 7.2: No detectado

Sondeo 7.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 8.1: No detectado

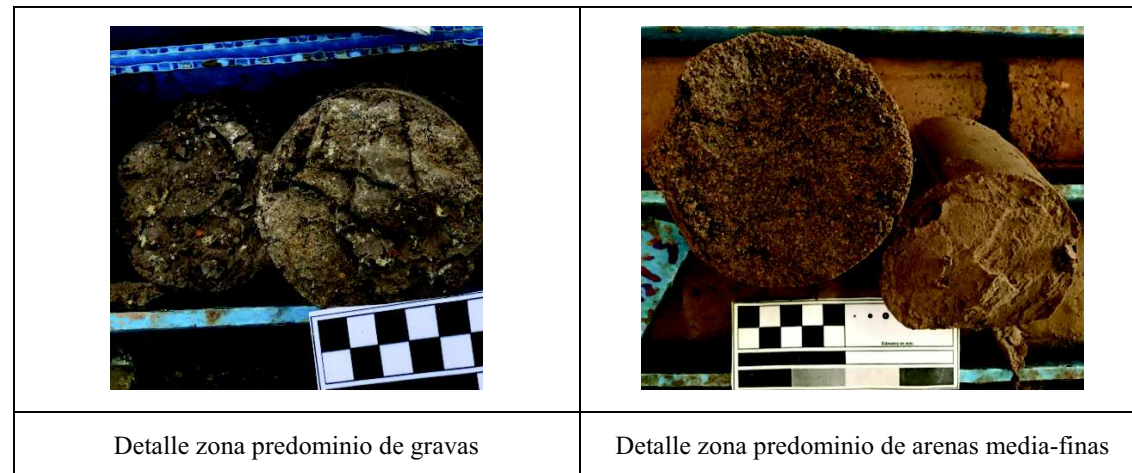
Sondeo 8.2: No detectado  
Sondeo 8.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 9.1: No detectado  
Sondeo 9.2: No detectado  
Sondeo 9.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 10.1: No detectado  
Sondeo 10.2 No detectado  
Sondeo 10.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 11.1: No detectado  
Sondeo 11.2: No detectado  
Sondeo 11.3 (inclinado): 4,00 m de 18,00 a 22,00 m (2,00 m en la vertical)  
Sondeo 12.1: 4,60 m, de 9,40 a 14,00 m  
Sondeo 12.2: No detectado  
Sondeo 12.3 (inclinado): de 26,50 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 13.1: 0,80 m, de 7,20 a 8,00 m  
Sondeo 13.2: No detectado  
Sondeo 13.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 14.1: No detectado  
Sondeo 14.2: No detectado  
Sondeo 14.3 (inclinado): 4,00 m de 16,50 a 20,50 m (2,00 m en la vertical)  
Sondeo 15.1: 2,40 m, de 5,60 as 8,00 m  
Sondeo 15.2: 2,40 m, de 3,00 a 5,40 m  
Sondeo 15.3 (inclinado): de 23,60 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 16.1: no detectado  
Sondeo 16.2: no detectado  
Sondeo 16.3 (inclinado): no detectado

Sondo 17.1: no detectado  
Sondeo 17.2: 1,50 m, de 4,50 a 6,00 m  
Sondeo 17.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 18.1: no detectado  
Sondeo 18.2: No detectado  
Sondeo 18.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 19.1: No detectado  
Sondeo 19.2: 2,50 m, de 3,00 a 5,50 m  
Sondeo 19.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 20.1: No detectado  
Sondeo 20.2: No detectado  
Sondeo 20.3 (inclinado): no detectado



### Unidad V: Arenas finas con gravas

Unidad constituida por arenas finas limosas de colores predominantemente marrones con alguna grava aislada con formas angulosas y tamaños inferiores a 4-5 cm (ver foto). Se observan algunos restos aislada de bivalvos y gasterópodos rotos, así como algún bolo fonolítico aislado. Además se aprecian niveles compuestos casi exclusivamente por arenas medias y gruesas (ver foto). Por último presenta otros niveles de colores más claros y con mayor grado de meteorización.



En función de las determinaciones de los límites de Atterberg y los análisis granulométricos realizados clasificamos esta unidad como SM-MH, arenas limosas, mezcla de arenas y limos con gravas.

### Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (13,3%)	gruesas De 19 a 75 mm.	2,9%
	finas De 4,75 a 19 mm.	10,5%
Arenas (82,2%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	6,6%
	medias De 0,425 a 2 mm.	34,8%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	40,8%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	4,4%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (0,8%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0,0%
	finas De 4,75 a 19 mm.	0,8%
Arenas (31,6%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	0,7%
	medias De 0,425 a 2 mm.	15,0%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	15,9%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	67,6%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (19,1%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0,6%
	finas De 4,75 a 19 mm.	18,5%
Arenas (64,0%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	14,9%
	medias De 0,425 a 2 mm.	38,4%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	10,7%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	16,9%

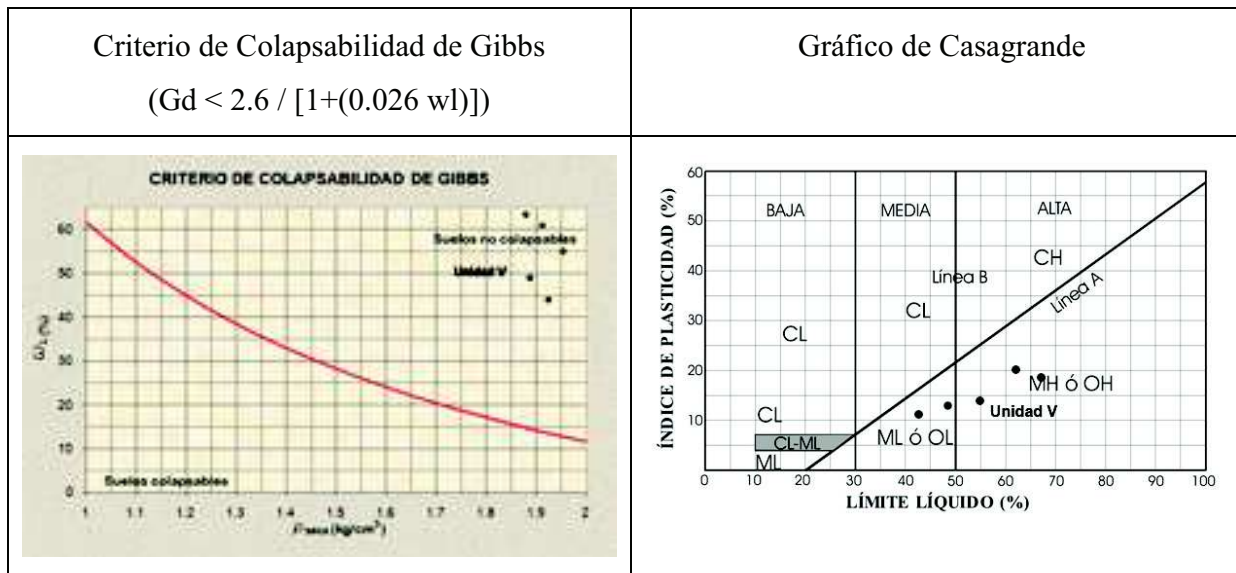
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (0,3%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0,0%
	finas De 4,75 a 19 mm.	0,3%
Arenas (59,9%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	0,8%
	medias De 0,425 a 2 mm.	47,3%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	11,8%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	39,8%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (27,6%)	gruesas De 19 a 75 mm.	6,8%
	finas De 4,75 a 19 mm.	20,8%
Arenas (35,5%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	8,9%
	medias De 0,425 a 2 mm.	15,6%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	11,1%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	36,9%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00		
Bloques	Más de 300 mm.	0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0,0%
Gravas (12,2%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0,5%
	finas De 4,75 a 19 mm.	11,7%
Arenas (37,3%)	gruesas De 2 a 4,75 mm.	3,4%
	medias De 0,425 a 2 mm.	16,5%
	finas De 0,075 a 0,425 mm.	17,4%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.	50,5%



Se ha realizado una determinación de la expansividad en el aparato lambe, obteniendo un índice de hinchamiento de 0,09 MPa y un cambio potencial de volumen, Marginal.

Por último se han realizado cuatro ensayos de rotura a compresión uniaxial cuyos resultados varía de 0,29 a 1,03 MPa

Los resultados de los ensayos de penetración estándar dan 44, 36, 46, 55, 34, 40 golpes y rechazo.

Los valores corregidos de N<sub>30</sub> por encontrarnos por debajo del nivel freático dan 30, 26, 31, 35, 25 y 28 golpes por lo que catalogamos esta unidad esta unidad como de consistencia DURA.

Para estimar el ángulo de rozamiento interno, la cohesión y el coeficiente de balasto de este nivel hemos utilizado las ecuaciones citadas anteriormente.

Ángulo de rozamiento interno: 32°

Peso específico: 19,0-20,0 kN/m<sup>3</sup>

Cohesión: 20-25 kN/m<sup>3</sup>

Coefficiente de empuje en reposo: 0,47

Coefficiente de balasto K<sub>30</sub>: (6,0-6,5)10<sup>4</sup> kN/m<sup>3</sup>

Espesores (profundidades referidas a la cota de emboquillado del sondeo):

Sondeo 1.1: No detectado

Sondeo 1.2: 3,50m, de 11,50 a 15,00 m

Sondeo 1.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 2.1: No detectado

Sondeo 2.2: 2,50 m, de 12,50 a 15,00 m

Sondeo 2.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 3.1: de 10,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 3.2: de 11,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 3.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 4.1: de 11,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 4.2: de 11,00 n a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 4.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 5.1: de 11,20 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 5.2: No detectado

Sondeo 5.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 6.1: 2,50 m, de 7,50 a 10,00 m

Sondeo 6.2: 1,00 m, de 7,00 a 8,00 m

Sondeo 6.3 (inclinado): de 14,50 a 20,00 m

Sondeo 7.1: No detectado

Sondeo 7.2: 3,00 m, de 6,00 s 9,00 m  
Sondeo 7.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 8.1: 0,50 m, de 8,80 a 9,30 m  
Sondeo 8.2: 1,30 m, de 6,90 a 8,20 m  
Sondeo 8.3 (inclinado): 1,50 m de 17,00 a 18,50 m (0,75 m en la vertical)  
Sondeo 9.1: 0,60 m, de 8,80 a 9,40 m  
Sondeo 9.2: No detectado  
Sondeo 9.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 10.1: No detectado  
Sondeo 10.2: No detectado  
Sondeo 10.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 11.1: No detectado  
Sondeo 11.2: No detectado  
Sondeo 11.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 12.1: de 14,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 12.2: de 6,70 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 12.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 13.1: de 8,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 13.2: de 7,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 13.3 (inclinado): de 27,50 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 14.1: de 6,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 14.2: de 6,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 14.3 (inclinado): de 20,50 m a fin de perforación (26,00 m)  
Sondeo 15.1: de 8,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 15.2: de 5,40 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 15.3 (inclinado): no detectado

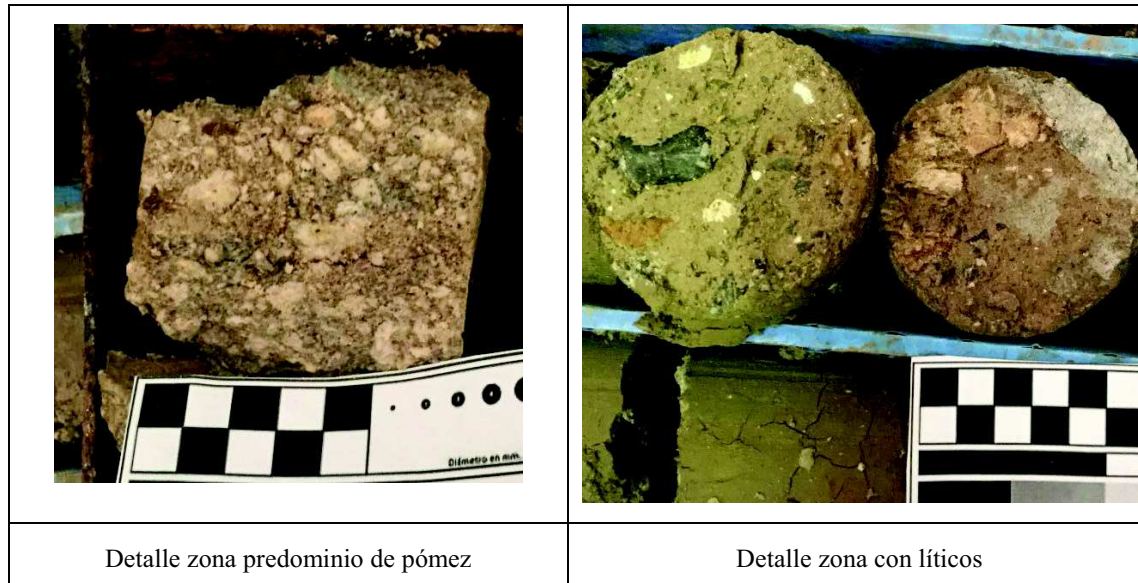
Sondeo 16.1: no detectado  
Sondeo 16.2: 4,10 m, de 9,40 a 13,50 m  
Sondeo 16.3 (inclinado): 9,00 m de 15,00 a 24,00 m (4,50 m en la vertical)  
Sondeo 17.1: 2,50 m, de 8,50 a 11,00 m  
Sondeo 17.2: 3,50 m, de 8,50 a 12,00 m  
Sondeo 17.3 (inclinado): 10,00 m de 13,00 a 23,00 m (5,00 m en la vertical)  
Sondeo 18.1: 5,10 m, de 5,90 a 11,00 m  
Sondeo 18.2: 5,20 m, de 7,00 a 12,20 m  
Sondeo 18.3 (inclinado): 9,00 m de 13,00 a 22,00 m (4,50 m en la vertical)  
Sondeo 19.1: 1,30 m, de 9,00 a 10,30 m  
Sondeo 19.2: 1,00 m, de 10,00 a 11,00 m  
Sondeo 19.3 (inclinado): 5,00 m de 18,00 a 23,00 m (2,50 m en la vertical)  
Sondeo 20.1: 3,20 m, de 6,80 a 10,00 m  
Sondeo 20.2: 4,50 m, de 7,50 a 12,00 m.  
Sondeo 20.3 (inclinado): 11,50 m de 11,50 a 23,00 m (5,75 m en la vertical)

#### **Unidad VI: Tobas piroclásticas**

Unidad constituida por una tobas pumíticas no soldada del tipo “ash and pumice” conocida en la terminología local como “canto blanco”. Está constituida por un 40% de pómez, un 20% de líticos y un 40% de matriz cinerítica de color marrón claro. Presenta alguno s niveles constituidos casi exclusivamente por pómez. El tamaño de los fragmentos de pómez es



inferior a 3 cm y el de los líticos inferiores a 5 cm con formas angulosas y subangulosas. Presenta un grado de meteorización IV, roca meteorizada. Según la clasificación de campo I.R.M.S. (1981) este nivel está compuesto por una roca muy blanda (R<sub>1</sub>).



Detalle zona predominio de pómez

Detalle zona con líticos

En función de las determinaciones de los límites de Atterberg y los análisis granulométricos realizados clasificamos esta unidad como SM-MH, arenas limosas, mezcla de arenas y limos con gravas.

**Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00**

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00			
Bloques	Más de 300 mm.		0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.		0,0%
Gravas (15,2%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	5,6%
	finas	De 4,75 a 19 mm.	9,5%
Arenas (35,7%)	gruesas	De 2 a 4,75 mm.	5,3%
	medias	De 0,425 a 2 mm.	12,0%
	finas	De 0,075 a 0,425 mm.	18,5%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.		49,1%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00			
Bloques	Más de 300 mm.		0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.		0,0%
Gravas (4,2%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	0,0%
	finas	De 4,75 a 19 mm.	4,2%
Arenas (63,6%)	gruesas	De 2 a 4,75 mm.	3,9%
	medias	De 0,425 a 2 mm.	44,6%
	finas	De 0,075 a 0,425 mm.	15,2%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.		32,1%

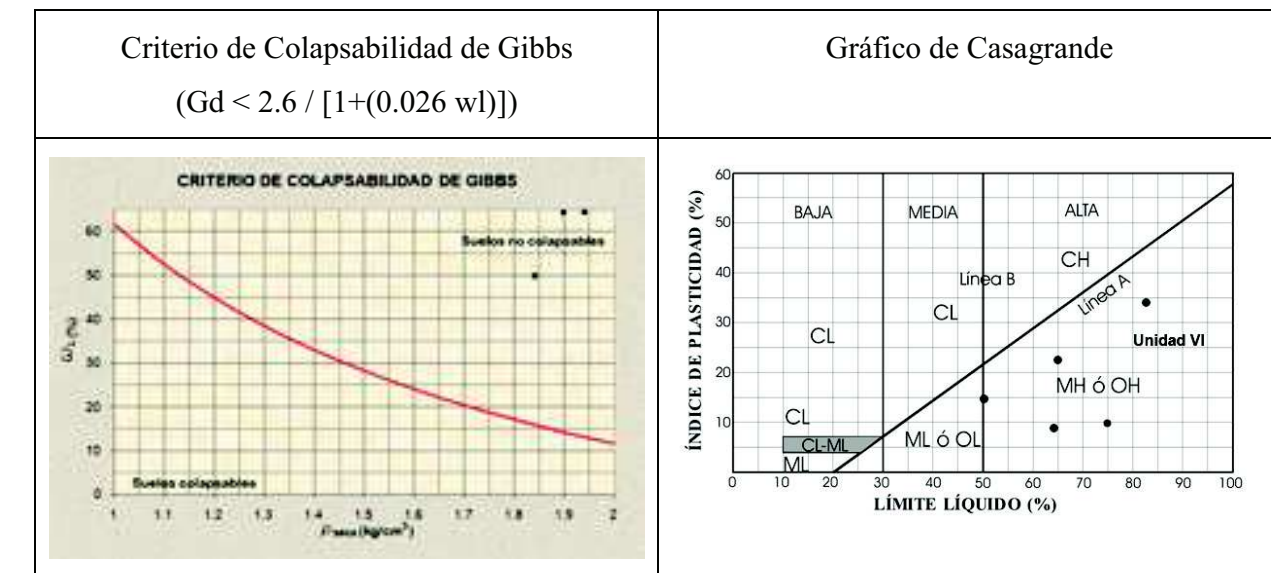
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00			
Bloques	Más de 300 mm.		0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.		0,0%
Gravas (5,5%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	0,0%
	finas	De 4,75 a 19 mm.	5,5%
Arenas (60,2%)	gruesas	De 2 a 4,75 mm.	2,8%
	medias	De 0,425 a 2 mm.	40,4%
	finas	De 0,075 a 0,425 mm.	17,0%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.		34,3%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00			
Bloques	Más de 300 mm.		0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.		0,0%
Gravas (10,6%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	0,3%
	finas	De 4,75 a 19 mm.	10,2%
Arenas (45,1%)	gruesas	De 2 a 4,75 mm.	6,9%
	medias	De 0,425 a 2 mm.	26,1%
	finas	De 0,075 a 0,425 mm.	12,1%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.		44,4%

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00			
Bloques	Más de 300 mm.		0,0%
Cantos	De 75 a 300 mm.		0,0%
Gravas (23,9%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	0,0%
	finas	De 4,75 a 19 mm.	23,9%
Arenas (37,2%)	gruesas	De 2 a 4,75 mm.	2,4%
	medias	De 0,425 a 2 mm.	20,3%
	finas	De 0,075 a 0,425 mm.	14,6%
Limos y arcillas	Menos de 0,075 mm.		38,9%



Se han realizado dos determinaciones de la expansividad en el aparato lambe, obteniendo índices de hinchamiento de 0,05 y 0,03MPa y cambios potenciales de volumen, No crítico.

Por último se han realizado dos ensayos de rotura a compresión uniaxial cuyos resultados han sido 0,20 y 0,34 MPa

Los resultados de los ensayos S.P.T. dan 34, 46 golpes y rechazo.

Los valores corregidos de  $N_{30}$  por encontrarnos por debajo del nivel freático dan 25 y 31 golpes, si bien hay que tener en cuenta que las presiones intersticiales que se generan en el momento del golpeo y los rozamientos parásitos afectan sustancialmente los resultados, la dispersión en las correlaciones es mucho mayor que en los terrenos granulares. Con lo expuesto podemos catalogar esta Unidad como de consistencia de MEDIA a COMPACTA.

Ángulo de rozamiento interno:  $28^\circ$

Cohesión: 20-25 kN/m<sup>2</sup>

Peso específico: 18,0-19,0 kN/m<sup>3</sup>

Coefficiente de empuje en reposo: 0,50

Coefficiente de balasto  $K_{30}$ : (5,0-7,0)10<sup>4</sup> kN/m<sup>3</sup>

Espesores (profundidades referidas a la cota de emboquillado del sondeo):

Sondeo 1.1: de 15,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 1.2: de 15,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 1.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 2.1: de 13,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 2.2: de 15,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 2.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 3.1: de 10,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 3.2: No detectado

Sondeo 3.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 4.1: No detectado

Sondeo 4.2: No detectado

Sondeo 4.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 5.1: No detectado

Sondeo 5.2: de 10,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 5.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 6.1: de 10,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 6.2: de 11,60 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 6.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 7.1: de 10,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 7.2: de 9,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 7.3 (inclinado): de 23,00 m a fin de perforación (30,00 m)

Sondeo 8.1: de 9,30 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 8.2: de 8,20 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 8.3 (inclinado): de 19,00 m a fin de perforación (23,00 m)

Sondeo 9.1: de 9,40 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 9.2: de 9,30 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 9.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 10.1: de 8,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 10.2: de 8,70 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 10.3 (inclinado): no detectado

Sondeo 11.1: de 7,00 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 11.2: de 8,50 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 11.3 (inclinado): de 26,00 as fin de perforación (30,00 m)

Sondeo 12.1: No detectado  
Sondeo 12.2: No detectado  
Sondeo 12.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 13.1: No detectado  
Sondeo 13.2: No detectado  
Sondeo 13.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 14.1: No detectado  
Sondeo 14.2: No detectado  
Sondeo 14.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 15.1: No detectado  
Sondeo 15.2: No detectado  
Sondeo 15.3 (inclinado): no detectado  
Sondeo 16.1: de 5,40 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 16.2: de 7,50 a 9,40 m y de 13,50 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 16.3 (inclinado): de 11,00 a 15,00 m y de 24,00 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 17.1: de 5,50 a 8,50 m y de 11,50 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 17.2: de 6,00 a 8,50 m y de 12,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 17.3 (inclinado): de 10,00 a 13,00 m y de 23,00 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 18.1: de 3,50 a 5,90 m y de 11,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 18.2: de 4,50 a 7,00 m y de 12,20 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 18.3 (inclinado): de 10,00 a 13,00 m y de 22,00 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 19.1: de 3,50 a 9,00 m y de 10,30 m a fin de perforación (17,00 m)

Sondeo 19.2: de 5,50 a 10,00 m y de 11,50 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 19.3 (inclinado): de 10,00 a 18,00 m y de 23,50 m a fin de perforación (30,00 m)  
Sondeo 20.1: de 4,00 a 6,80 m y de 10,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 20.2: de 5,00 a 7,50 m y de 12,00 m a fin de perforación (17,00 m)  
Sondeo 20.3 (inclinado): de 8,50 a 12,00 m y de 19,00 m a fin de perforación (27,00 m)



Los ensayos normalizados de penetración, SPT (Standard Penetration Test), que se han realizado a lo largo del sondeo dan los siguientes resultados:

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo (cada 15 cm)	N <sub>30</sub> <sup>(1)</sup>
1.1	10,00-10,45	11-15-19	34
1.1	13,00-13,45	10	1729426
1.1	15,00-15,45	20-25-30	55
1.2	6,00-6,45	1-2-1	3
1.2	9,00-9,45	17-24-8	3234
2.1	7,50-7,95	10-13-17	30
2.1	12,00-12,09	R	R
2.2	2,00-2,45	7-6-7	13
2.2	6,00-6,45	4-7-9	16
2.2	9,00-9,45	16-11-19	30
2.2	13,00-13,45	17-19-25	44
3.1	6,00-6,45	12-14-14	28
3.1	9,00-9,45	12-12-19	31
3.1	12,50-12,62	R	R
3.2	4,00-4,45	6-7-5	12
3.2	9,00-9,10	R	R
3.2	12,00-12,05	R	R
3.2	15,00-15,08	R	R
4.1	9,00-9,45	10-15-17	32
4.1	12,00-12,09	R	R
4.1	13,00-12,11	R	R

4.1	16,00-16,02	R	R
4.2	9,00-9,06	R	R
4.2	11,00-11,45	20-25-30	55
4.2	11,00-11,45	8-11-11	22
4.2	13,50-13,55	R	R
5.1	9,00-9,45	10-15-17	32
5.1	14,00-14,13	R	R
5.1	16,00-16,05	R	R
5.2	4,00-4,45	3-1-2	3
5.2	8,00-8,45	7-9-13	22
5.2	14,00-14,07	R	R
5.2	16,00-16,01	R	R
6.1	3,00-3,45	10-2-5	7
6.1	9,00-9,06	R	R
6.1	13,00-13,08	R	R
6.1	16,00-16,09	R	R
6.2	7,00-7,45	5-7-6	13
6.2	10,00-10,45	15-19-25	44
6.2	13,00-13,08	R	R
7.1	8,00-8,05	R	R
7.1	13,00-13,03	R	R
7.1	16,00-16,07	R	R
7.2	8,00-8,45	10-17-19	36
7.2	13,00-13,06	R	R
7.2	16,00-16,03	R	R

8.1	3,00-3,12	R	R
8.1	6,00-6,45	8-10-12	22
8.2	14,00-14,13	R	R
9.1	13,00-13,08	R	R
9.2	4,00-4,45	6-8-6	14
9.2	8,00-8,45	12-13-19	32
9.2	10,00-10,45	10-15-19	34
9.2	15,00-15,35	16-24-R	R
10.1	12,00-12,05	R	R
10.1	14,00-14,05	R	R
10.1	16,00-16,11	R	R
10.2	11,00-11,09	R	R
10.2	14,00-14,05	R	R
11.1	7,00-7,03	R	R
11.1	10,00-10,06	R	R
11.1	13,00-13,08	R	R
11.1	16,00-16,05	R	R
11.2	10,00-10,05	R	R
11.2	13,00-13,11	R	R
11.2	16,00-16,03	R	R
12.1	7,00-7,09	R	R
12.1	10,00-10,09	R	R
12.1	13,00-13,05	R	R
12.1	16,00-16,03	R	R
12.2	9,00-9,07	R	R

13.1	10,00-10,45	17-21-25	46
13.1	13,00-13,45	19-25-30	55
13.1	16,00-16,07	R	R
13.2	9,00-9,05	R	R
13.2	12,00-12,07	R	R
13.2	15,00-15,06	R	R
14.1	6,00-6,06	R	R
14.1	9,00-9,09	R	R
14.1	12,00-12,45	17-11-23	34
14.1	16,00-16,04	R	R
14.2	9,00-9,03	R	R
14.2	12,00-12,09	R	R
14.2	15,00-15,063	R	R
15.1	6,00-6,03	R	R
15.1	9,00-9,06	R	R
15.1	13,50-13,95	14-17-17	34
15.1	15,00-15,40	27-36-R	R
15.2	9,00-9,04	R	R
15.2	12,00-12,03	R	R
15.2	15,00-15,07	R	R
16.1	10,00-10,04	R	R
16.1	13,00-13,08	R	R
16.1	16,00-16,04	R	R
16.2	9,00-9,08	R	R
16.2	12,00-12,03	R	R

16.2	15,00-15,01	R	R
17.1	6,00-6,11	R	R
17.1	9,00-9,05	R	R
17.1	12,50-12,59	R	R
17.2	6,00-6,12	R	R
17.2	10,00-10,06	R	R
17.2	13,00-13,07	R	R
17.2	15,00-15,09	R	R
18.1	6,00-6,08	R	R
18.1	8,00-8,11	R	R
18.1	13,00-13,06	R	R
18.1	15,00-15,04	R	R
18.2	6,00-6,14	R	R
18.2	10,00-10,03	R	R
18.2	13,00-13,06	R	R
18.2	15,00-15,07	R	R
18.2	16,00-16,09	R	R
19.1	4,00-4,04	R	R
19.1	7,00-7,06	R	R
19.1	10,00-10,10	R	R
19.1	13,00-13,08	R	R
19.1	15,00-15,06	R	R
19.2	10,00-10,03	R	R
19.2	13,00-13,08	R	R
19.2	15,00-15,08	R	R

20.1	4,00-4,03	R	R
20.1	7,00-7,02	R	R
20.1	10,00-10,11	R	R
20.1	13,00-13,05	R	R
20.1	15,00-15,11	R	R
20.2	9,00-9,45	17-19-21	40
20.2	12,00-12,45	19-21-25	46
20.2	15,00-15,06	R	R

<sup>(1)</sup> Después de limpiar el fondo del sondeo, se coloca el sacatestigo y se golpea hasta avanzar 15 cm a fin de eliminar la zona superficial parcialmente alterada. Se sigue después el golpeo, contando el número  $N_1$ , de golpes de maza para hincar el útil 15 cm, y después el número  $N_2$  para hincar otros 15 cm. El parámetro medido es:  $N_{30} = N_1 + N_2$ .



Según Hunt (1984) en función del golpeo se puede establecer la siguiente clasificación:

SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
N <sub>30</sub>	Consistencia	N <sub>30</sub>	Compacidad
<2	Muy blanda	1-4	Muy suelta
2-5	Blanda	5-10	Suelta
6-10	Firme o media	11-30	Media
11-20	Rígida o compacta	31-50	Densa
21-40	Dura o muy compacta	>50	Muy densa
>40	Muy dura		

## 5.- CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS

### 5.1.- Hidrogeología de los materiales

Las características hidrogeológicas de los niveles sedimentarios se deben a la porosidad intersticial entre sus componentes.

Las características hidrogeológicas de los materiales de la Formación Detrítica de Las Palmas se deben a la porosidad intersticial entre sus componentes, si bien suele ser irregular debido a la heterometría propia de estos depósitos.

Debido a la cercanía de la parcela a la línea de costa y la naturaleza de los materiales podemos concluir que el agua que aparece en los sondeos es consecuencia de la intrusión marina.

### 5.2.- Acuíferos y nivel freático

La determinación del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación.

Como hemos comentado con anterioridad, el nivel freático se detectó en los sondeos de reconocimiento, por lo que se estuvieron controlando las fluctuaciones del mismo durante toda la campaña geotécnica. Dicho nivel varía entre las cotas -3,00 m (en períodos de pleamar) y -4,00 m en períodos de bajamar, respecto del vial de servicios a la altura del intercambiador de guaguas.

## 6.- SISMICIDAD

### 6.1.- Sismicidad de la zona

La zona de estudio se halla en una zona de baja sismicidad.

### 6.2.- Aplicación de la NCR-02

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02) de 27 de septiembre de 2002 tiene como objeto proporcionar los criterios que se han de seguir para la consideración de la acción sísmica en los proyectos de construcción de obras de nueva planta.

La Norma clasifica en el capítulo 1, las construcciones en tres tipos:

- *De importancia moderada:* aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- *De importancia normal:* cuando la destrucción por un terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir pérdidas económicas importantes, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- *De importancia especial:* cuando la destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos

catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas.

### 6.3.- Parámetros de cálculo

En la NCSR-02 se definen los siguientes parámetros de cálculo:

- *Aceleración sísmica de cálculo* ( $a_c$ ): se define como.

$$a_c = S \rho a_b$$

Siendo:

- $a_b$ : aceleración sísmica básica. Es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno. Para el Municipio de Las Palmas de Gran Canaria es de 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad
- K: coeficiente de contribución que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. Para el Municipio de Las Palmas de Gran Canaria es 1.
- $\rho$ , Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el período de vida para el que se proyecta la construcción.

Toma los siguientes valores:

Construcciones de normal importancia:  $\rho = 1,0$

Construcciones de importancia especial:  $\rho = 1,3$

- S: coeficiente de amplificación del terreno. Toma valor:

Para  $\rho a_b \leq 0,1 g$   $S = C/1,25$

Para  $0,1g < \rho a_b < 0,4 g$   $S = (C/1,25) + 3,33 \{ \rho (a_b/g) - 0,1 \}$   
 $\{ 1 - (C/1,25) \}$

Para  $0,4 g \leq \rho a_b$   $S = 1,0$

- C: coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación. En esta Norma los terrenos se clasifican en:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro.
- Terrenos tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.
- Terrenos tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando.

A cada uno de estos terrenos se le asigna un coeficiente C indicado en la tabla siguiente:

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinaran los espesores  $e_1, e_2, e_3$  y  $e_4$  de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente existentes bajo la superficie. Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes  $C_i$  de cada espesor  $e_i$ , en metros, mediante la expresión:

$$C = (\sum C_i e_i) / \sum e_i$$

En nuestro caso el terreno es tipo III, por lo que tomamos valor del coeficiente  $C = 1,6$

Por tanto la aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ):

$a_b = 0,04 g$

$\rho = 1,0$

$S = (1,6/1,25) = 1,28$

Luego  $a_c = 0,0512g$

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,04 g deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables. En los casos en los que sea de aplicación la Norma no se utilizarán estructuras de mampostería en seco, de adobe o de tapial en las edificaciones de importancia normal o especial.

En los edificios en los que ha de aplicarse, esta Norma requiere:

- Calcular la construcción para la acción sísmica, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3 (Cálculos) de dicha Norma.



- Cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4 (reglas de diseño y prescripciones constructivas en edificaciones) de la citada Norma.

## 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los datos extraídos, y de todo lo reseñado con anterioridad, podemos resumir y recomendar lo siguiente:

1-. Al inicio de las perforaciones se detecta una primera unidad constituida por un **relleno antrópico** de potencias máximas detectadas en los sondeos 12.1 de a 9,40 m y 15.3 de 9,50 m.

Constituido por un relleno de origen antrópico fruto de las diferentes actuaciones realizadas en la zona de la zona. Constituido por una mezcla de gravas, bolos, arenas y limos. En los sondeos 1.2, 2.2 y 3.3 se detecta niveles fangosos que creemos coinciden con el relleno del trasdós de las pantallas de intercambiador de guaguas. Además se han detectado desde restos de planchas de aceros, diferente tornillería, hormigón y en menor medida restos de plásticos.

Hay que reseñar que en los sondeos localizados al sur de la zona de actuación, concretamente en los sondeos 13.1, 13.2, 15.1, 16.1, 16.2, 17.1, 17.2, 18.1, 18.2, 19.1, 19.2 y 20.1 se detecta a muro de esta unidad un nivel de bolos de naturaleza fonolítica y en menor medida de ignimbritas fonolíticas.

Los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) dan 3, 3, 13, 16, 12, 3, 7 golpes y rechazo, si bien éstos últimos coinciden con niveles de gravas gruesas, bolos y otros restos de origen antrópico. Con todo esto clasificamos esta unidad como de compacidad MUY SUELTA a SUELTA.

2.- Después del relleno antrópico se detecta una segunda unidad constituida por **arenas y gravas contaminadas con aceite y fuel-oil** de potencia no superior a 4,00 m (máxima potencia detectada, sondeo 5.1).

Constituida por una mezcla de gravas y arenas negras basálticas. Las gravas, mayoritariamente escoriáceas, presentan formas angulosas y subangulosas con tamaños inferiores a los 7 cm.

Desprenden un **fuerte olor a fuel-oil**, además de presentarse **manchas de aceite de color negro**. En este nivel también se han encontrado trapos y otros restos impregnados en aceite mezclados con agua del mar, ya que se encuentra por debajo del nivel freático.

Los resultados de los ensayos S.P.T. dan valores de  $N_{30}$  de 32, 30, 30, 28, 22, 12, 22, 32 golpes y rechazo, si bien hay que tener en cuenta que los ensayos de penetración se ven afectados por la presencia de gravas gruesas. Con todo esto, catalogamos esta unidad como de compacidad MEDIA.

3.- Principalmente en la zona norte de la zona de estudio y después del nivel de arenas y gravas se detecta una tercera unidad de **arenas gruesas cementadas (areniscas)** con potencia máxima de 3,60 m en el sondeo 6.2.

Constituida por arenas gruesas cementadas de colores amarillos en los que destacan numerosos restos de conchas fragmentados.

El R.Q.D. (Rock quality designation) es menor del 10%, aunque probablemente esta roca se descomponga durante los procesos de perforación y extracción de los testigos. El grado de meteorización III, roca

moderadamente meteorizada. Según la clasificación de campo I.R.M.S. (1981) este nivel está compuesto por una roca blanda ( $R_2$ ).

Los ensayos de penetración estándar dan 55, 55, 32, 44 golpes y rechazo, por lo que catalogamos esta unidad como de compacidad DENSA a MUY DENSA.

4.- Después de las areniscas, se detecta una quinta unidad de **Arenas gruesas con gravas** de potencia indefinida en los sondeos inclinados.

Constituida por arenas gruesas y medias con alguna grava aislada de tamaños inferiores a los 6 cm. Las gravas son mayoritariamente de naturaleza basáltica, aunque hay que destacar que en algunos niveles de esta unidad se aprecian numerosas gravas y arenas gruesas formadas por concreciones calcáreas de colores blanquecinos. No se aprecia ningún tipo de organización interna.

Los resultados de los ensayos de penetración estándar dan 34, 26, 31, 32 golpes y rechazo, aunque como se ha comentado para las unidades anteriores la presencia de bolos y gravas gruesas afecta sustancialmente a los resultados de los ensayos de penetración.

Terzaghi y Peck, recomiendan para arenas finas y limos por debajo del nivel freático hacer la siguiente corrección si  $N_{30} > 15$ .

$$N = 15 + (N^2 - 15) / 2$$

Los valores corregidos de  $N_{30}$  dan 25, 21, 23 y 24 golpes por lo que catalogamos esta unidad esta unidad como de compacidad MEDIA.

5.- Se detecta una quinta unidad constituida por unas **arenas finas con gravas** de potencia indefinida.

Constituida por arenas finas limosas de colores predominantemente marrones con alguna grava aislada con formas angulosas y tamaños inferiores a 4-5 cm (ver foto). Se observan algunos restos aislados de bivalvos y gasterópodos rotos, así como algún bolo fonolítico aislado. Además se aprecian niveles compuestos casi exclusivamente por arenas medias y gruesas. Por último presenta otros niveles de colores más claros y con mayor grado de meteorización.

Los resultados de los ensayos de penetración estándar dan 44, 36, 46, 55, 34, 40 golpes y rechazo.

Los valores corregidos de  $N_{30}$  por encontrarnos por debajo del nivel freático dan 30, 26, 31, 35, 25 y 28 golpes por lo que catalogamos esta unidad esta unidad como de consistencia DURA.

6.- Por último, se detecta una sexta unidad de **tobas piroclásticas** de potencia indefinida.

Constituida por una tobas pumíticas no soldada del tipo “ash and pumice” conocida en la terminología local como “canto blanco”. Está constituida por un 40% de pómez, un 20% de líticos y un 40% de matriz cinerítica de color marrón claro. Presenta algunos niveles constituidos casi exclusivamente por pómez. El tamaño de los fragmentos de pómez es inferior a 3 cm y el de los líticos inferiores a 5 cm con formas angulosas y subangulosas. Presenta un grado de meteorización IV, roca meteorizada.

Según la clasificación de campo I.R.M.S. (1981) este nivel está compuesto por una roca muy blanda ( $R_1$ ).

Los resultados de los ensayos S.P.T. dan 34, 46 golpes y rechazo.

Los valores corregidos de  $N_{30}$  por encontrarnos por debajo del nivel freático dan 25 y 31 golpes, si bien hay que tener en cuenta que las presiones intersticiales que se generan en el momento del golpeo y los rozamientos parásitos afectan sustancialmente los resultados, la dispersión en las correlaciones es mucho mayor que en los terrenos granulares. Con lo expuesto podemos catalogar esta Unidad como de consistencia de MEDIA a COMPACTA.

7.- En el laboratorio se han realizado:

- *Contenido en sulfatos solubles*: detectándose que no es agresivo para el hormigón.
- *Granulometría de suelos por tamizado y límites de Atterberg*, clasificando:
  - Unidad I como SM, arenas limosas con gravas.
  - Unidad II como SM, arenas limosas con gravas.
  - Unidad III como SP-SM, arena mal graduada con limo.
  - Unidad IV como SM, arenas mal graduadas con limos y con gravas.
  - Unidad V como SM-MH, arenas limosas, mezcla de arenas y limos con gravas.
  - Unidad VI como SM-MH, arenas limosas, mezcla de arenas y limos con gravas.



- Resistencia a compresión uniaxial obteniendo los siguientes resultados:
  - Bolos unidad I: 78,58 y 84,00 MPa para los bolos de fonolita y 51,53 MPa para el bolo de ignimbrita fonolítica.
  - Unidad III: 7,54 MPa.
  - Unidad V: de 0,29 a 1,03 MPa.
  - Unidad VI: 0,20 y 0,34 MPa
- Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe
  - Unidad III: índice de hinchamiento de 0,03 MPa y un cambio potencial de volumen, No crítico
  - Unidad V: índice de hinchamiento de 0,09 MPa y un cambio potencial de volumen, Marginal
  - Unidad VI: índices de hinchamiento de 0,05 y 0,03MPa y cambios potenciales de volumen, No crítico

8.- La ripabilidad - excavabilidad es una característica geotécnica que se puede evaluar a partir de la resistencia a rotura del terreno correspondiente, siguiendo una clasificación sencilla se pueden adoptar los siguientes valores como referencia:

- Material de difícil excavación: 100 a 250 MPa
- Material excavable a ripable: 20 a 100 MPa
- Material ripable: < 20 MPa

En base a estos datos se puede decir que los materiales presente en la parcela, según la clasificación anterior, se trata de materiales RIPABLES.

Hay que tener en cuenta que en la unidad de relleno se han detectado planchas de acero de 3 a 4 cm de grosor y niveles de hormigón de los antiguos varaderos construidos en la zona y que pueden dificultar la excavación.

9.- Conociendo que **EL PARQUE MARÍTIMO** a construir consta de plataformas a diferentes alturas y vuelos sobre el mar, se recomienda que:

- En la zona más al norte (sondeos 1 a 8) en la que las plataformas alcanzan los 4,00 m de vuelo, se ejecute una cimentación profunda mediante micropilotes que anclen la estructura al terreno.
- En el resto de las zonas en la que el vuelo no sobrepasa los 2,00 m, (sondeo 9 a 20) se recomienda eliminar parte del actual relleno antrópico y apoyar la cimentación de la plataformas en un relleno controlado:
  - En la zona de tierra mediante un suelo seleccionado o una zahorra debidamente compactada. Se recomienda una vez alcanzada la cota de cimentación con el relleno ser realicen ensayo de carga con placa para comprobar la resistencia y la deformabilidad del relleno.
  - En la zona que avanza en el mar mediante un pedraplén formado por rocas sin alteración apreciable, compactas y

estables frente a la acción de los agentes externos y, en particular, frente al agua.

Las Palmas de Gran Canaria a 14 de noviembre de 2016



ESOCAN S.L.  
C.I.F. B-1004275  
C/214 GUMIA, 62  
35220 JINJAMAAR TELDE

Fdo: José Miguel Medina Pérez




Colegiado: 3.544

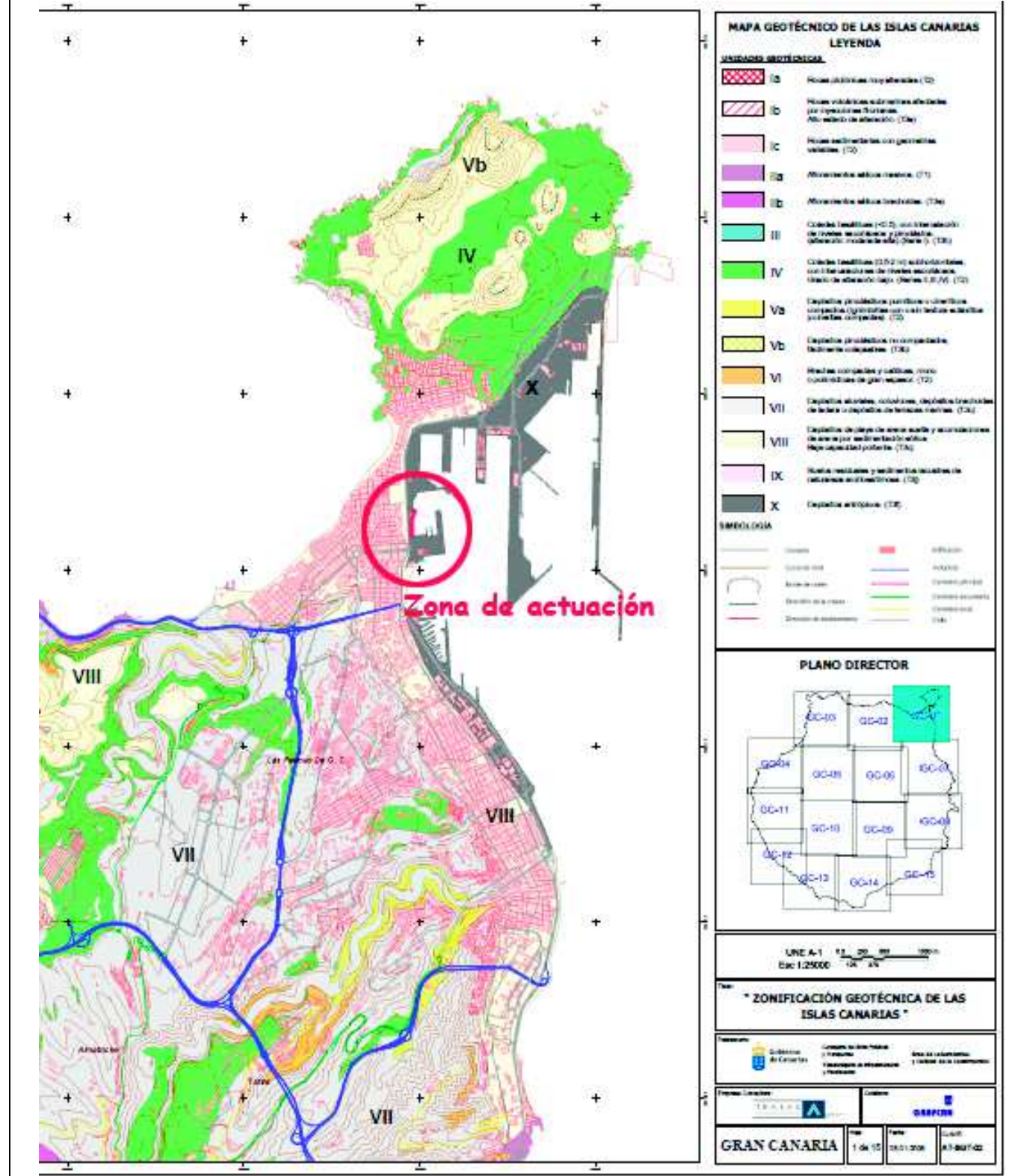
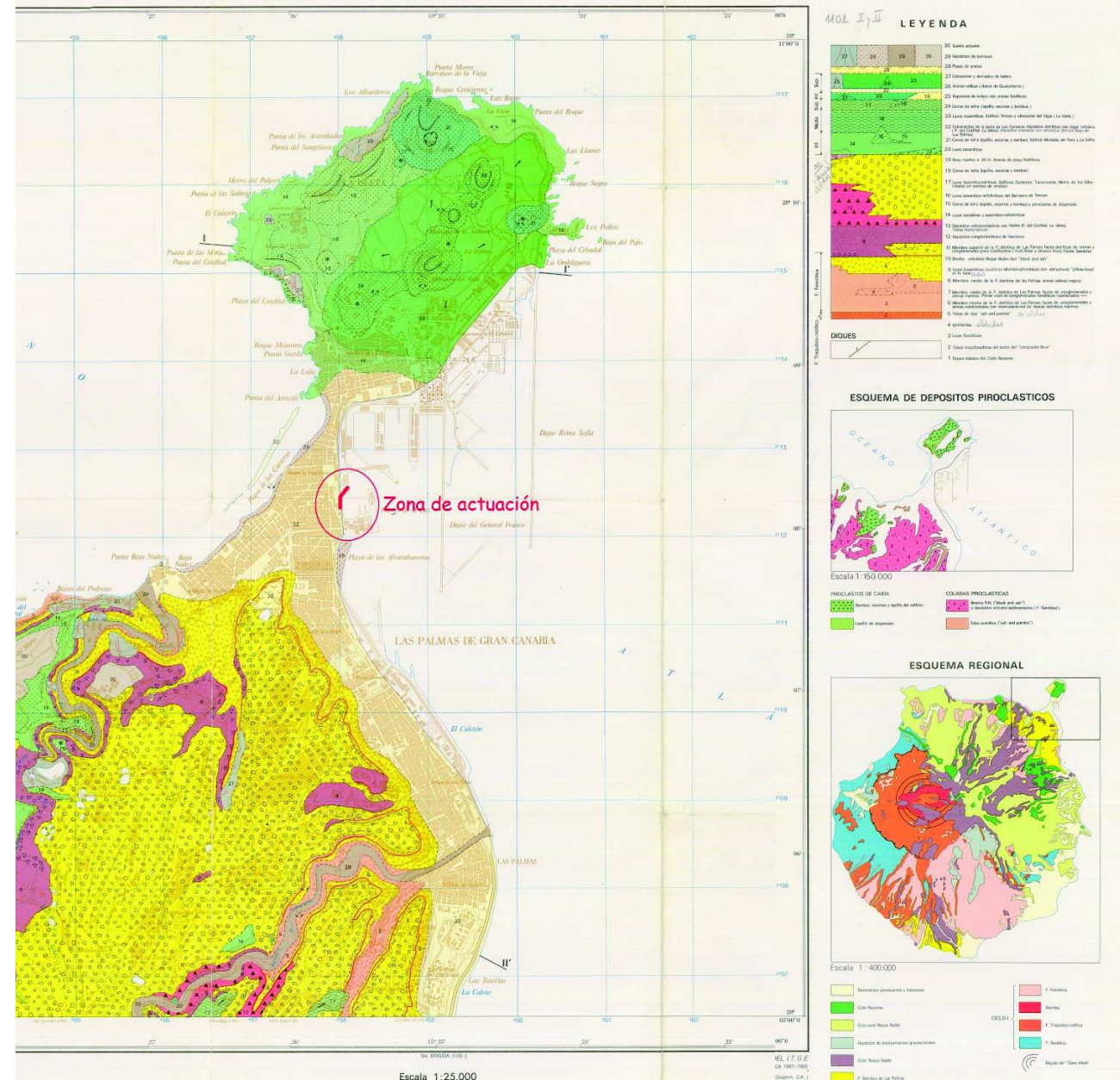
ANEXOS


# PLANOS




 <p>ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.</p>	<p>Autor: JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ</p>	<p>Peticionario: GEURSA</p>	<p>Proyecto: PARQUE MARÍTIMO</p>	
<p>Situación: Zona Base Naval-Parque Santa Catalina T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA</p>		<p>Fecha: Septiembre 2016</p>	<p>Plano: EMPLAZAMIENTO</p>	<p>PLANO 1 1 DE 1</p>



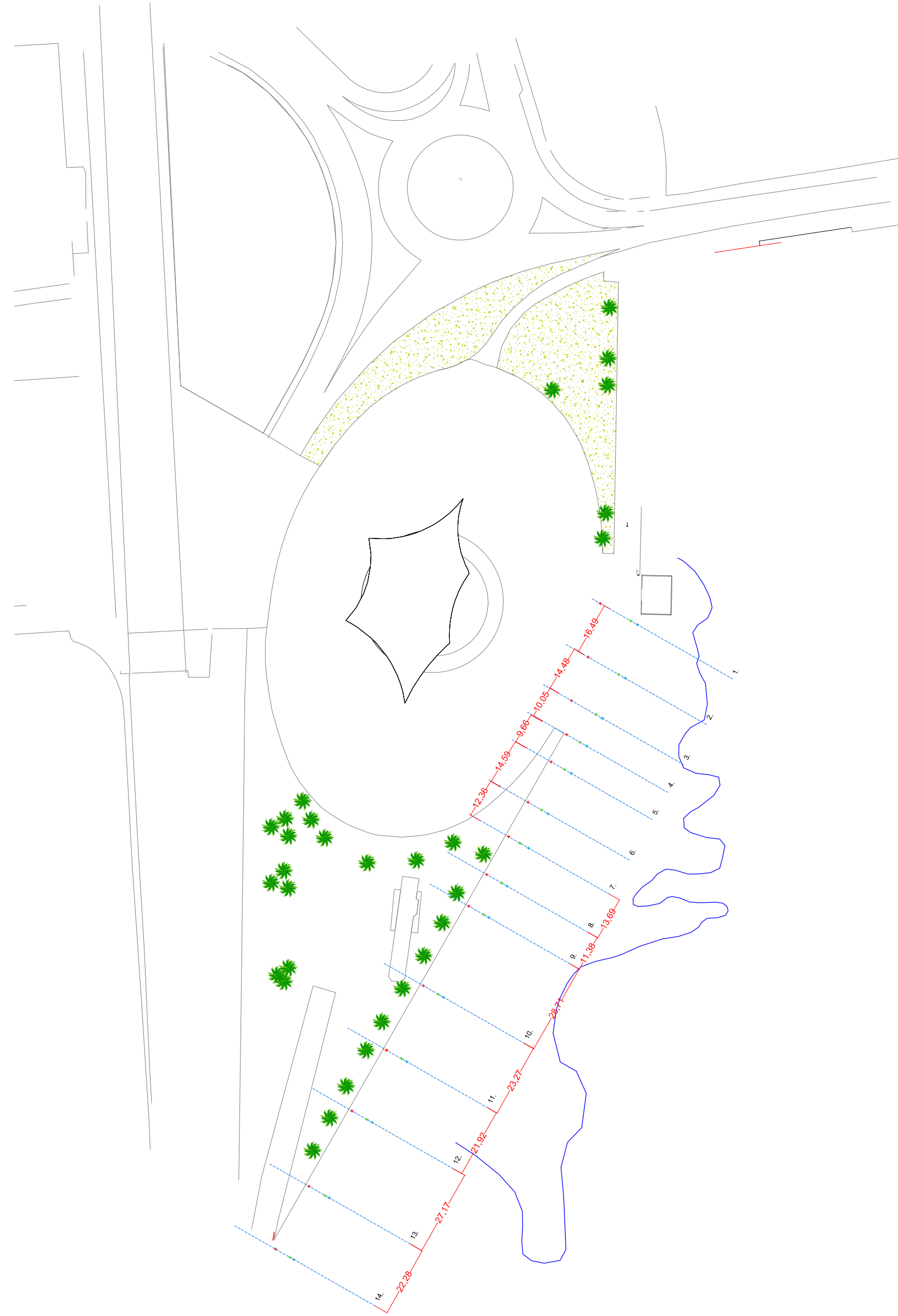
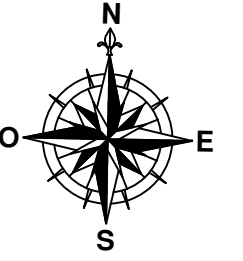


	Autor: JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: PARQUE MARÍTIMO	PLANO 2
	Situación: Zona Base Naval-Parque Santa Catalina T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	Fecha: Septiembre 2016	Plano: MARCO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	1 DE 2


	Autor: JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: PARQUE MARÍTIMO	PLANO 2
	Situación: Zona Base Naval-Parque Santa Catalina T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	Fecha: Septiembre 2016	Plano: MARCO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	2 DE 2

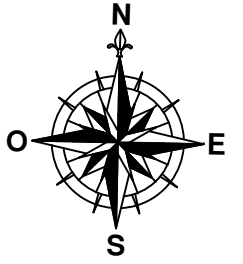


PLANO SUMINISTRADO POR EL PETICIONARIO

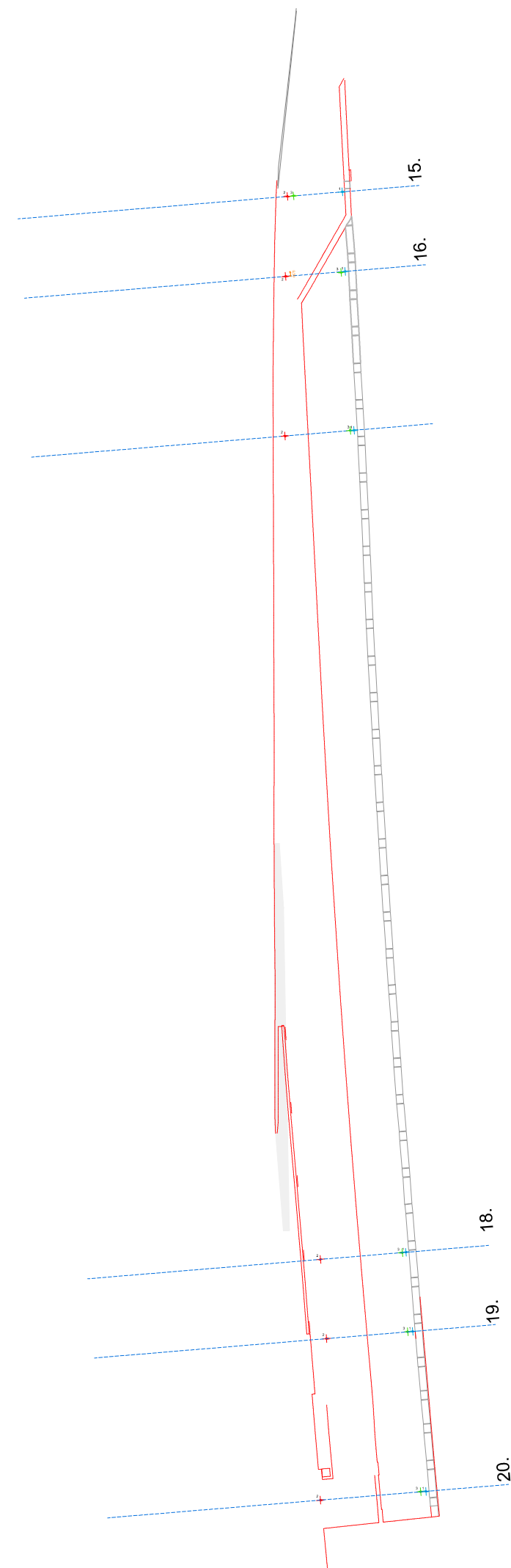


- + Sondeos verticales
- + Sondeos verticales
- + Sondeos inclinados a 30°

	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PUNTOS DE SONDEOS	PLANO 3
							1 DE 2



# MUELLE ANTIGUO



-  Sondeos verticales
-  Sondeos verticales
-  Sondeos inclinados a 30°



JOSÉ MIGUEL  
MEDINA PÉREZ

Peticionario:  
GEURSA

Proyecto:  
Parque Marítimo

Situación:  
Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina  
T.M. Las Palmas de G.C.

Fecha:  
Julio-Agosto 2016

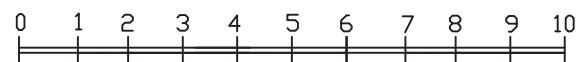
Plano:  
PUNTOS DE SONDEOS

PLANO 3  
2 DE 2



# GRÁFICOS DE SONDEOS Y SPT

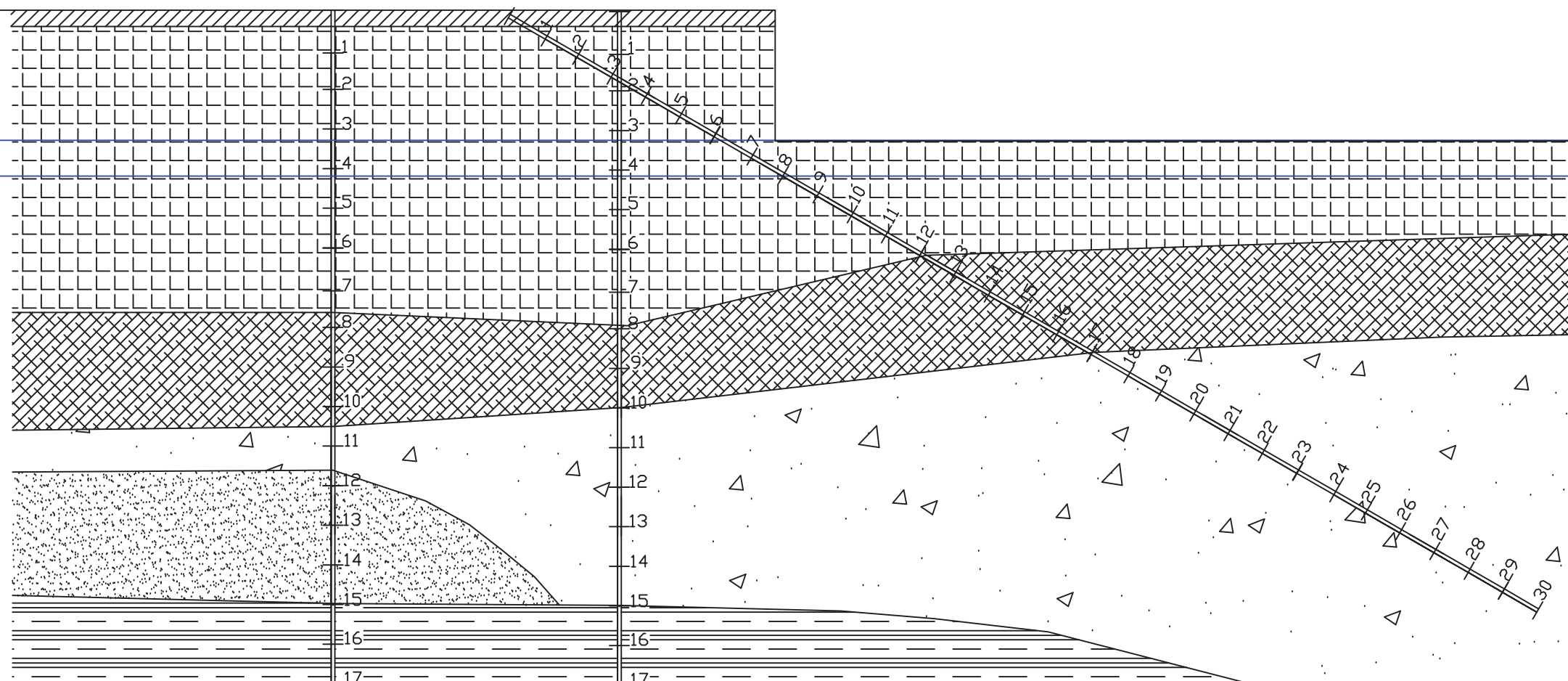
# PERFIL S1.2-S1.1



S-1.2                      S-1.1  
S-1.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Arenas gruesas con gravas

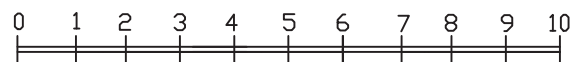
Relleno antrópico

Arenas finas con gravas

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Toba piroclástica

# PERFIL S2.2-S2.3-S2.1



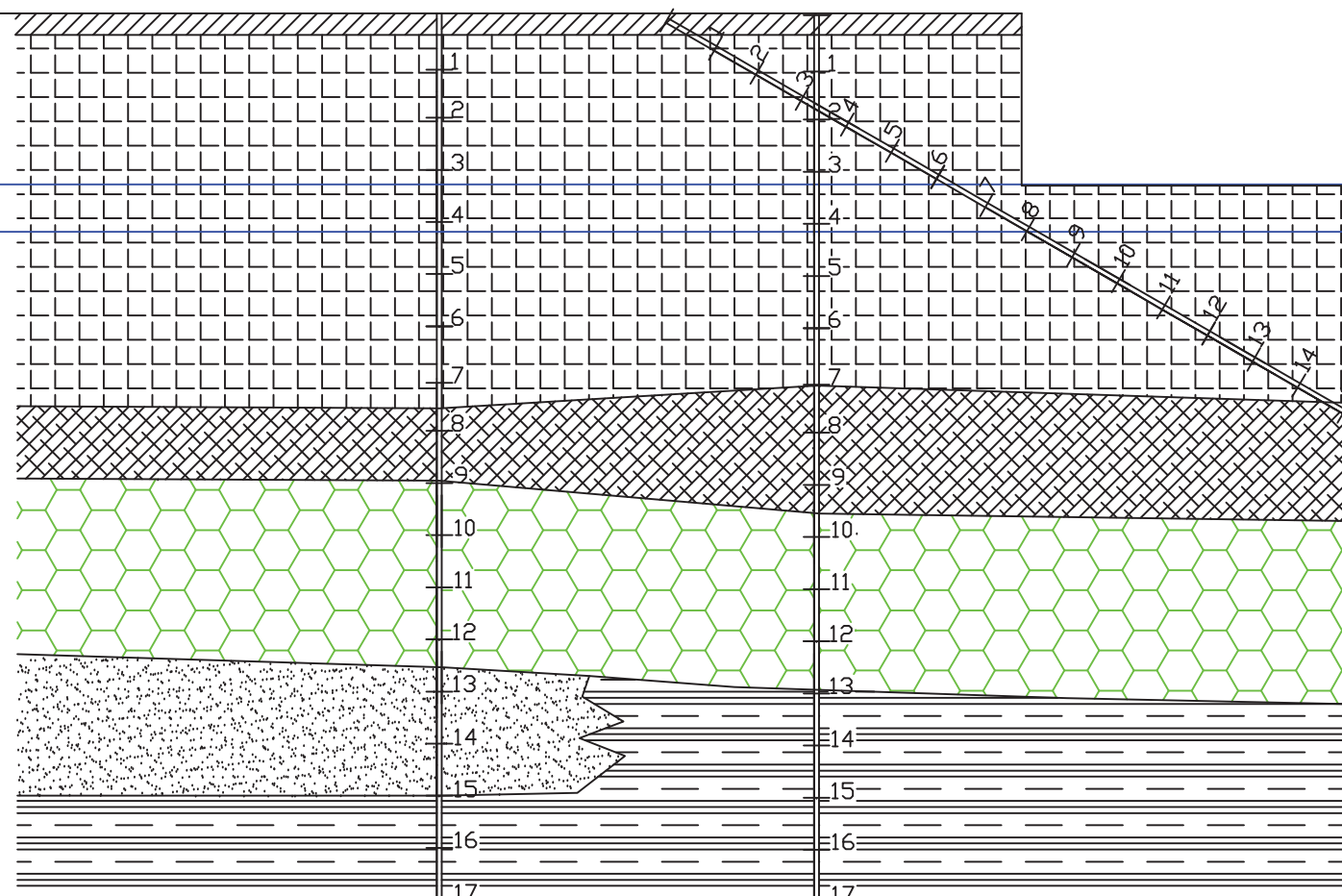
S-2.2

S-2.1

S-2.3

Cota vial

Nivel freático



 Hormigón

 Relleno antrópico

 Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

 Arenas gruesas cementadas (arenisca)

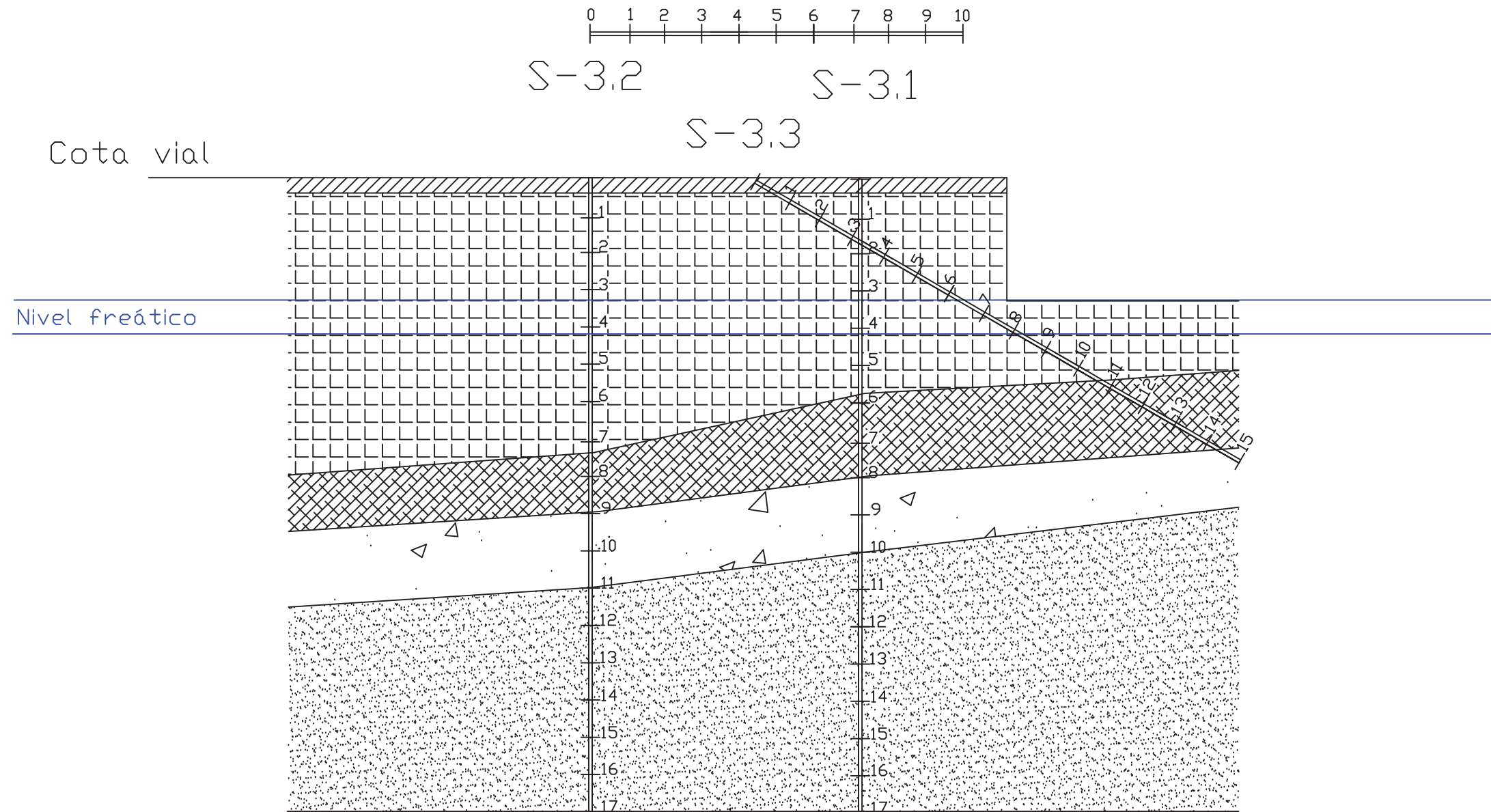
 Arenas gruesas con gravas








 Arenas finas con gravas


 Toba piroclástica



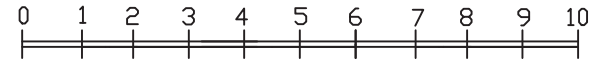
# PERFIL S3.2-S3.3-S3.1



-  Hormigón
-  Relleno antrópico
-  Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)
-  Arenas gruesas cementadas (arenisca)
-  Arenas gruesas con gravas
-  Arenas finas con gravas
-  Toba piroclástica

	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							3 DE 20

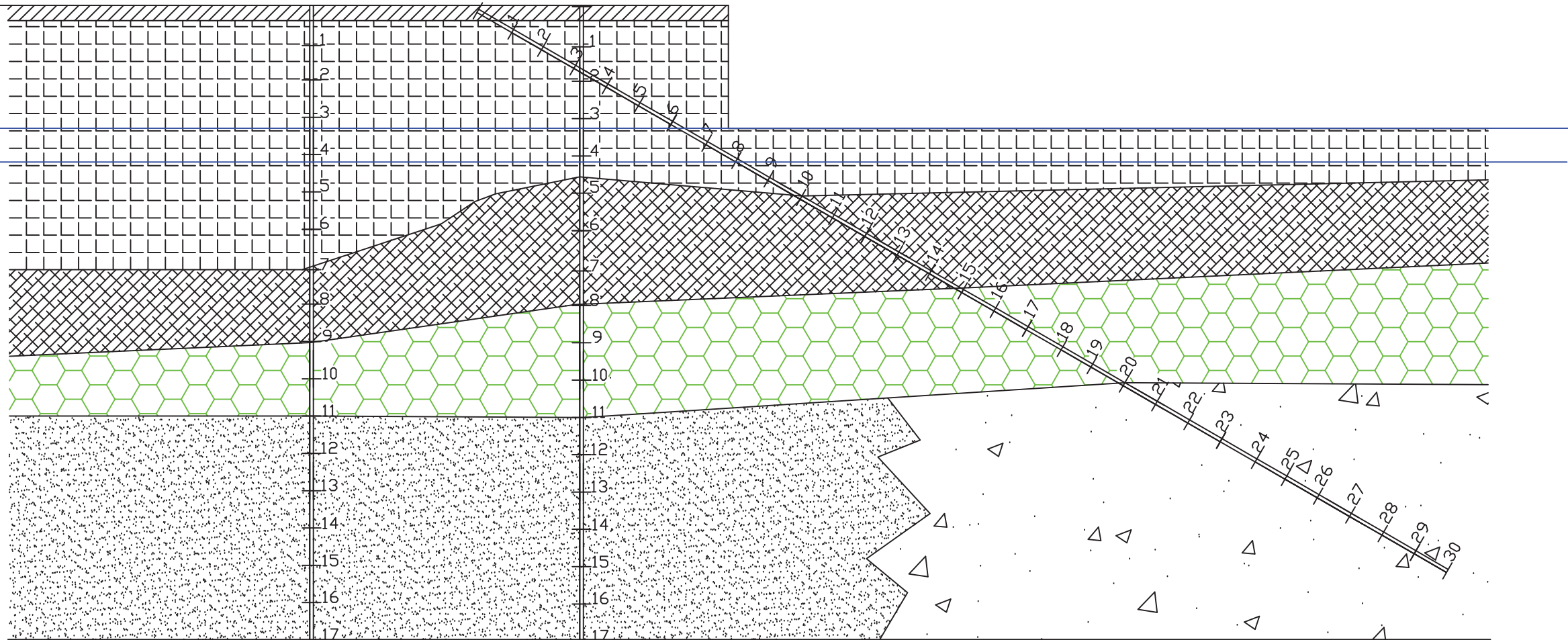
# PERFIL S4.2-S4.3-S4.1



S-4.2                      S-4.1  
S-4.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

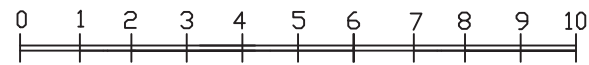
Arenas gruesas con gravas

Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							4 DE 20

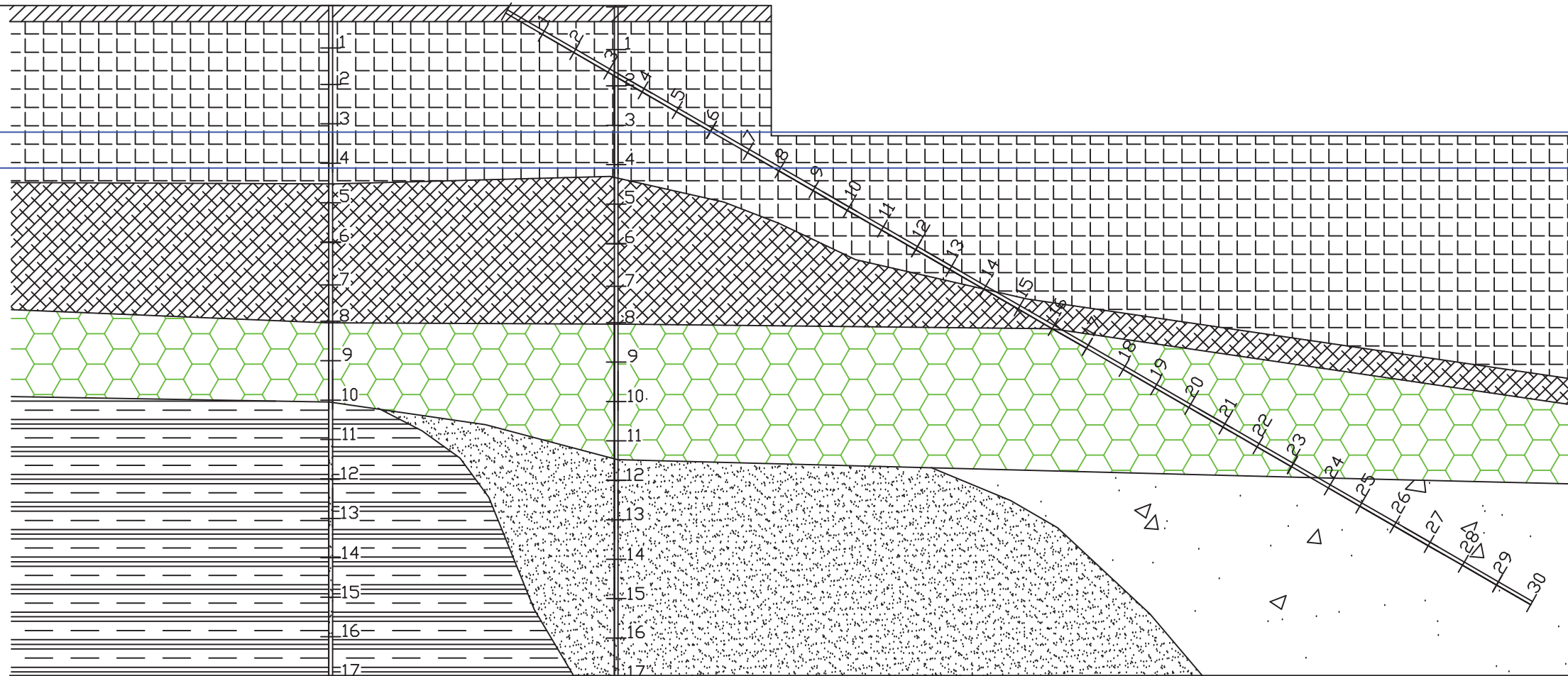
# PERFIL S5.2-S5.3-S5.1



S-5.2                      S-5.1  
S-5.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

Arenas gruesas con gravas

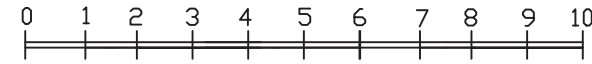
Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

 ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							5 DE 20



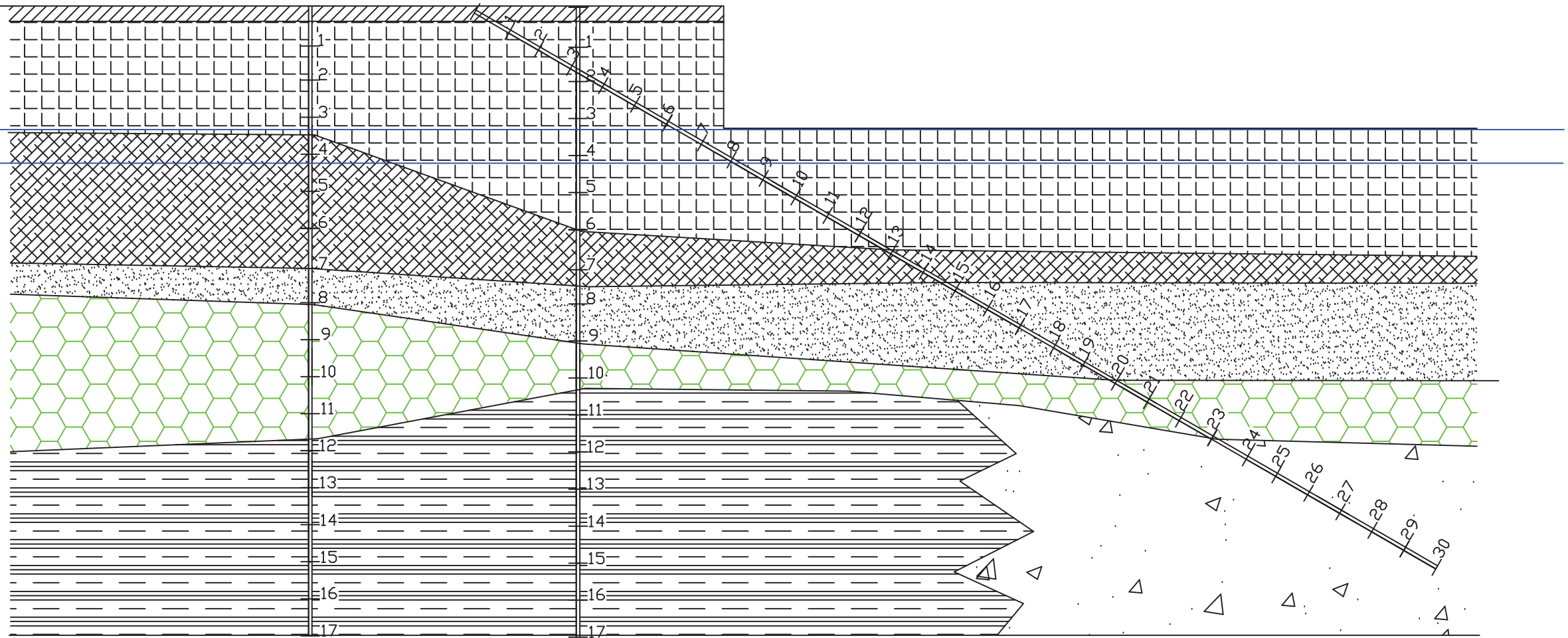
# PERFIL S6.2-S6.3-S6.1



S-6.2                      S-6.1  
    S-6.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

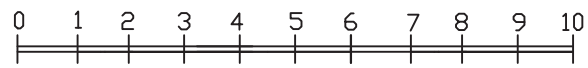
Arenas gruesas con gravas

Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

 ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							6 DE 20

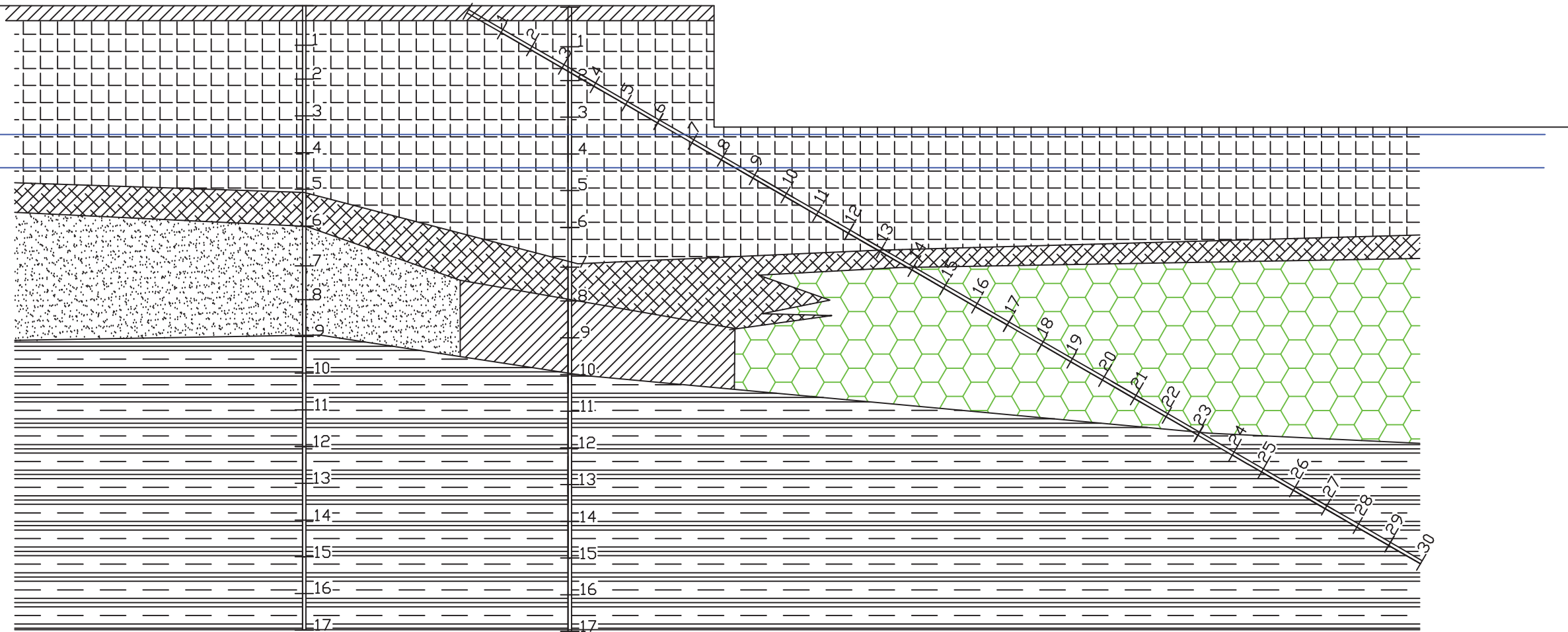
# PERFIL S7.2-S7.3-S7.1



S7.2                      S-7.1  
S-7.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

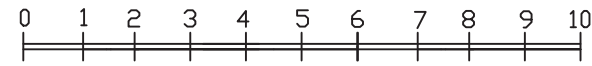
Arenas gruesas cementadas (arenisca)

Arenas gruesas con gravas

Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

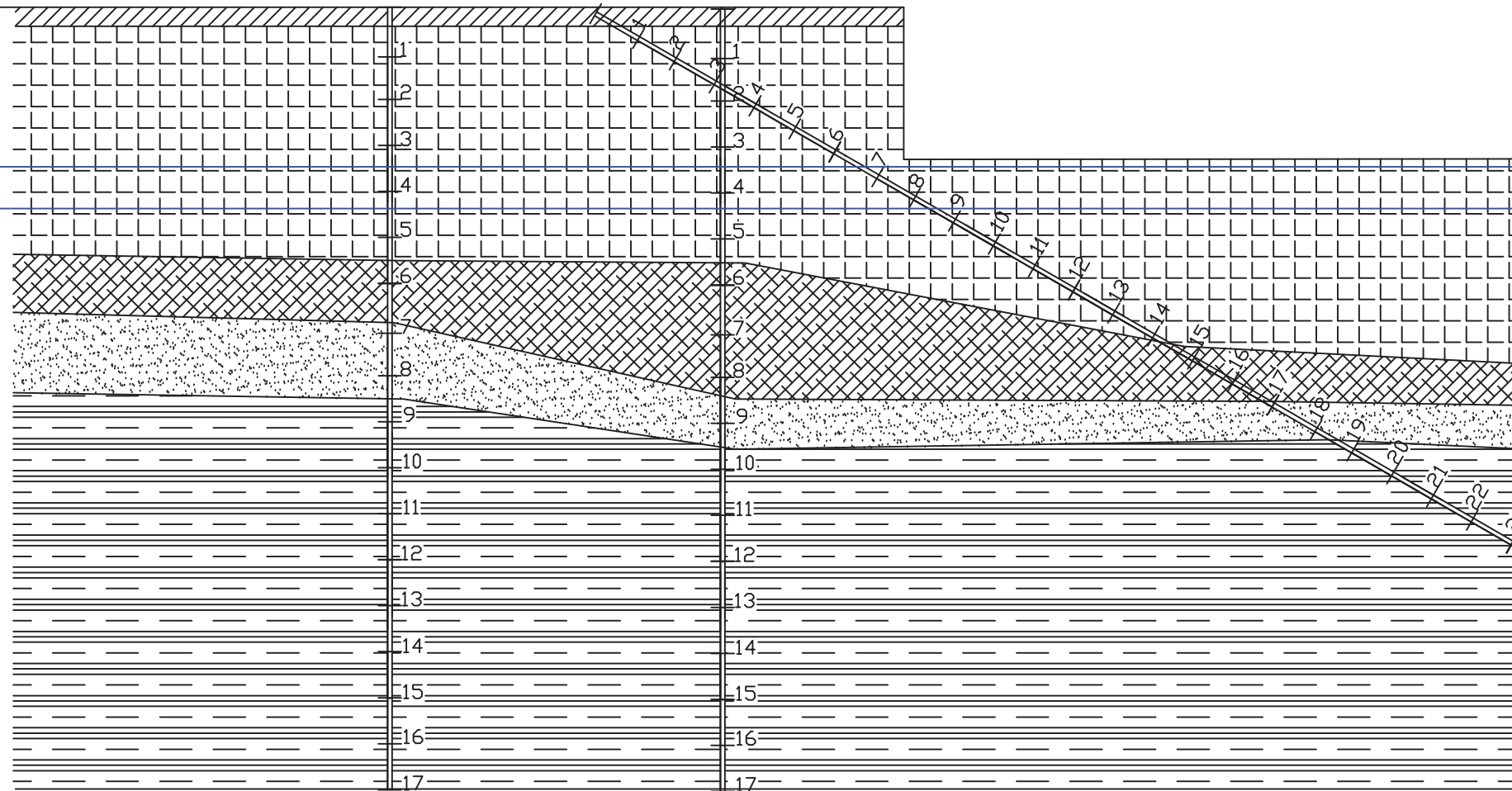
# PERFIL S8.2-S8.3-S8.1



S-8.2                      S-8.1  
    S-8.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

Arenas gruesas con gravas

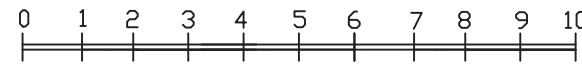
Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

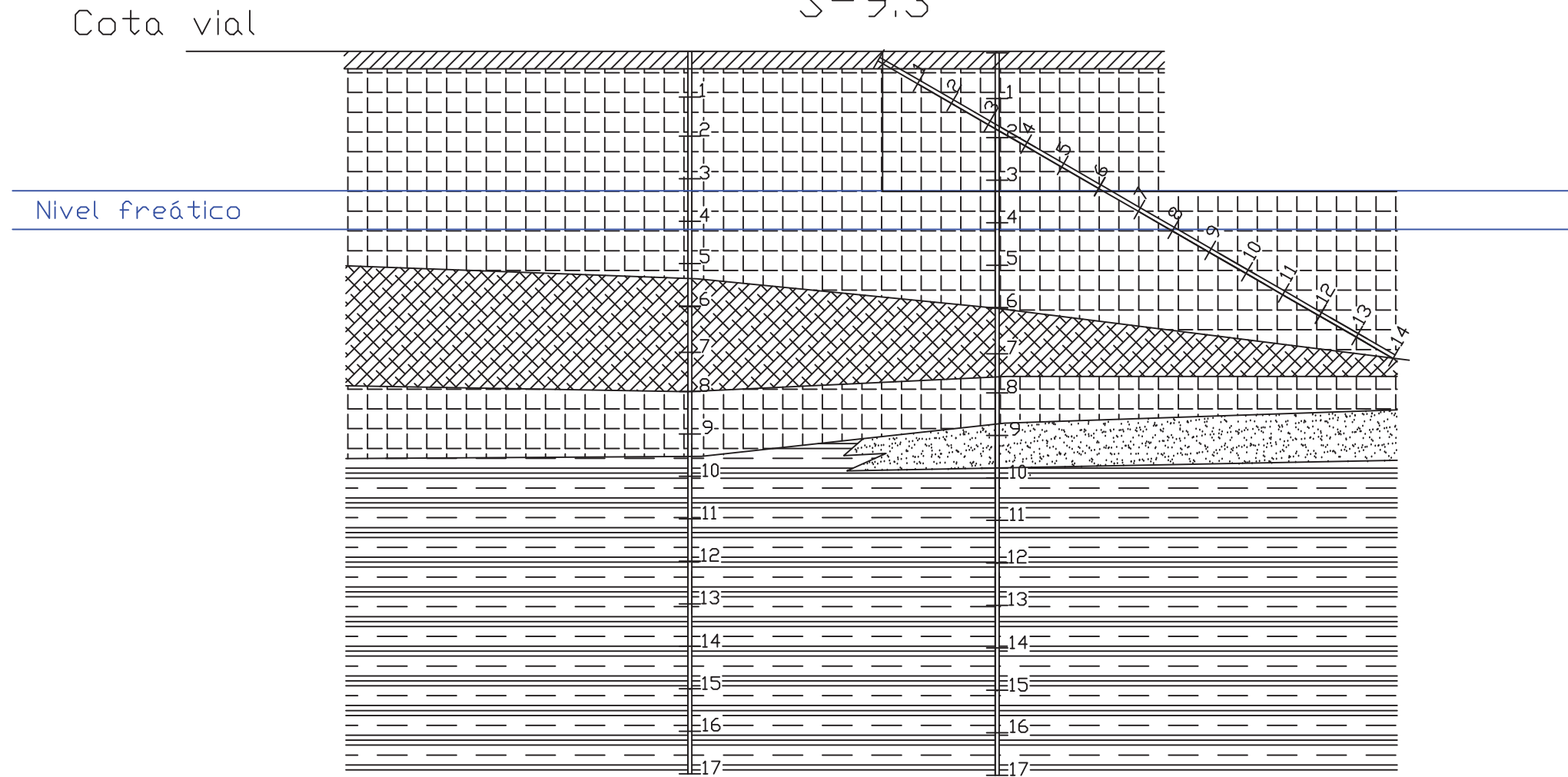
	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							8 DE 20











# PERFIL S9.2-S9.3-S9.1



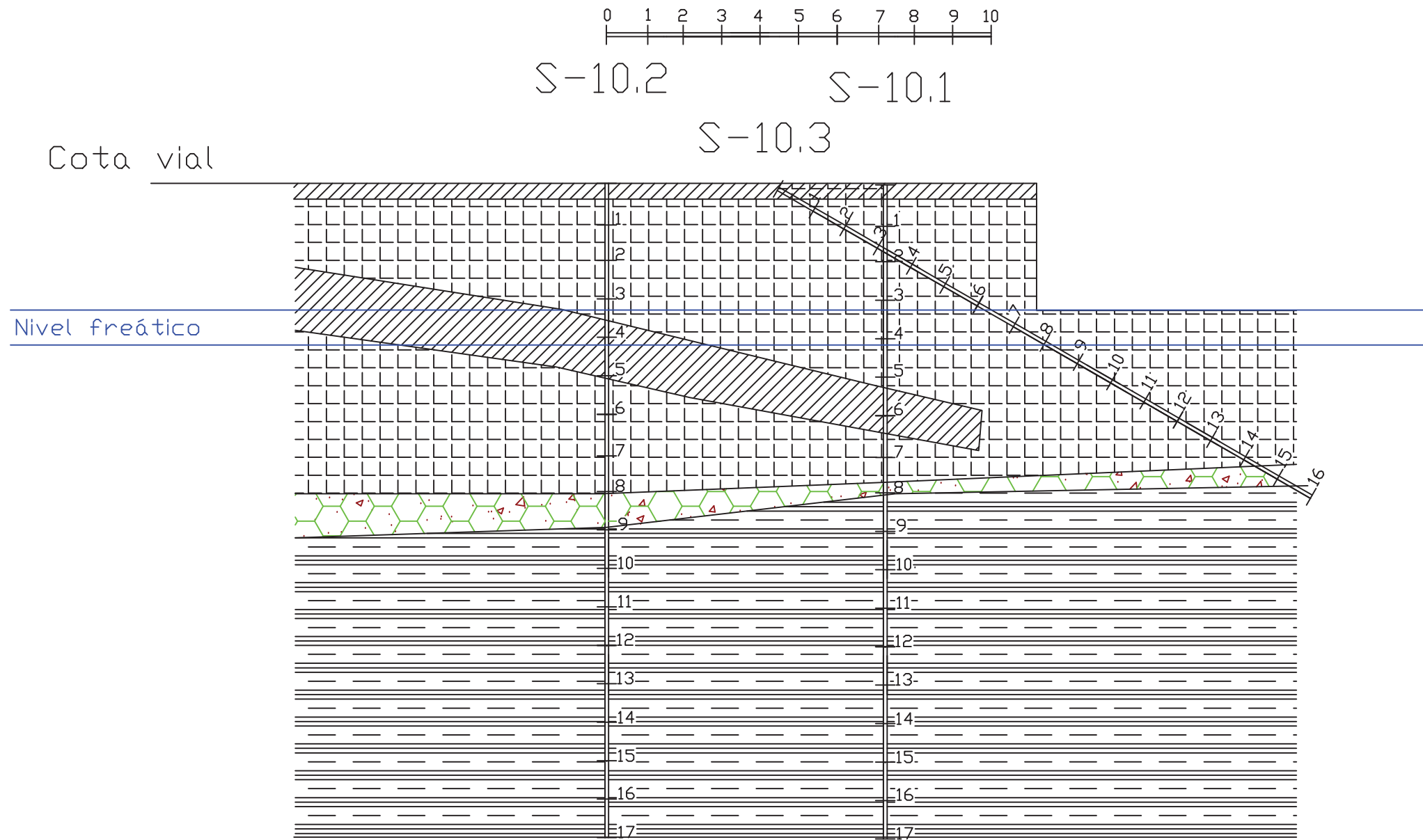
S-9.2                      S-9.1  
S-9.3



-  Hormigón
-  Relleno antrópico
-  Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)
-  Arenas gruesas cementadas (arenisca)
-  Arenas gruesas con gravas
-  Arenas finas con gravas
-  Toba piroclástica

	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							9 DE 20

# PERFIL S10.2-S10.1



 Hormigón

 Relleno antrópico


 Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

 Arenas gruesas cementadas (arenisca)

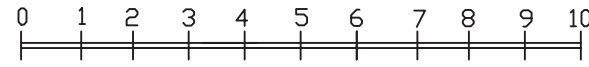
 Arenas gruesas con gravas

 Arenas finas con gravas

 Toba piroclástica

	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							10 DE 20

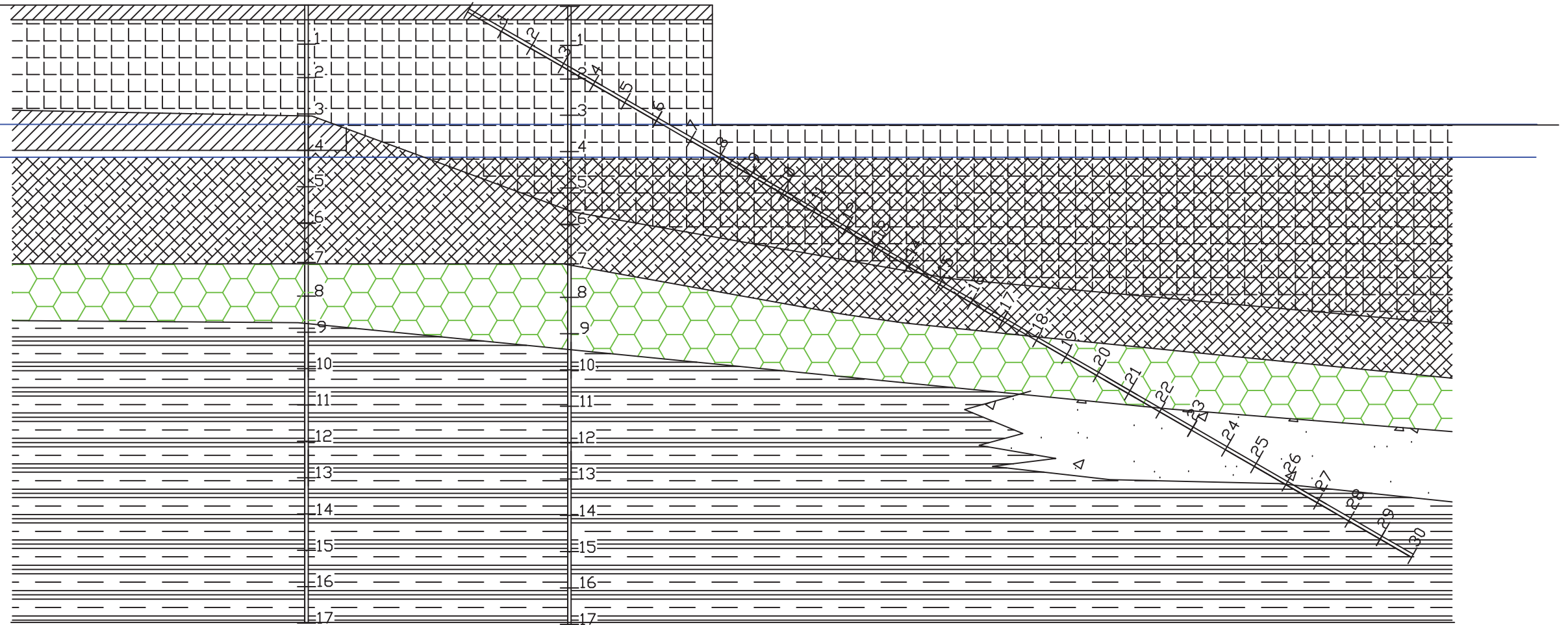
# PERFIL S11.2-S11.3-S11.1



S-11.2                      S-11.1  
    S-11.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

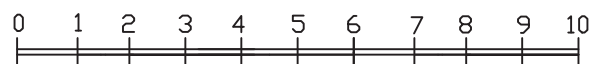
Arenas gruesas con gravas

Arenas finas con gravas

Toba piroclástica



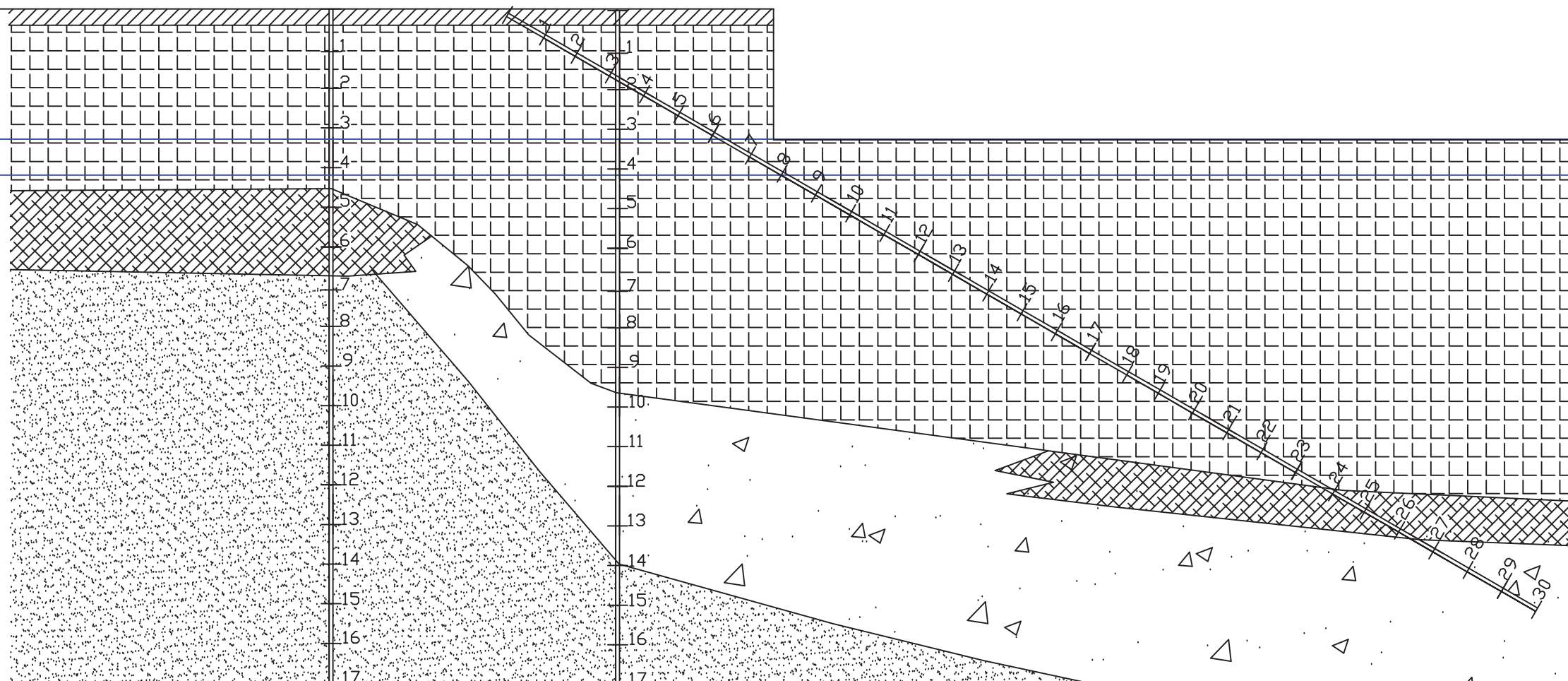
# PERFIL S12.2-S12.3-S12.1



S-12.2                      S-12.1  
    S-12.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

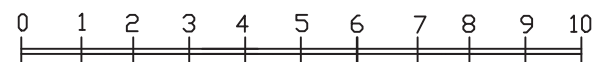
Arenas gruesas con gravas

Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

 ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							12 DE 20

# PERFIL S13.2-S13.3-S13.1

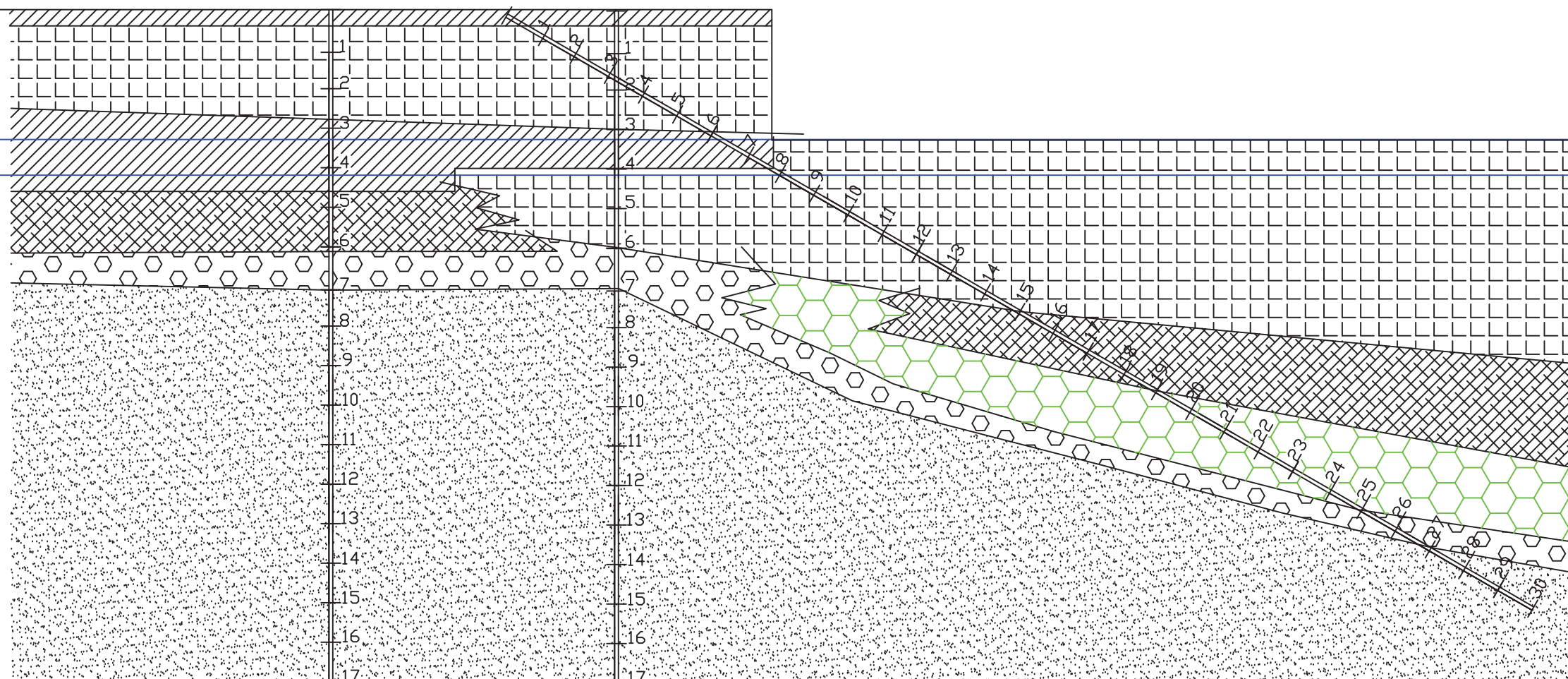


S-13.2                      S-13.1

S-13.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

Arenas gruesas con gravas

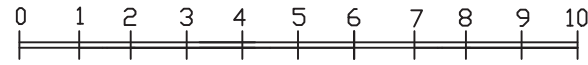
Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

Nivel de bolos

 ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							13 DE 20

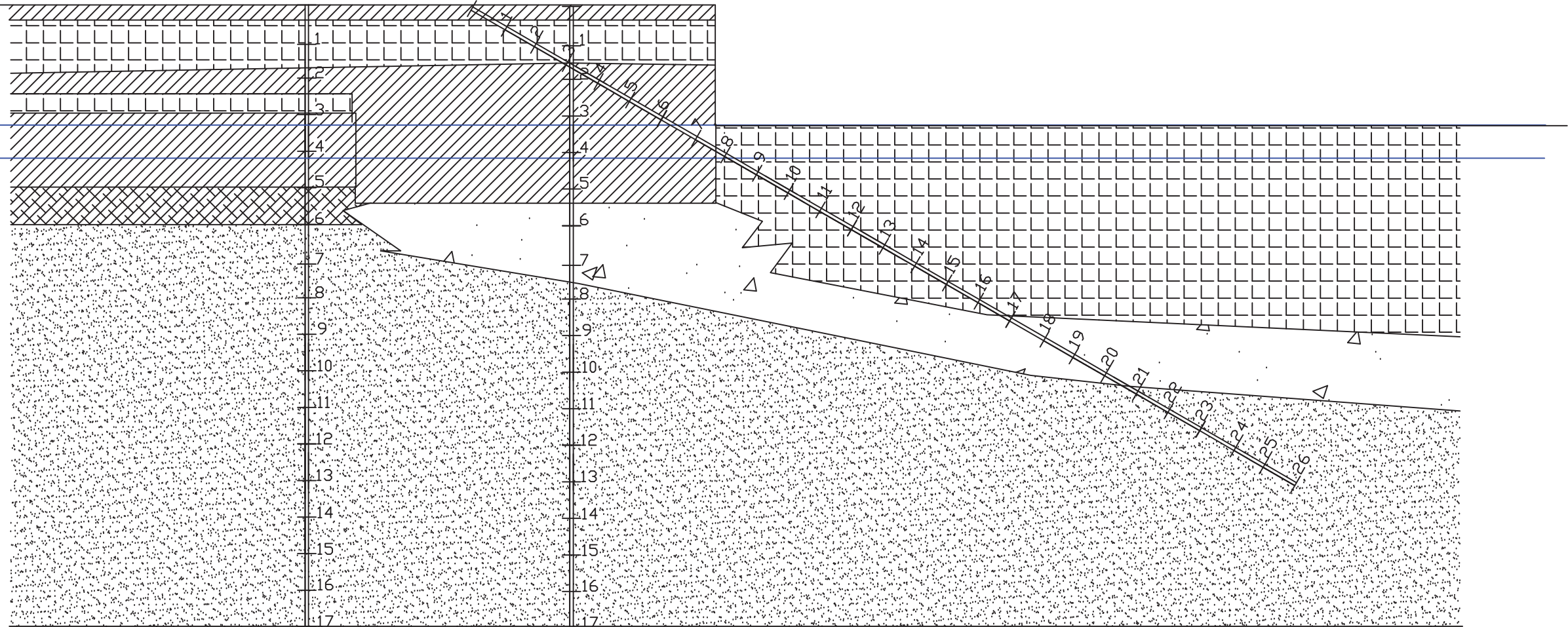
# PERFIL S14.2-S14.3-S14.1



S-14.2                      S-14.1  
    S-14.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

Arenas gruesas con gravas

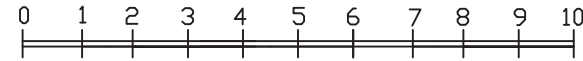
Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

 ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							14 DE 20



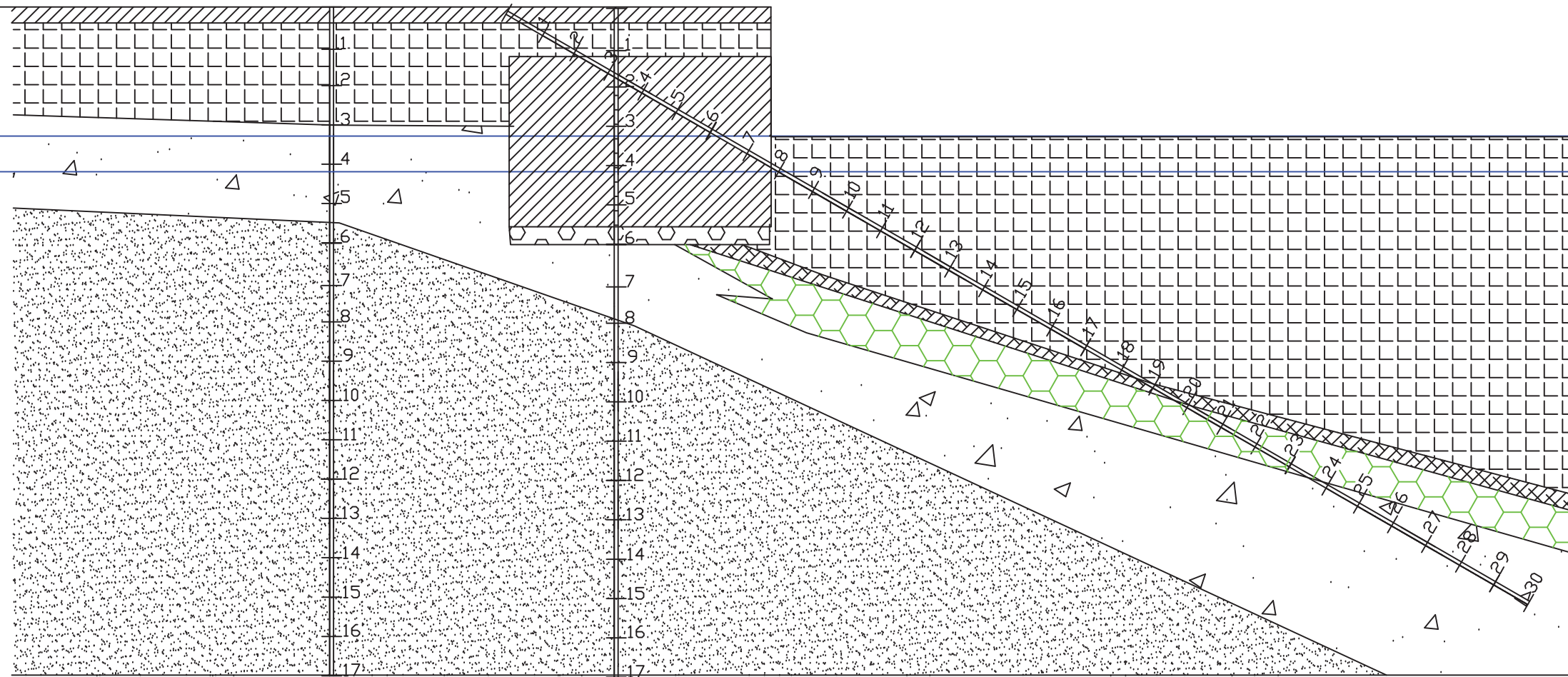
# PERFIL S15.2-S15.3-S15.1



S-15.2      S-15.1  
S-15.3

Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

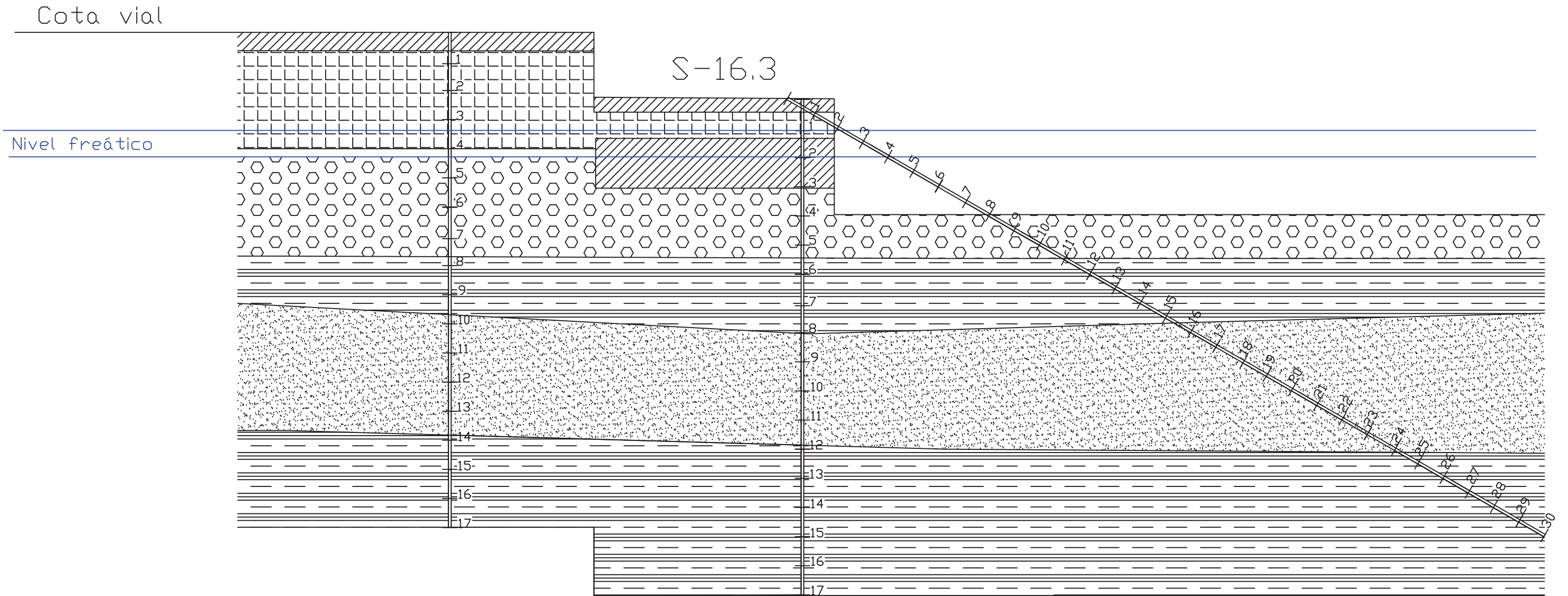
Arenas gruesas con gravas









Arenas finas con gravas


Toba piroclástica

Nivel de bolos

# PERFIL S16.2-D16.3-S16.1



-  Hormigón
-  Relleno antrópico
-  Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)
-  Arenas gruesas cementadas (arenisca)
-  Arenas gruesas con gravas
-  Arenas finas con gravas
-  Toba piroclástica
-  Nivel de bolos

	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							16 DE 20



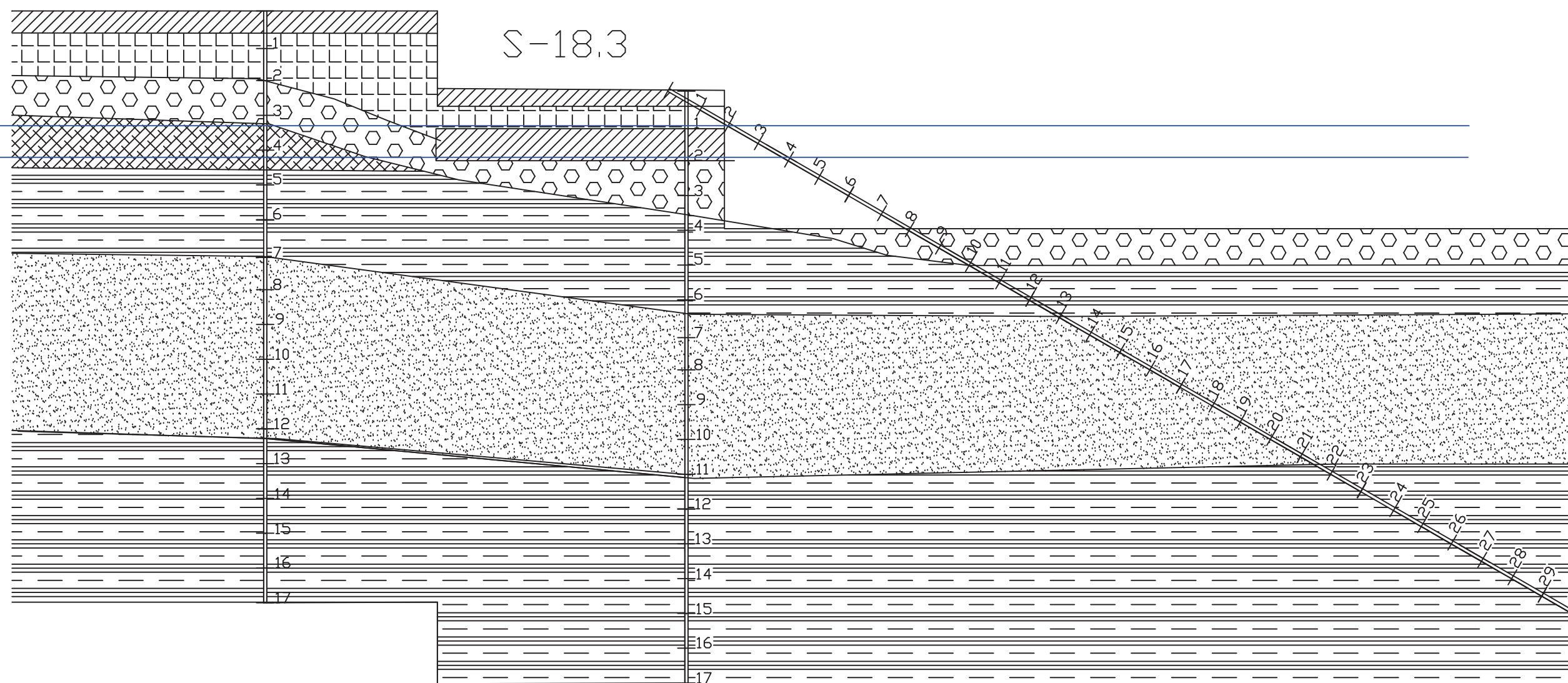


# PERFIL S18.2-S18.3-S18.1



Cota vial

Nivel freático



Hormigón

Relleno antrópico

Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

Arenas gruesas cementadas (arenisca)

Arenas gruesas con gravas

Arenas finas con gravas

Toba piroclástica

Nivel de bolos

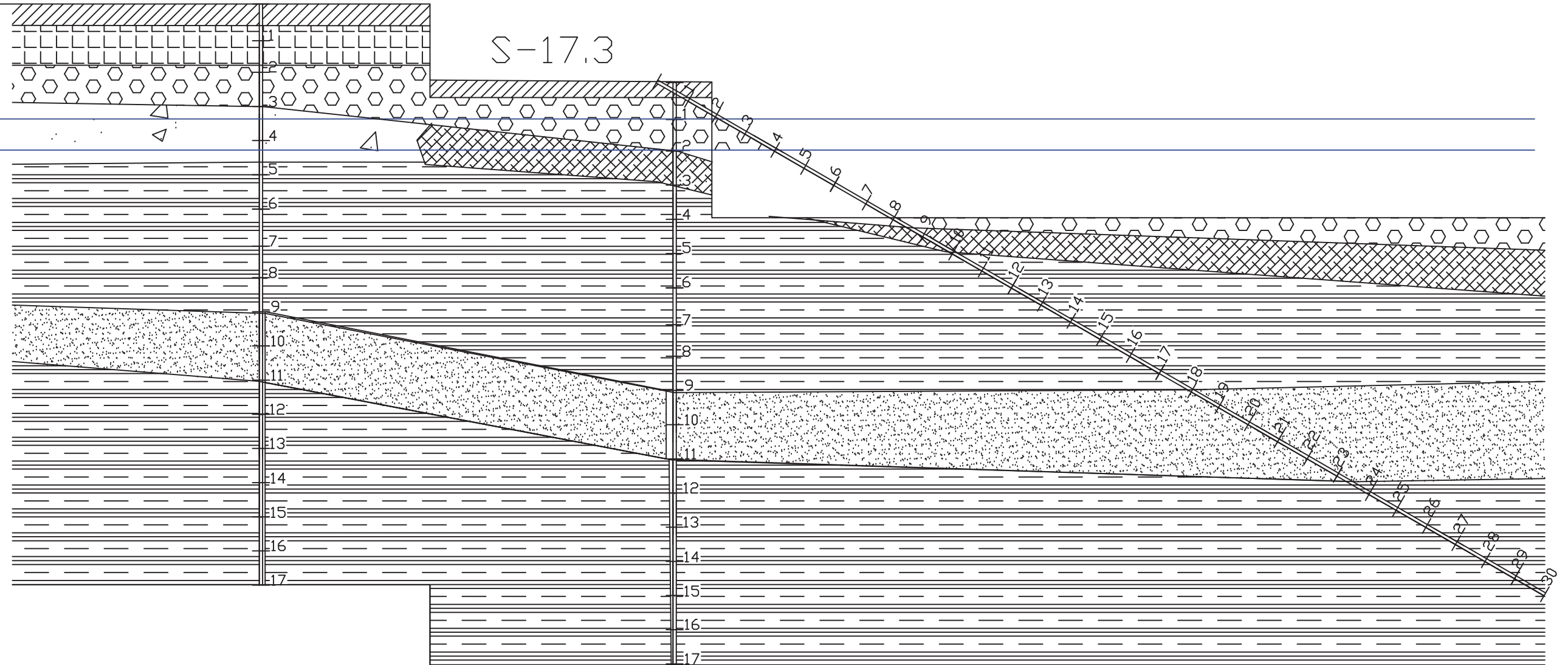
	JOSÉ MIGUEL MEDINA PÉREZ	Peticionario: GEURSA	Proyecto: Parque Marítimo	Situación: Zona Base Naval-Muelle Santa Catalina T.M. Las Palmas de G.C.	Fecha: Julio-Agosto 2016	Plano: PERFILES GEOTÉCNICOS	PLANO 4
							18 DE 20

# PERFIL S19.2-S19.1

S-16.2 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 S-16.1

Cota vial

Nivel freático



 Hormigón

 Relleno antrópico


 Arenas y gravas (aceite y fuel-oil)

 Arenas gruesas cementadas (arenisca)

 Arenas gruesas con gravas

 Arenas finas con gravas

 Toba piroclástica

 Nivel de bolos











































































































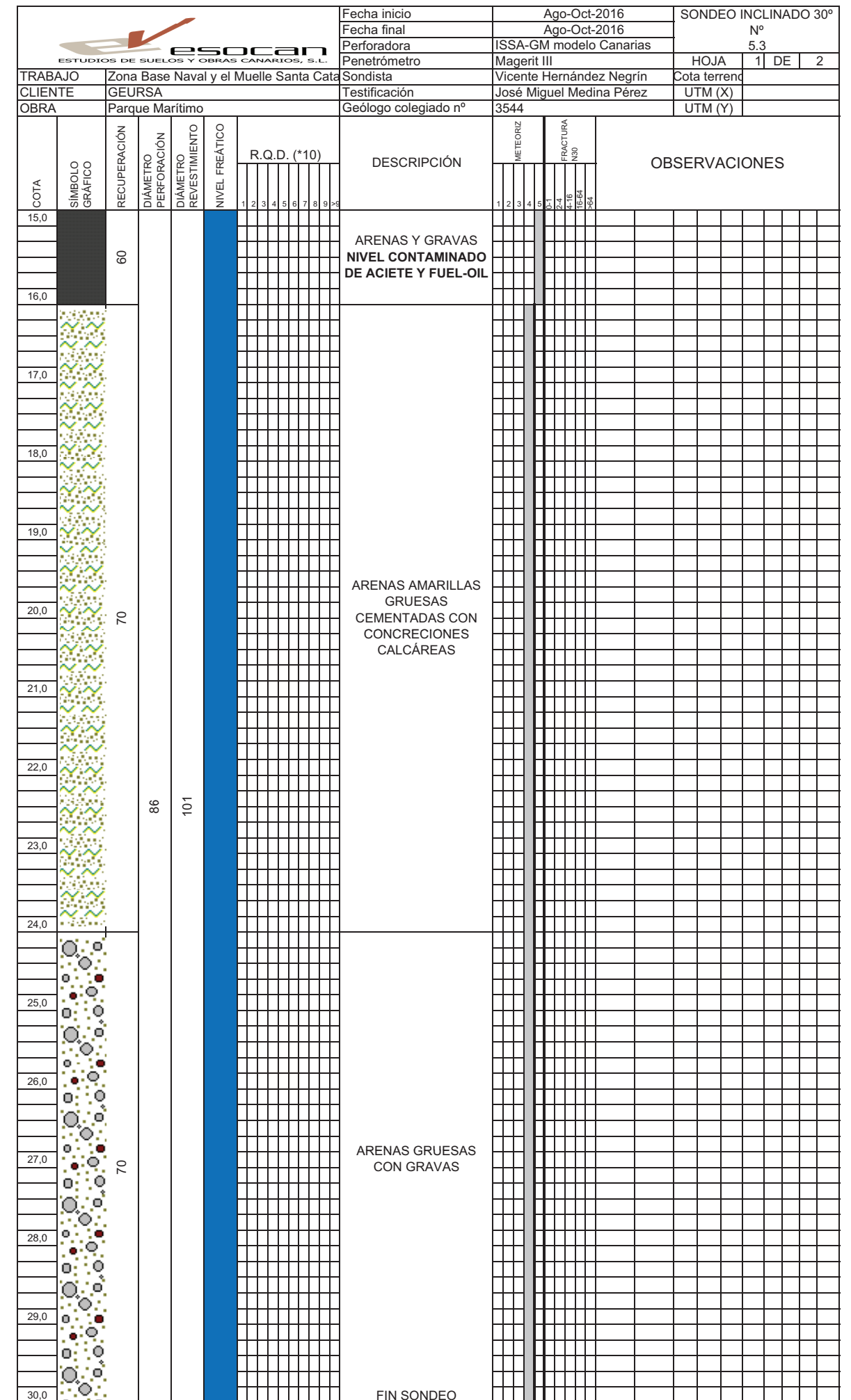
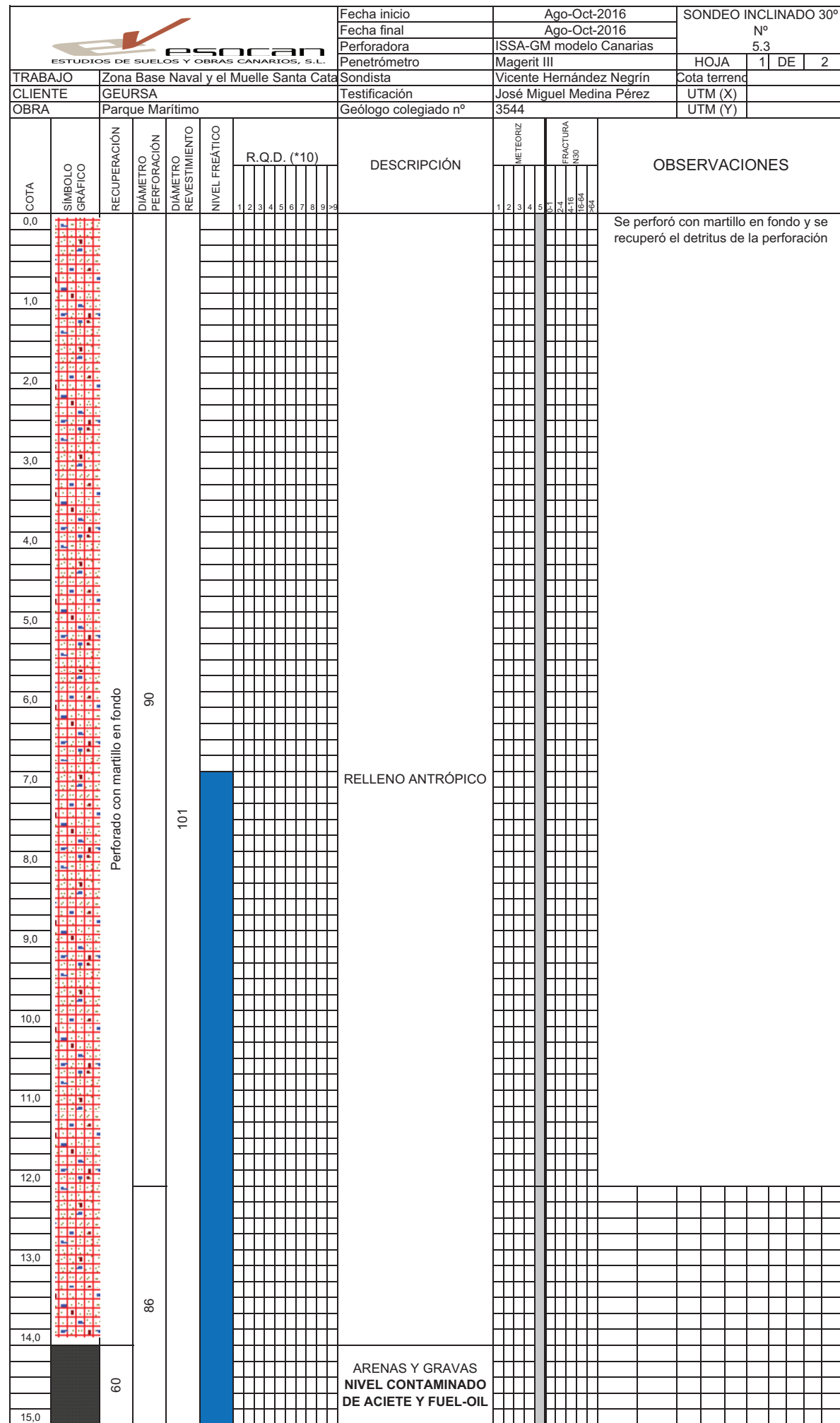
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°																
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°																
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	2.3																
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1	DE	2													
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno																
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)																
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)																
COTA	SÍMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
0,0	[Red and blue pattern]	Perforado con martillo en fondo	90	101	[Blue bar]											RELLENO ANTRÓPICO				Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación
1,0																				
2,0																				
3,0																				
4,0																				
5,0																				
6,0																				
7,0																				
8,0																				
9,0																				
10,0																				
11,0	[Red and blue pattern]	50	86	[Blue bar]											FIN PERFORACIÓN				No se pudo continuar la perforación debido a la presencia de acero que no se pudo traspasar	
12,0																				
13,0																				
14,0																				
15,0	FIN PERFORACIÓN																			

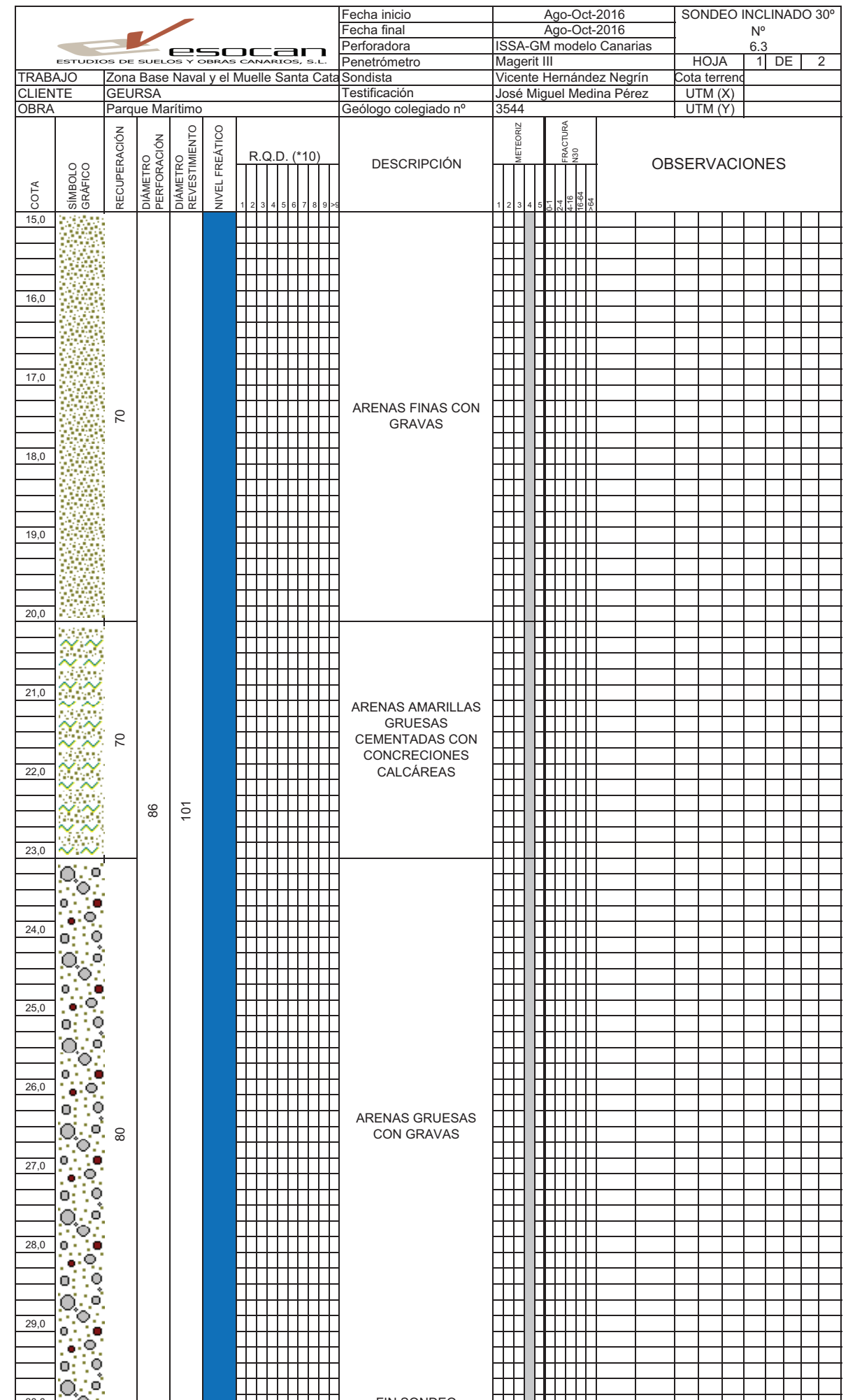
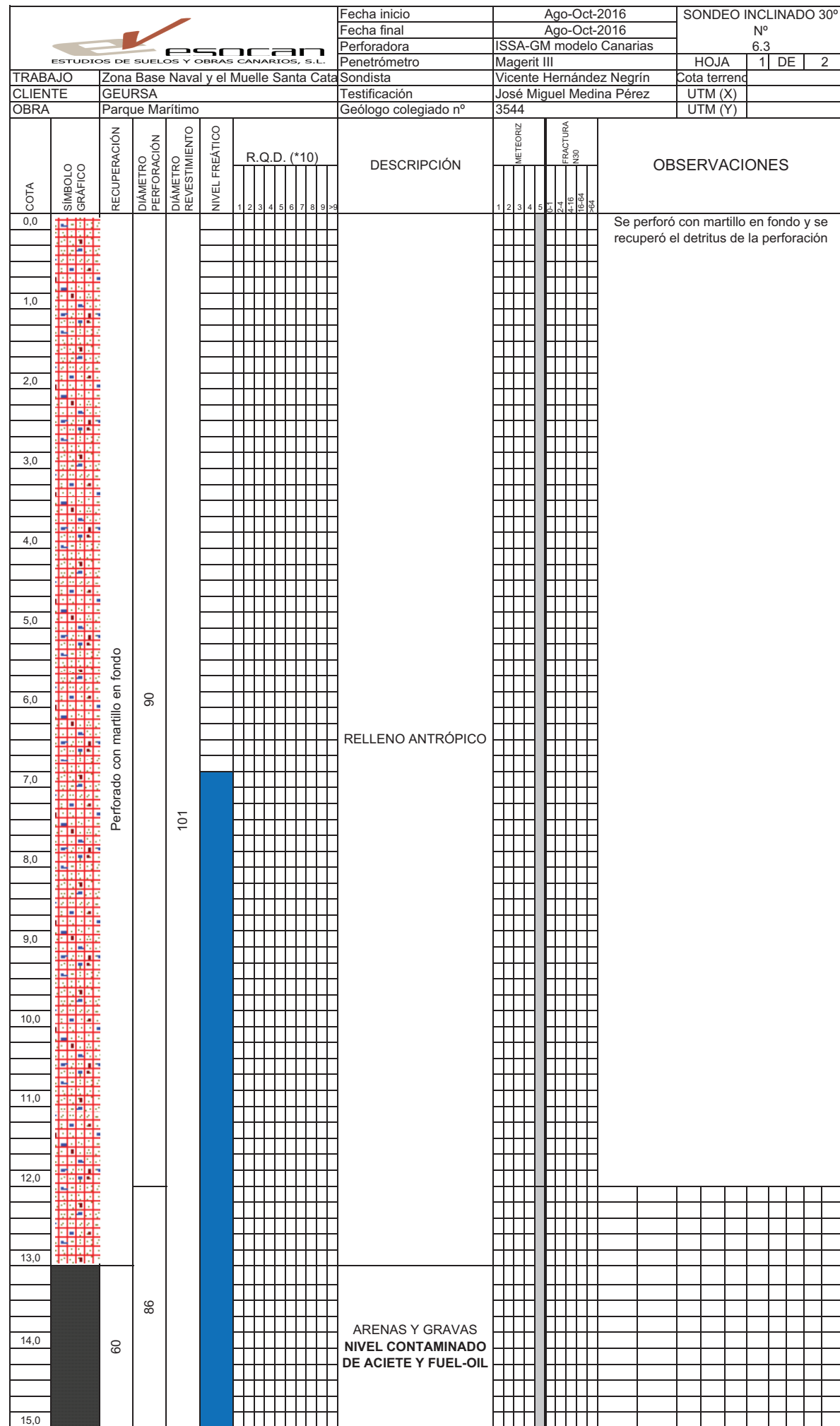
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°																
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°																
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	3.3																
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1	DE	2													
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno																
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)																
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)																
COTA	SÍMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
0,0	[Red and blue pattern]	Perforado con martillo en fondo	90	101	[Blue bar]											RELLENO ANTRÓPICO				Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación
1,0																				
2,0																				
3,0																				
4,0																				
5,0																				
6,0																				
7,0																				
8,0																				
9,0																				
10,0																				
11,0	[Red and blue pattern]	50	86	[Blue bar]											ARENAS Y GRAVAS NIVEL CONTAMINADO DE ACIETE Y FUEL-OIL				No se pudo continuar la perforación debido a la presencia de acero que no se pudo traspasar	
12,0																				
13,0																				
14,0																				
15,0	FIN PERFORACIÓN																			

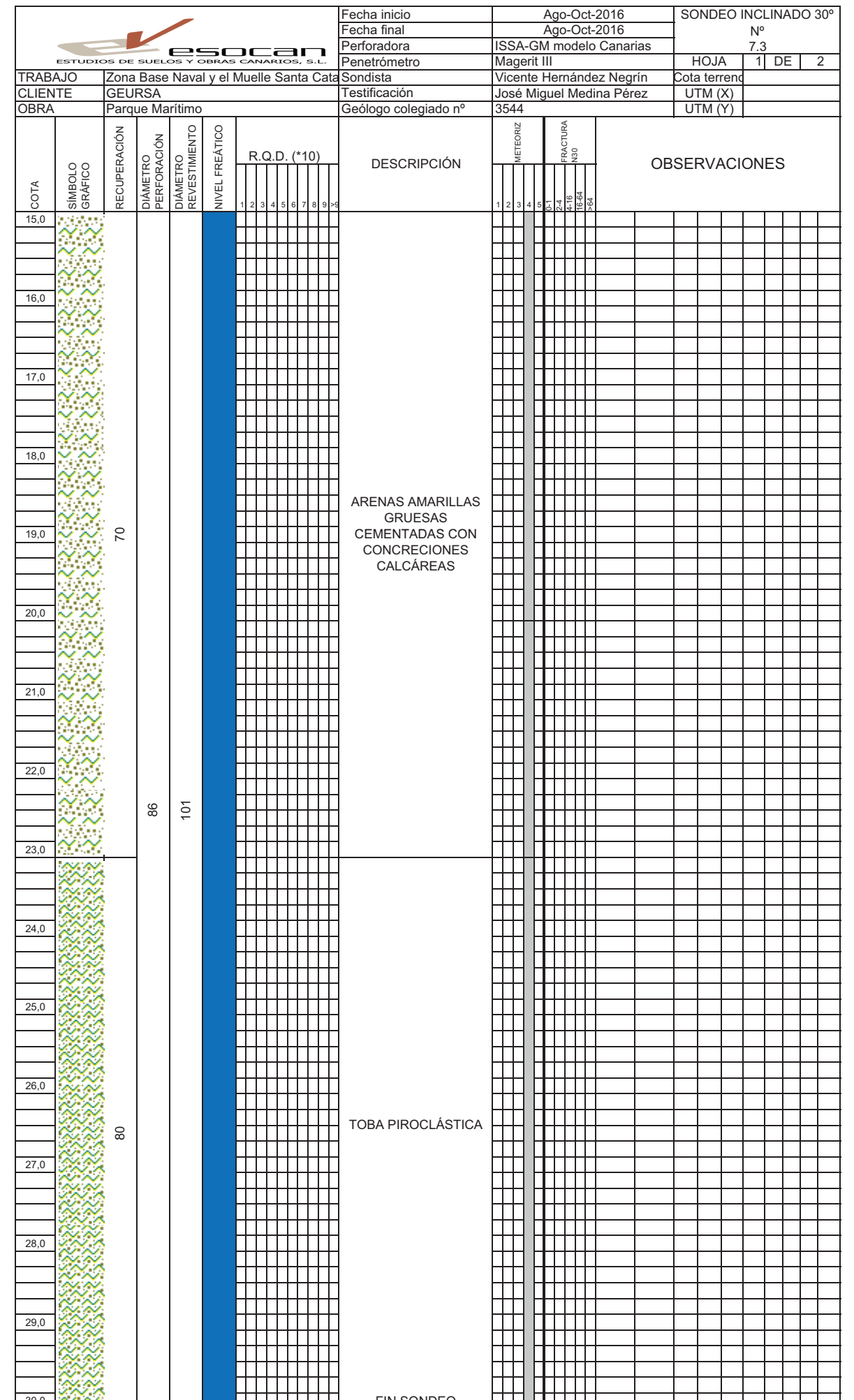
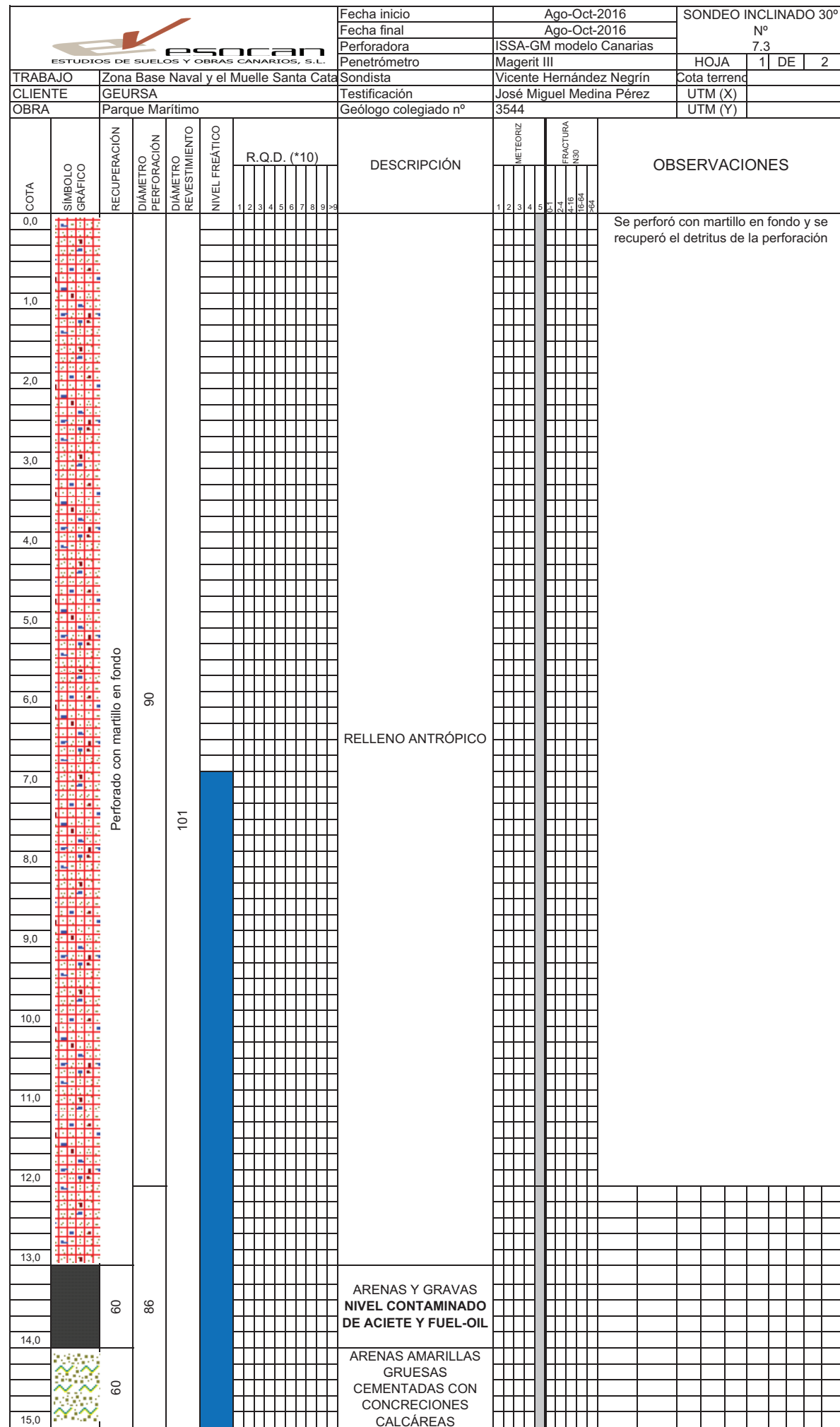
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°															
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°															
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	4.1															
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1 DE 2														
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Cata	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno															
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)															
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)															
COTA	SIMBOLO GRAFICO	RECUPERACION	DIAMETRO PERFORACION	DIAMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
0,0																		Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación	
1,0																			
2,0																			
3,0																			
4,0																			
5,0																			
6,0																			
7,0																			
8,0																			
9,0																			
10,0																			
11,0																			
12,0																			
13,0																			
14,0																			
15,0																			

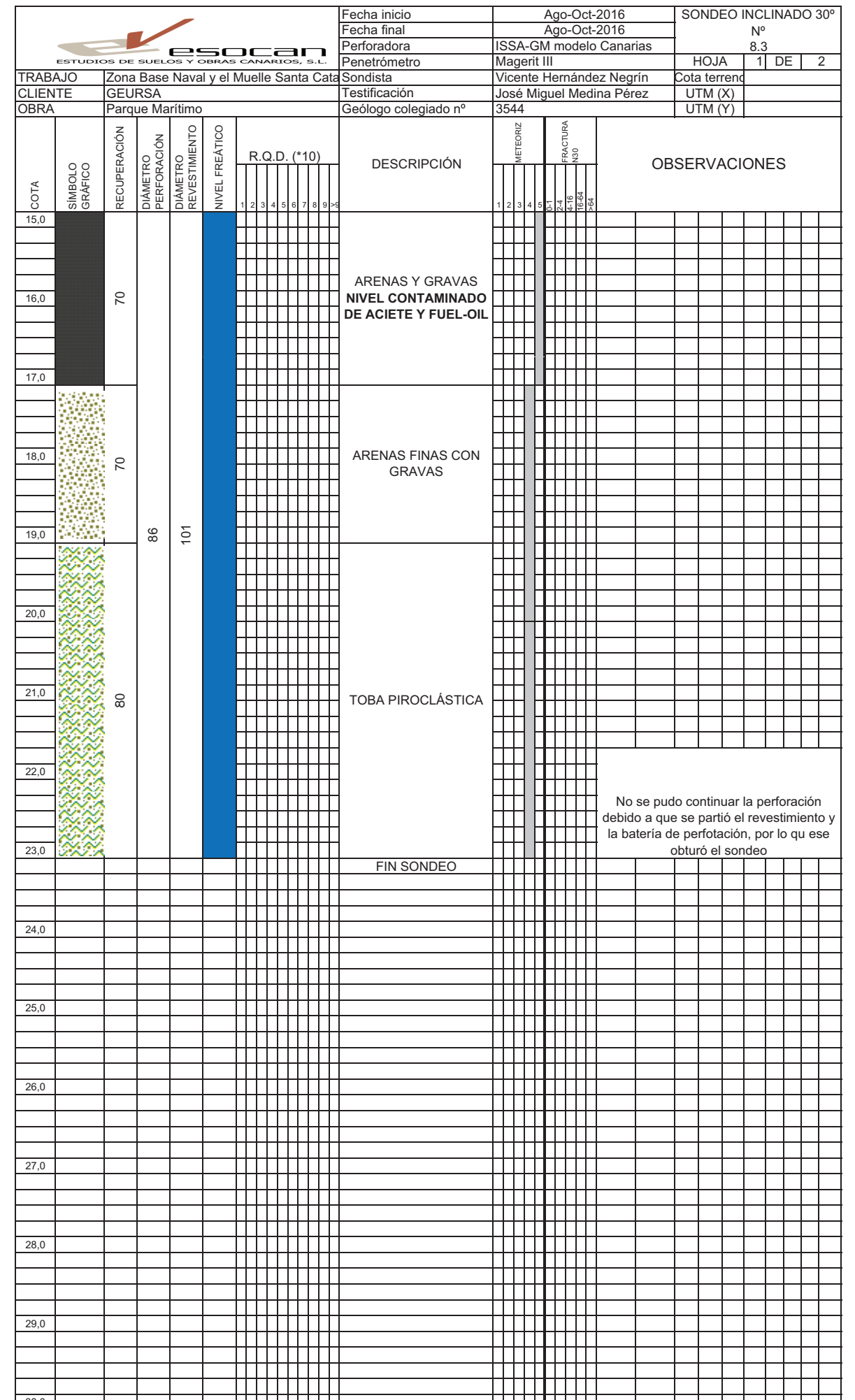
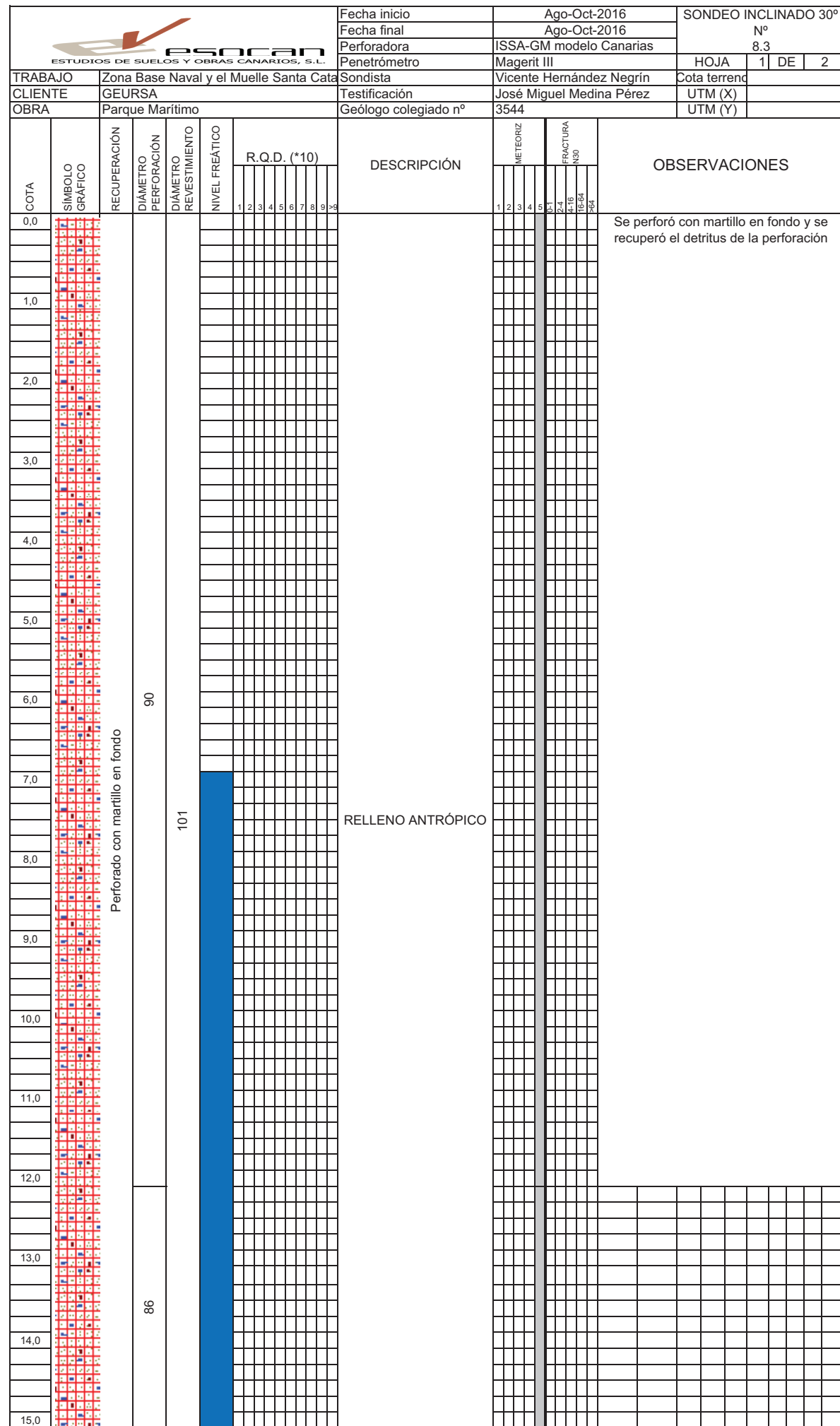
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	4.1															
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1 DE 2														
		Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno															
		Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)															
		Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)															
COTA	SIMBOLO GRAFICO	RECUPERACION	DIAMETRO PERFORACION	DIAMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
15,0																			ARENAS AMARILLAS GRUESAS CEMENTADAS CON CONCRECIONES CALCÁREAS
16,0																			
17,0																			
18,0																			
19,0																			
20,0																			
21,0																			
22,0																			
23,0																			
24,0																			
25,0																			
26,0																			
27,0																			
28,0																			
29,0																			
30,0																			













ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°																
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°																
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	9.3																
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1	DE	2													
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno																
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)																
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)																
COTA	SÍMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
0,0		Perforado con martillo en fondo	90																	Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación
1,0																				
2,0																				
3,0																				
4,0																				
5,0																				
6,0																				
7,0																				
8,0																				
9,0																				
10,0																				
11,0																				
12,0																				
13,0																				
14,0		50	86															FIN SONDEO		
15,0																	No se pudo continuar la perforación debido a la presencia de acero que no se pudo traspasar			

ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°																
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°																
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	2.3																
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1	DE	2													
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno																
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)																
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)																
COTA	SÍMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
0,0		Perforado con martillo en fondo	90																	Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación
1,0																				
2,0																				
3,0																				
4,0																				
5,0																				
6,0																				
7,0																				
8,0																				
9,0																				
10,0																				
11,0																				
12,0																				
13,0																				
14,0		50	86														FIN PERFORACIÓN			
14,5																No se pudo continuar la perforación debido a la presencia de acero que no se pudo traspasar				
15,0			40																	







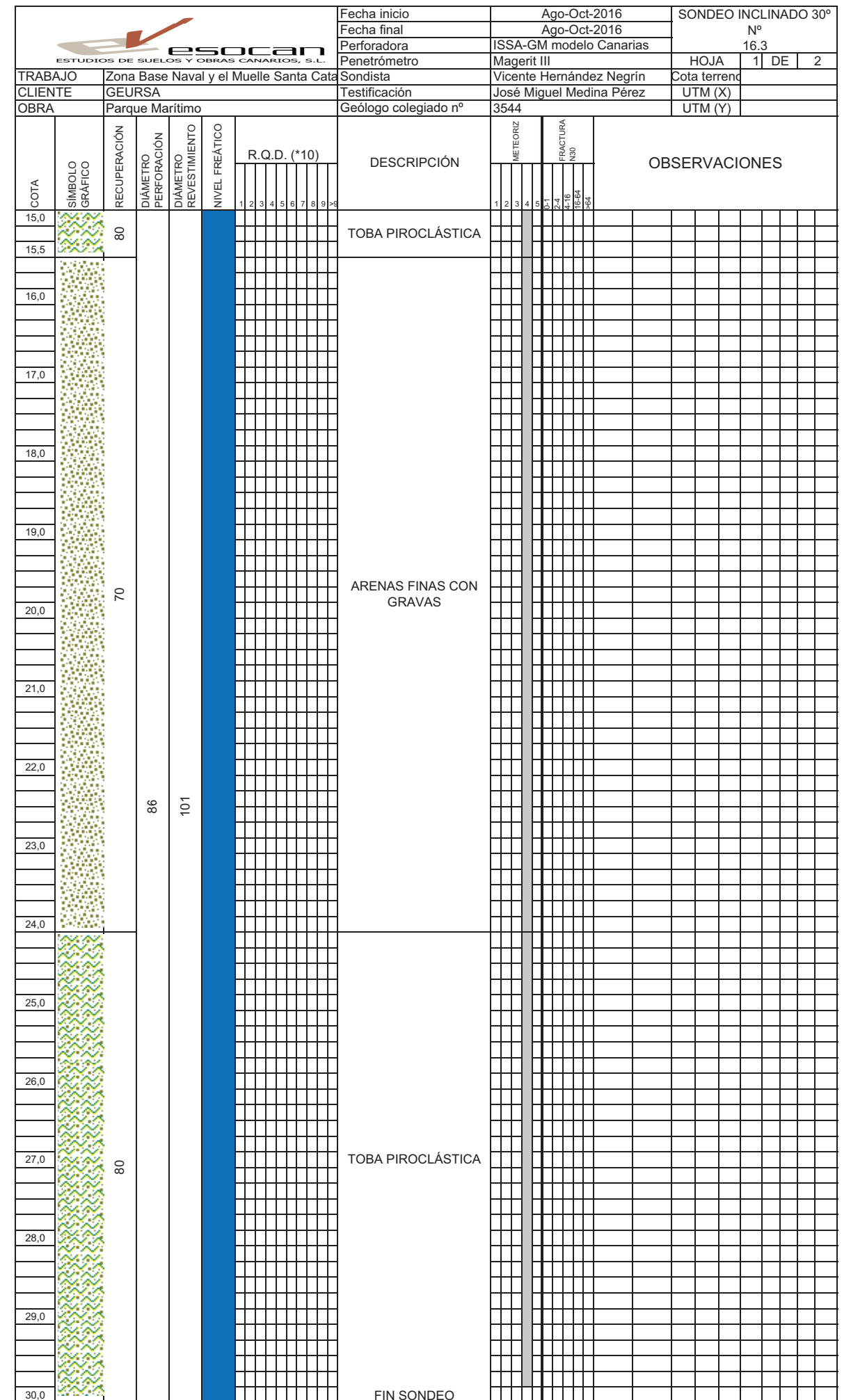
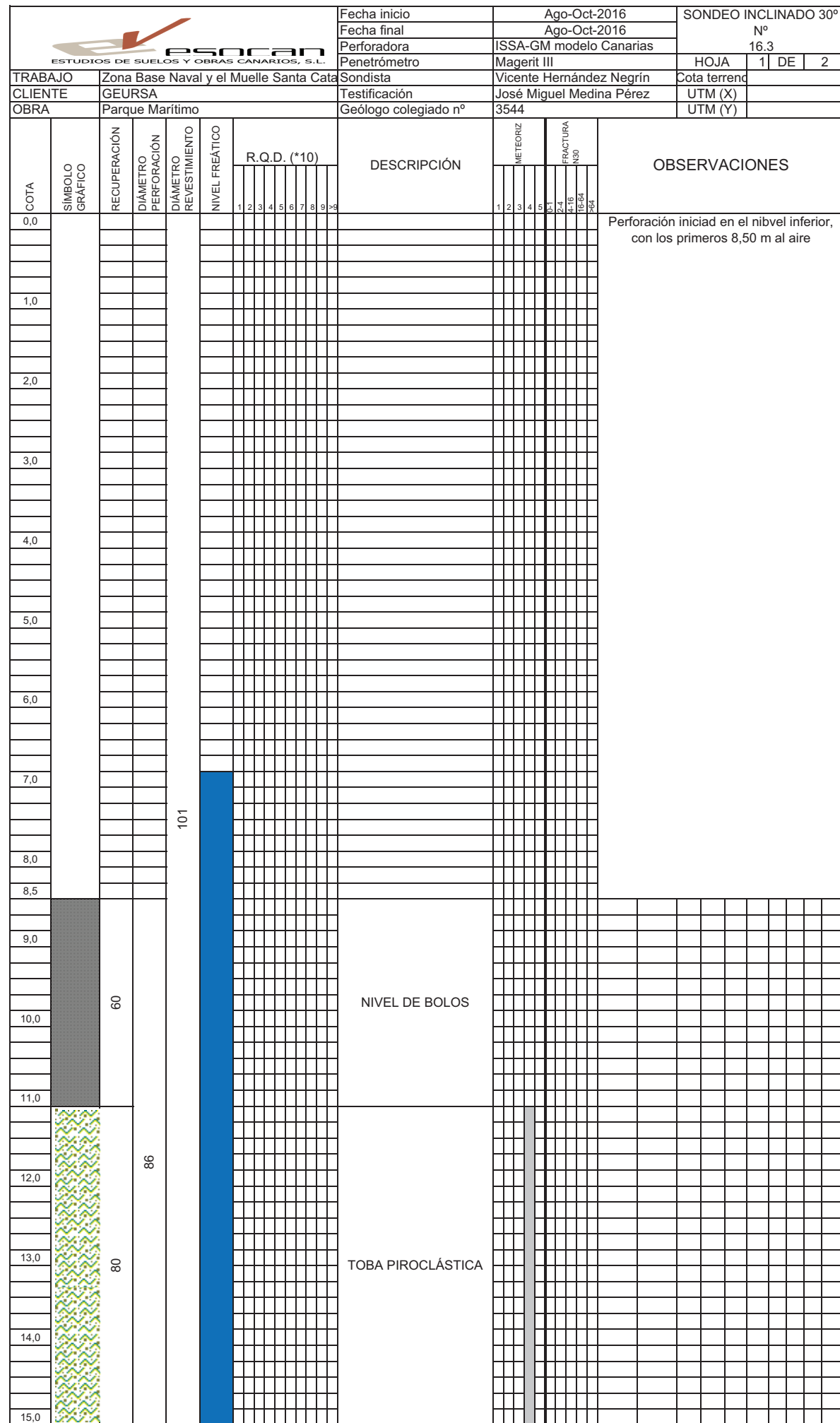


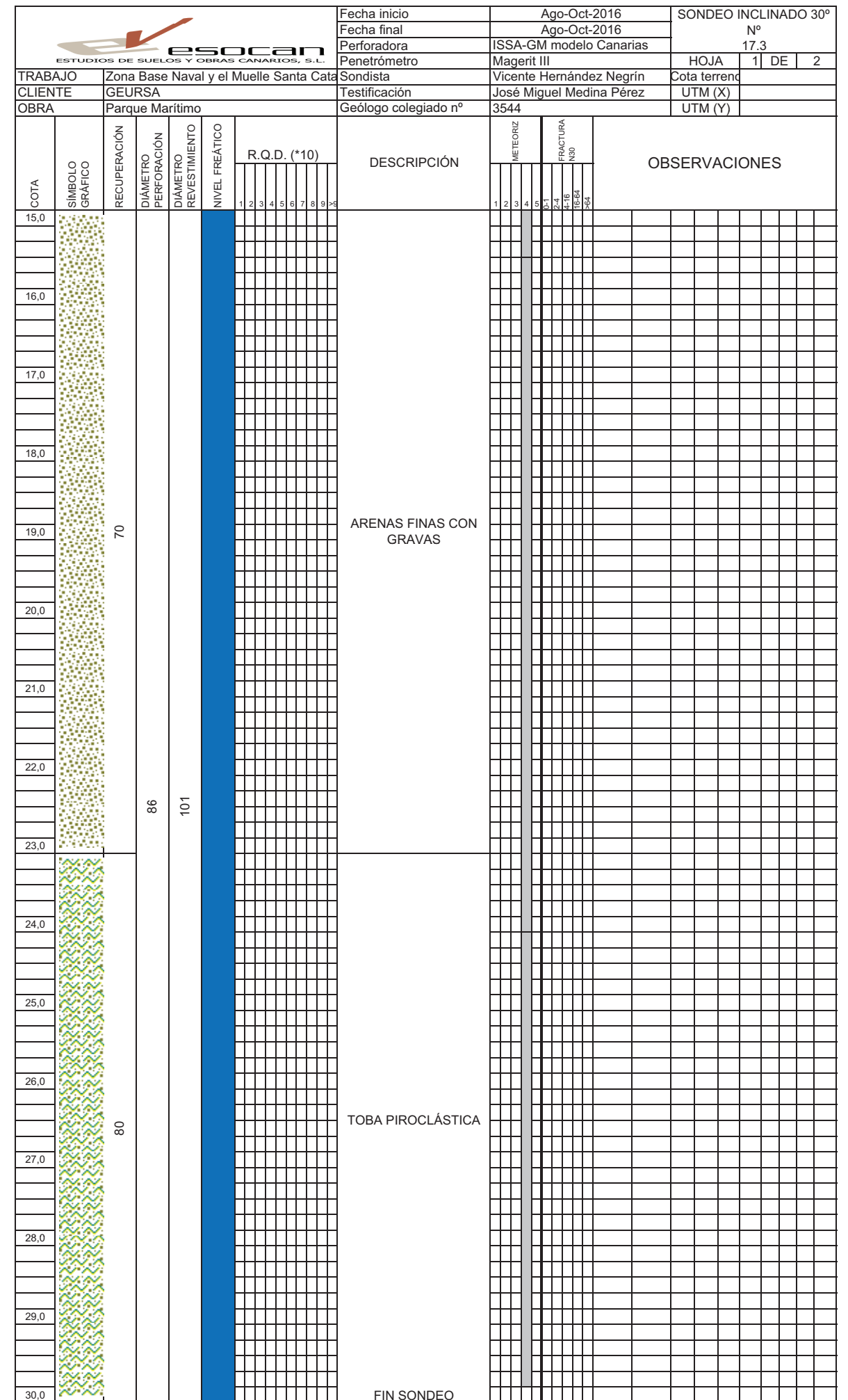
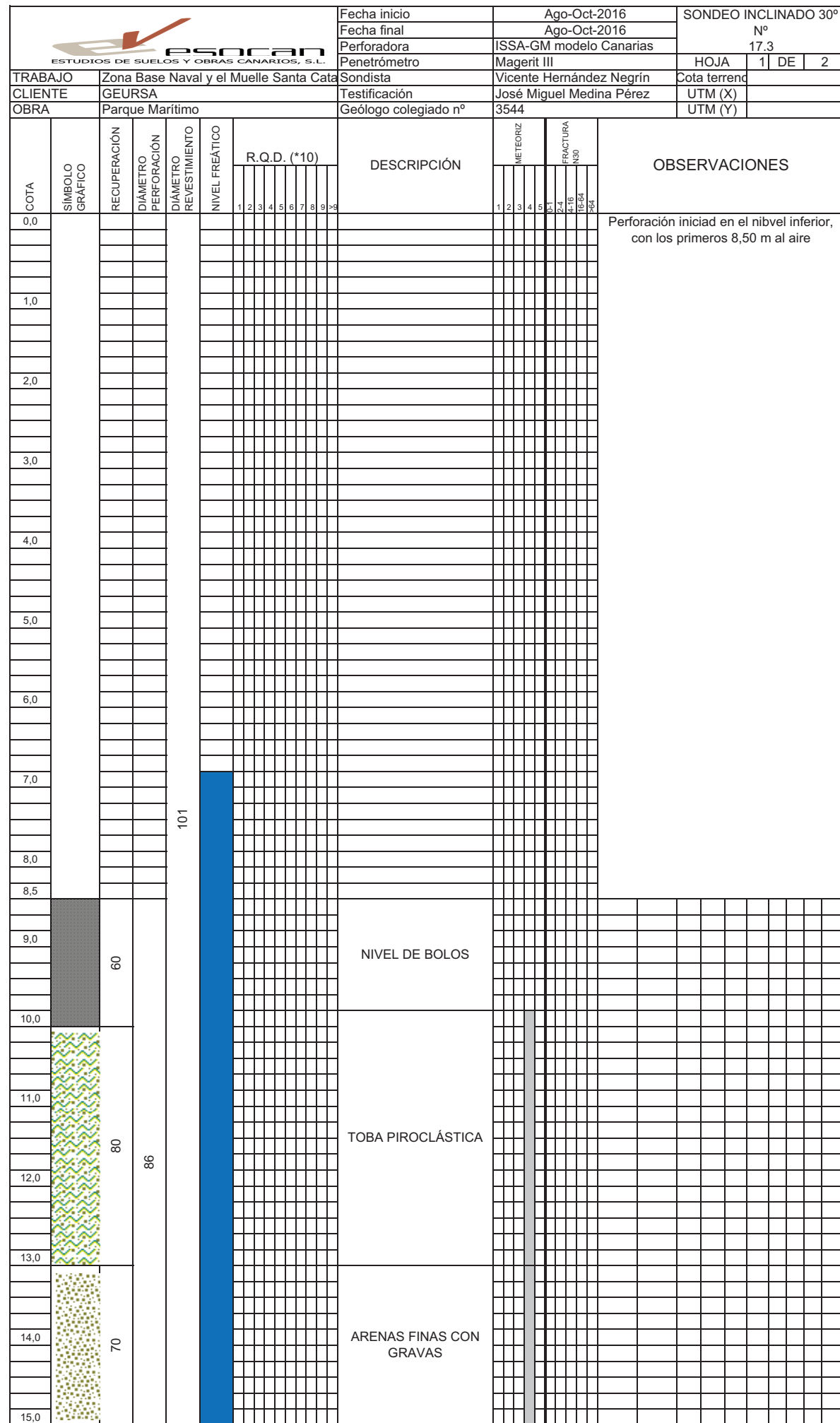
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°															
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°															
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	14,3															
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1 DE 2														
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno															
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)															
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)															
COTA	SIMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
0,0																			Se perforó con martillo en fondo
1,0																			
2,0																			
3,0																			
4,0																			
5,0																			
6,0																			
7,0																			
8,0																			RELLENO ANTRÓPICO
8,5																			
9,0																			
10,0																			
11,0																			
12,0																			
13,0																			
14,0																			
15,0																			

ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIAS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°															
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°															
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	14,3															
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1 DE 2														
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno															
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)															
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)															
COTA	SIMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
15,0																			
16,0																			RELLENO ANTRÓPICO
16,5																			
17,0																			
18,0																			
19,0																			ARENAS GRUESAS CON GRAVAS
20,0																			
20,5																			
21,0																			
22,0																			
23,0																			ARENAS FINAS CON GRAVAS
24,0																			
25,0																			
26,0																			FIN DE SONDEOS
																			El sondeo finalizó a los 26,00 m debido a que se partió el revestimiento y no se pudo continuar
27,0																			
28,0																			
29,0																			
30,0																			

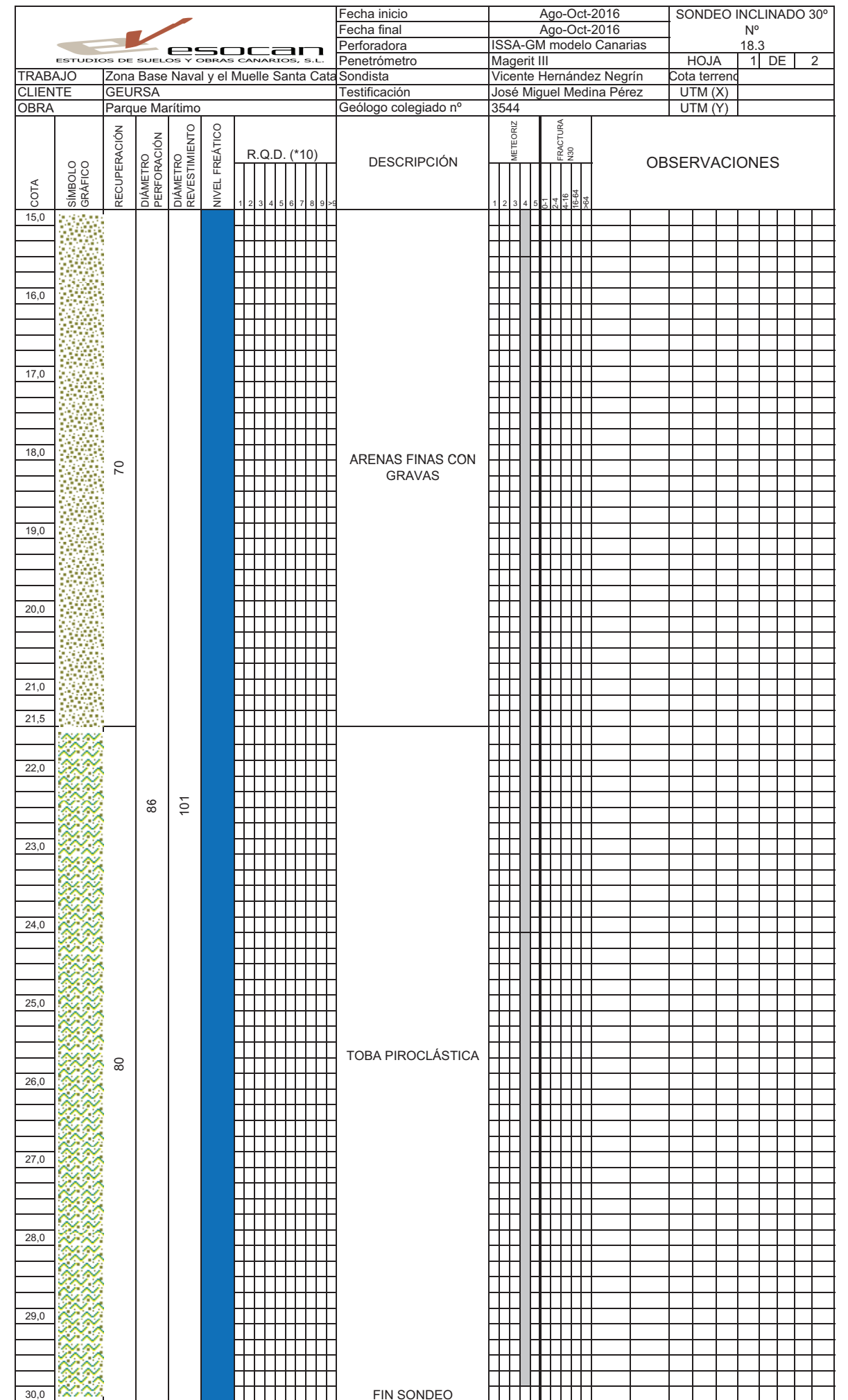
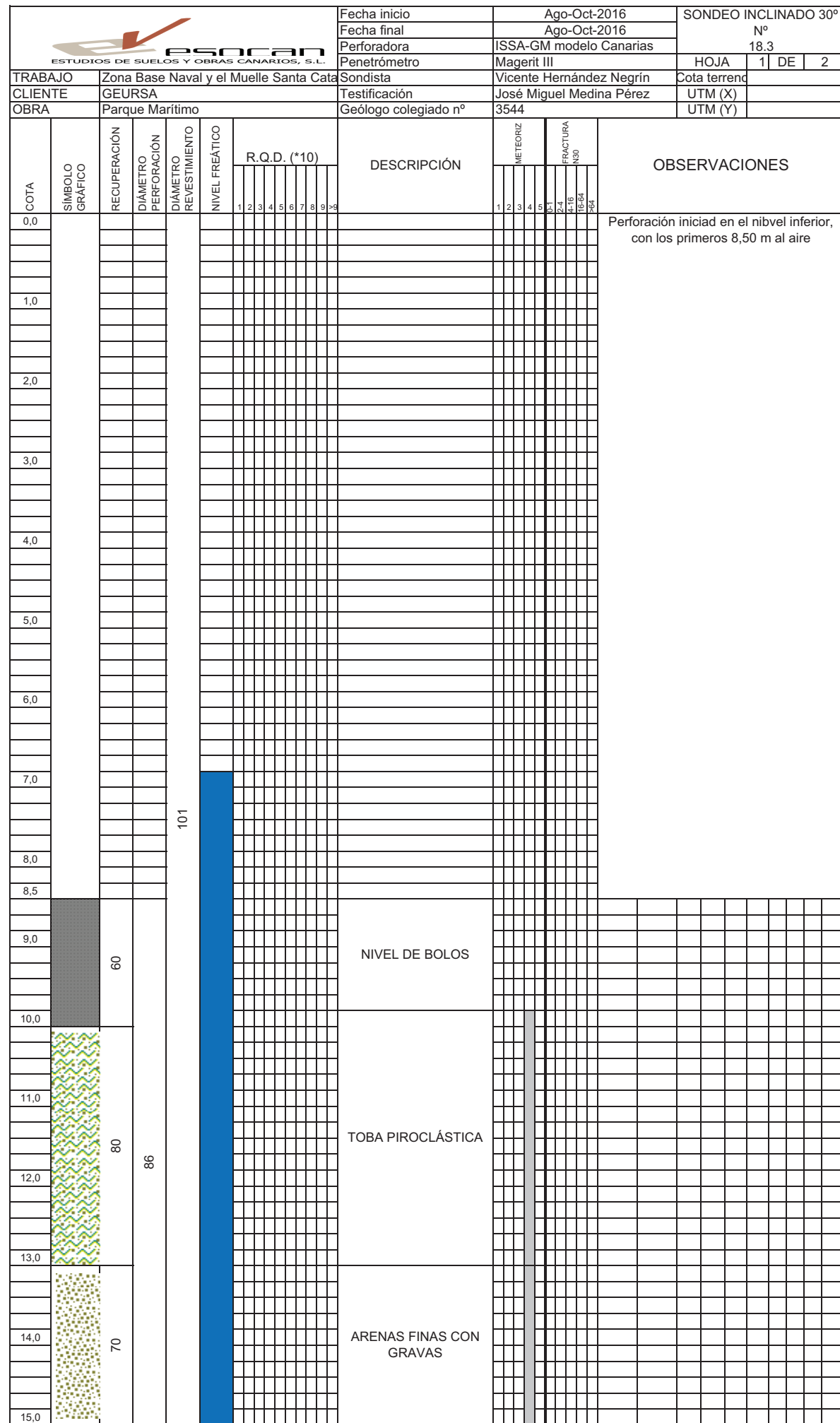
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°															
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°															
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	15.3															
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1 DE 2														
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno															
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)															
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)															
COTA	SÍMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
0,0																		Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación	
1,0																			
2,0																			
3,0																			
4,0																			
5,0																			
6,0																			
7,0																		RELLENO ANTRÓPICO	
8,0																			
8,5																			
9,0																			
10,0																			
11,0																			
12,0																			
13,0																			
14,0																			
15,0																			

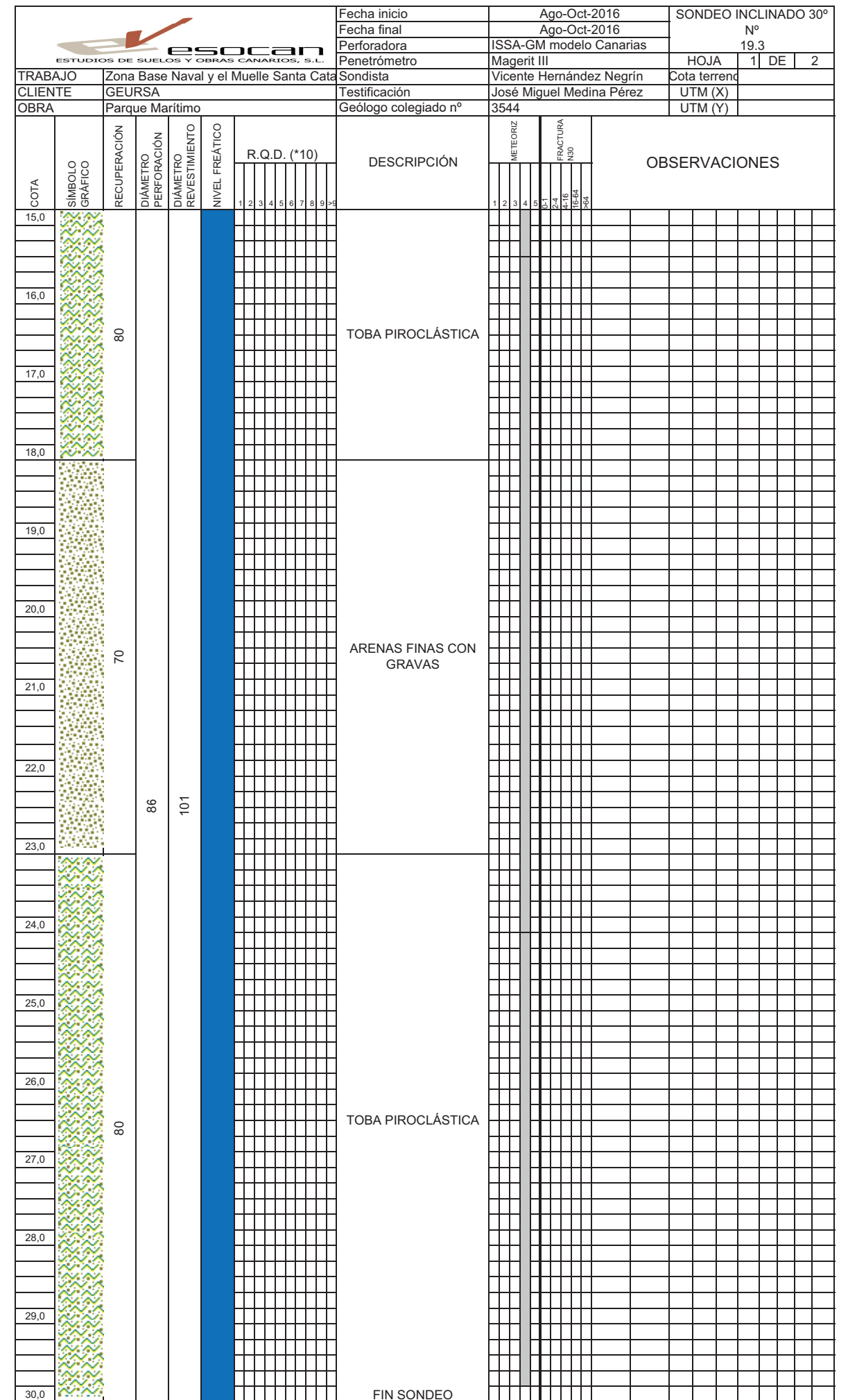
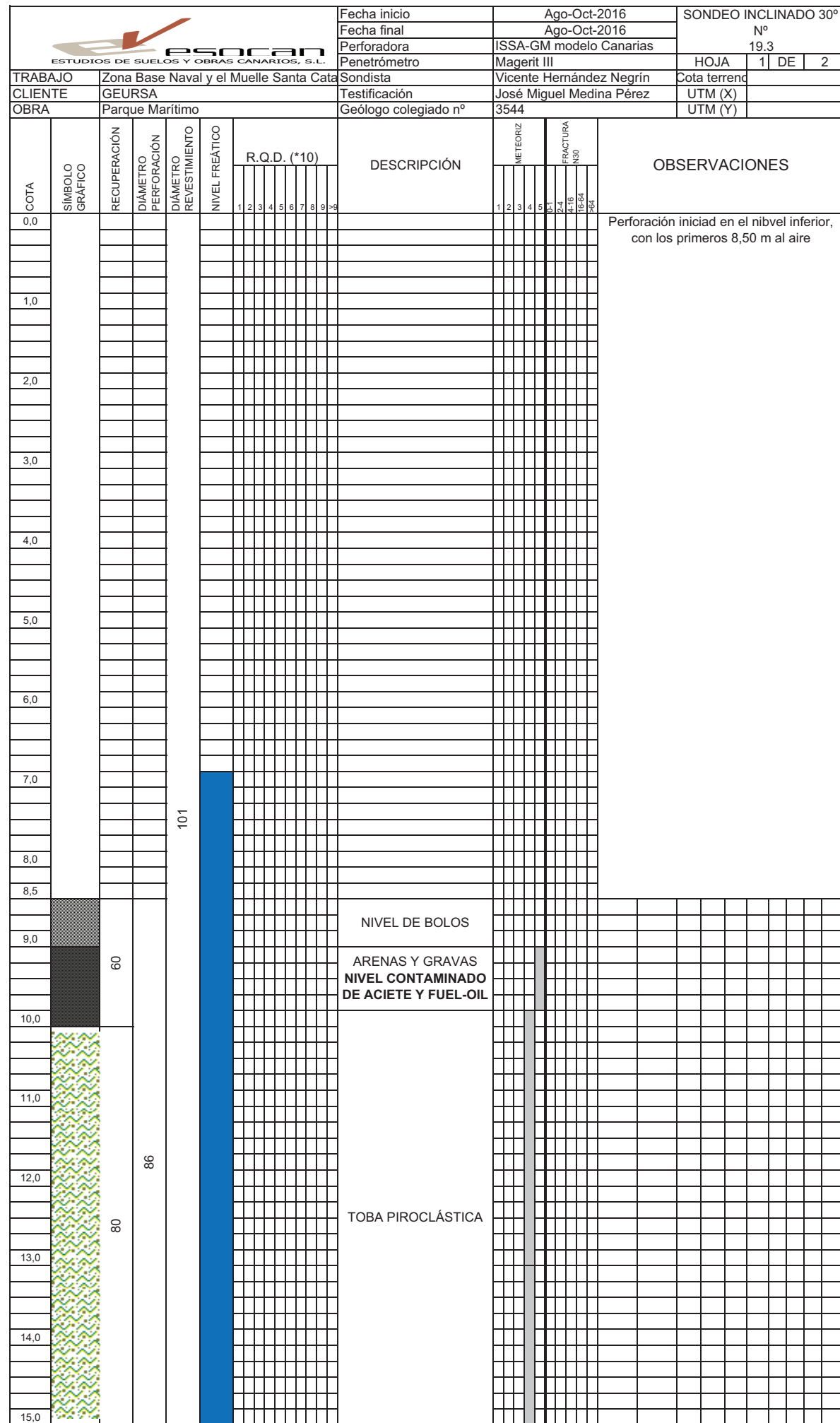
ESTUDIOS DE SUELOS Y OBRAS CANARIOS, S.L.		Fecha inicio	Ago-Oct-2016	SONDEO INCLINADO 30°															
		Fecha final	Ago-Oct-2016	N°															
		Perforadora	ISSA-GM modelo Canarias	15.3															
		Penetrómetro	Magerit III	HOJA	1 DE 2														
TRABAJO	Zona Base Naval y el Muelle Santa Catalina	Sondista	Vicente Hernández Negrín	Cota terreno															
CLIENTE	GEURSA	Testificación	José Miguel Medina Pérez	UTM (X)															
OBRA	Parque Marítimo	Geólogo colegiado nº	3544	UTM (Y)															
COTA	SÍMBOLO GRÁFICO	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO PERFORACIÓN	DIÁMETRO REVESTIMIENTO	NIVEL FREÁTICO	R.Q.D. (*10)										DESCRIPCIÓN	METEORIZ	FRACTURA N30	OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
15,0																		Se perforó con martillo en fondo y se recuperó el detritus de la perforación	
16,0																			
17,0																		RELLENO ANTRÓPICO	
18,0																			
19,0																			
20,0																		ARENAS Y GRAVAS NIVEL CONTAMINADO DE ACEITE Y FUEL-OIL	
20,5																			
21,0																		ARENAS AMARILLAS GRUESAS CEMENTADAS CON CONCRECIONES CALCÁREAS	
22,0																			
23,0																			
23,6																			
24,0																		ARENAS GRUESA CON GRAVAS Y ALGÚN BOLO AISLADO	
25,0																			
26,0																			
27,0																			
28,0																			
29,0																			
30,0																		FIN SONDEO	

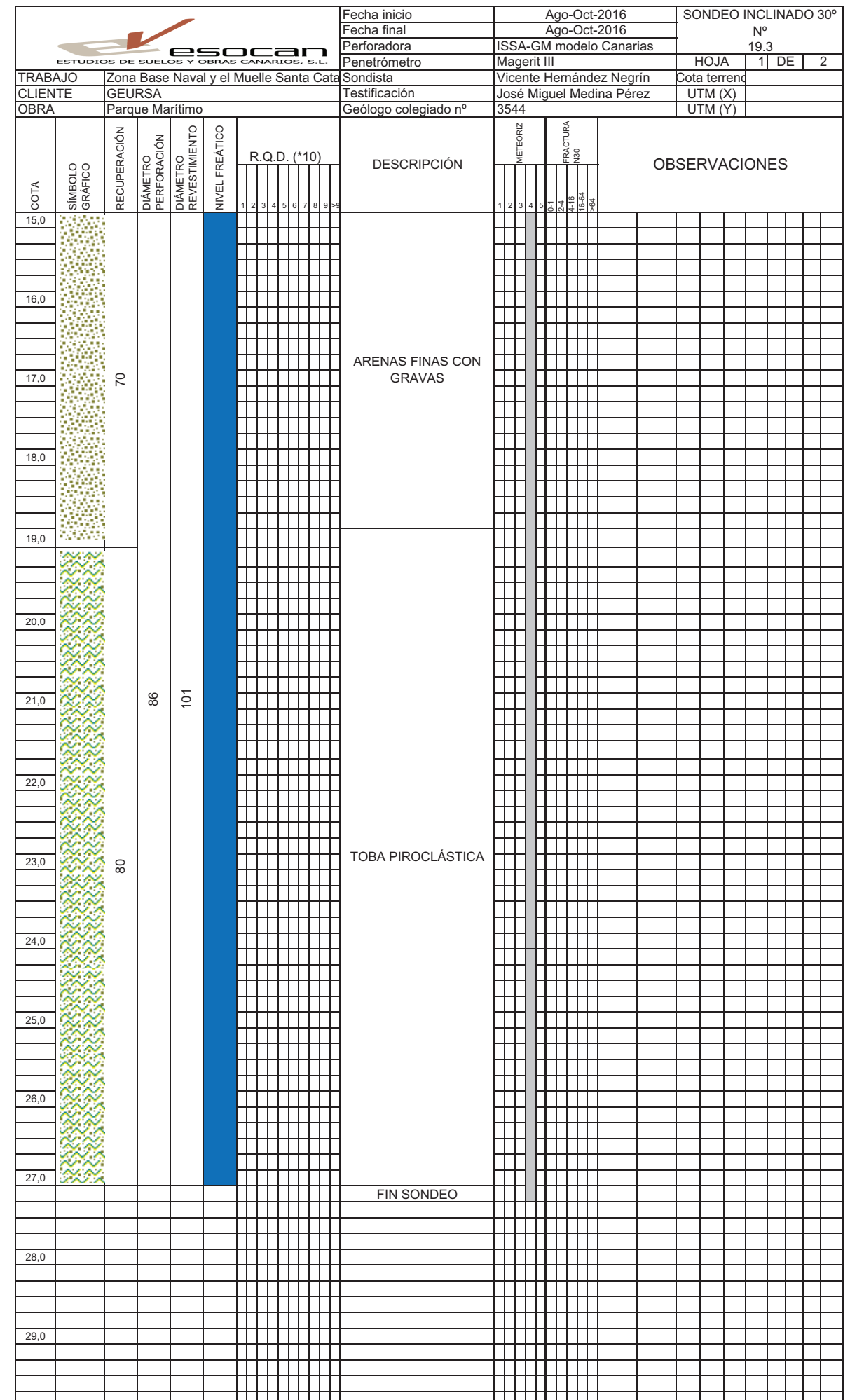
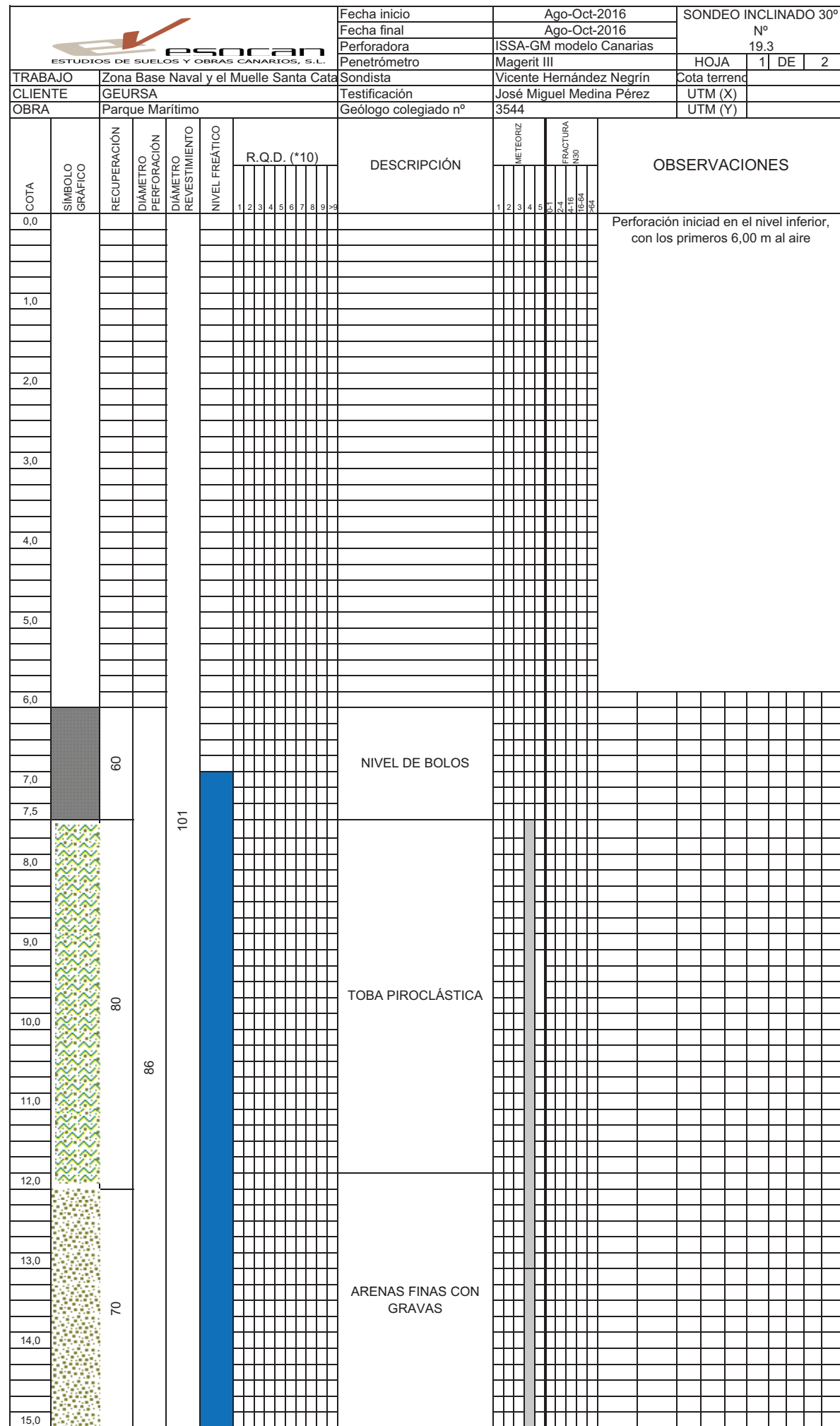












# FOTOGRAFÍAS

Foto 1: Vista general de la zona de actuación-



Foto 2: Vista general de la zona de actuación





Foto 3: Perforadora instalada en el sondeo 1.1



Foto 4: Sondeo 1.1 de 0,00 a 5,00 m



Foto 5: Sondeo 1.1 de 5,00 a 8,00 m



Foto 6: Sondeo 1.1 de 8,00 a 13,00 m





Foto 7: Sondeo 1.1 de 13,00 a 13,00 m



Foto 8: Sondeo 1.1 de 15,00 a 17,00 m



Foto 9: Perforadora instalada en el sondeo 1.2



Foto 10: Sondeo 1.2 de 0,00 a 4,50 m

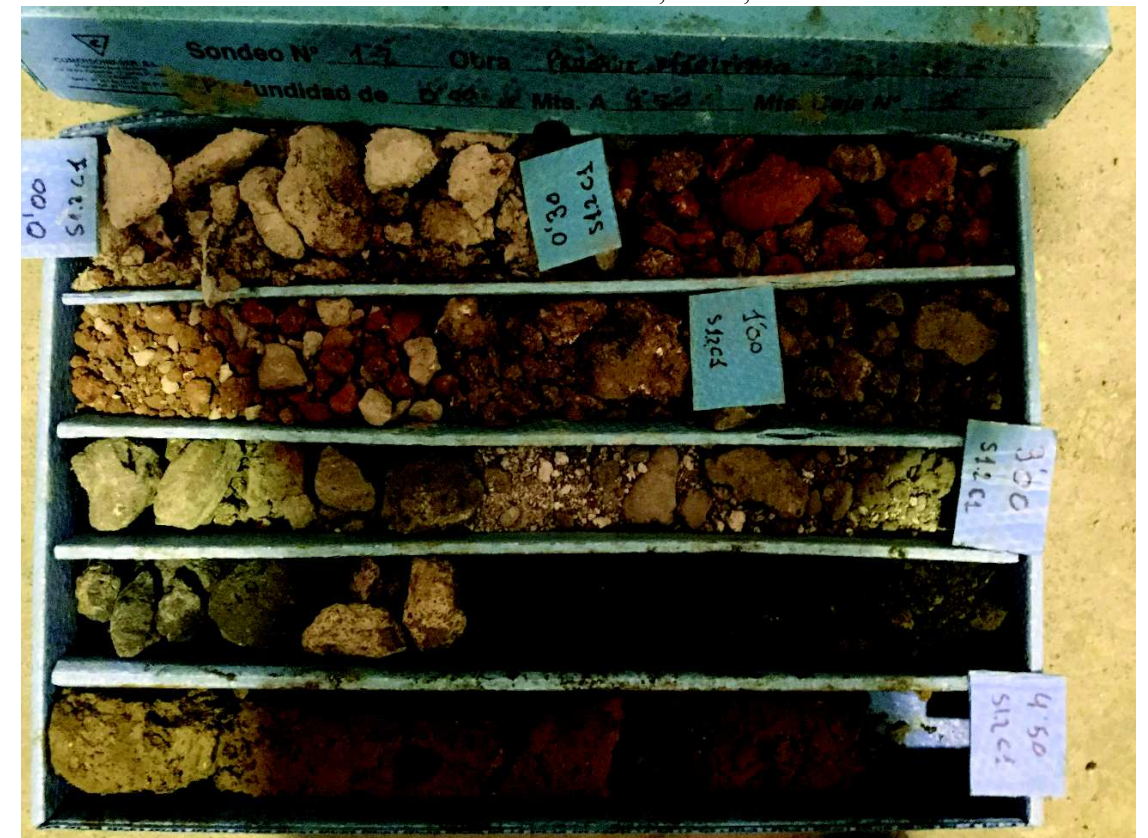




Foto 11: Sondeo 1.2 de 4,50 a 9,60 m



Foto 12: Sondeo 1.2 de 9,60 a 13,20 m

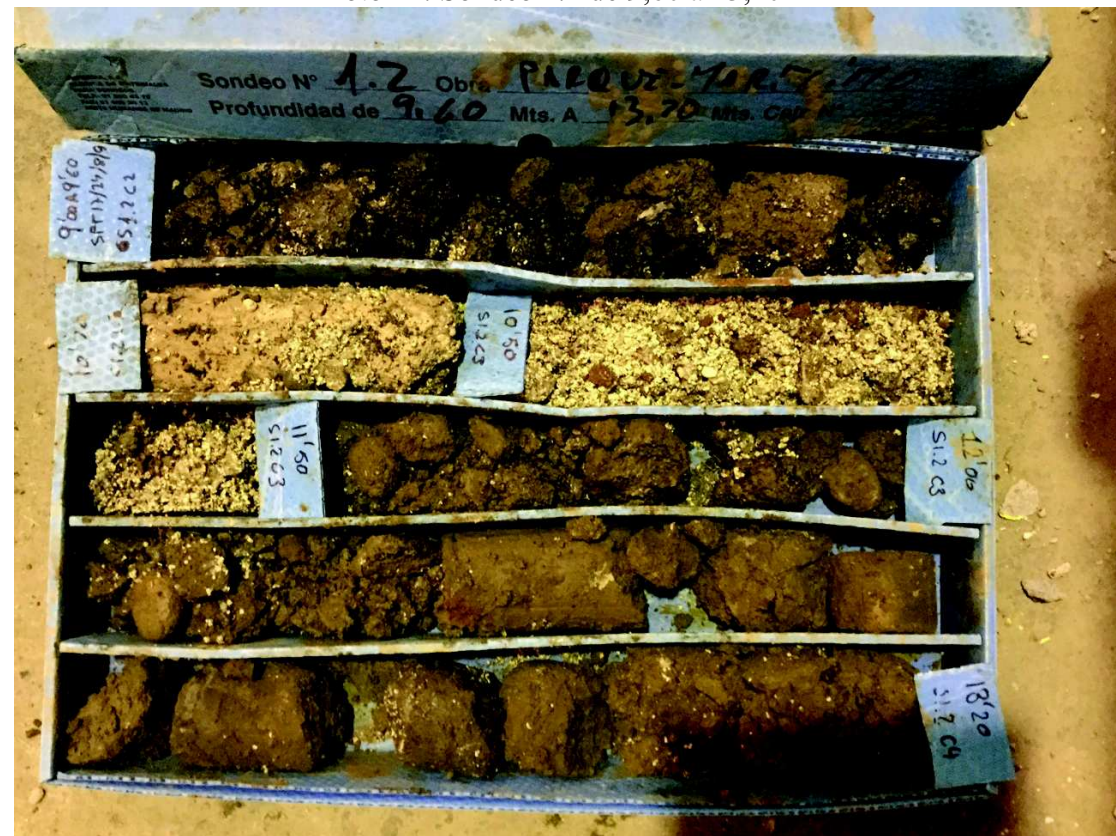


Foto 13: Sondeo 1.2 de 13,20 a 17,00 m



Foto 14: Perforadora instalada en Sondeo 2.1





Foto 15: Sondeo 2.1 de 0,00 a 3,00 m



Foto 16: Sondeo 2.1 de 3,00 a 7,525 m



Foto 17: Sondeo 2.1 de 7,50 a 13,00 m



Foto 18: Sondeo 2.1 de 13,00 a 16,00 m





Foto 19: Sondeo 2.1 de 16,00 a 17,00 m



Foto 20: Perforadora instalada en Sondeo 2.2



Foto 21: Sondeo 2.2 de 0,00 a 3,00 m



Foto 22: Sondeo 2.2 de 3,00 a 6,00 m





Foto 23: Sondeo 2.2: de 6,00 a 11,00 m



Foto 24: Sondeo 2.2 de 11,00 a 15,00 m



Foto 25: Sondeo 2.2 de 15,00 a 17,00 m



Foto 26: Perforadora instalada en el sondeo 3.1





Foto 27: Sondeo 3.1 de 0,00 a 3,00 m

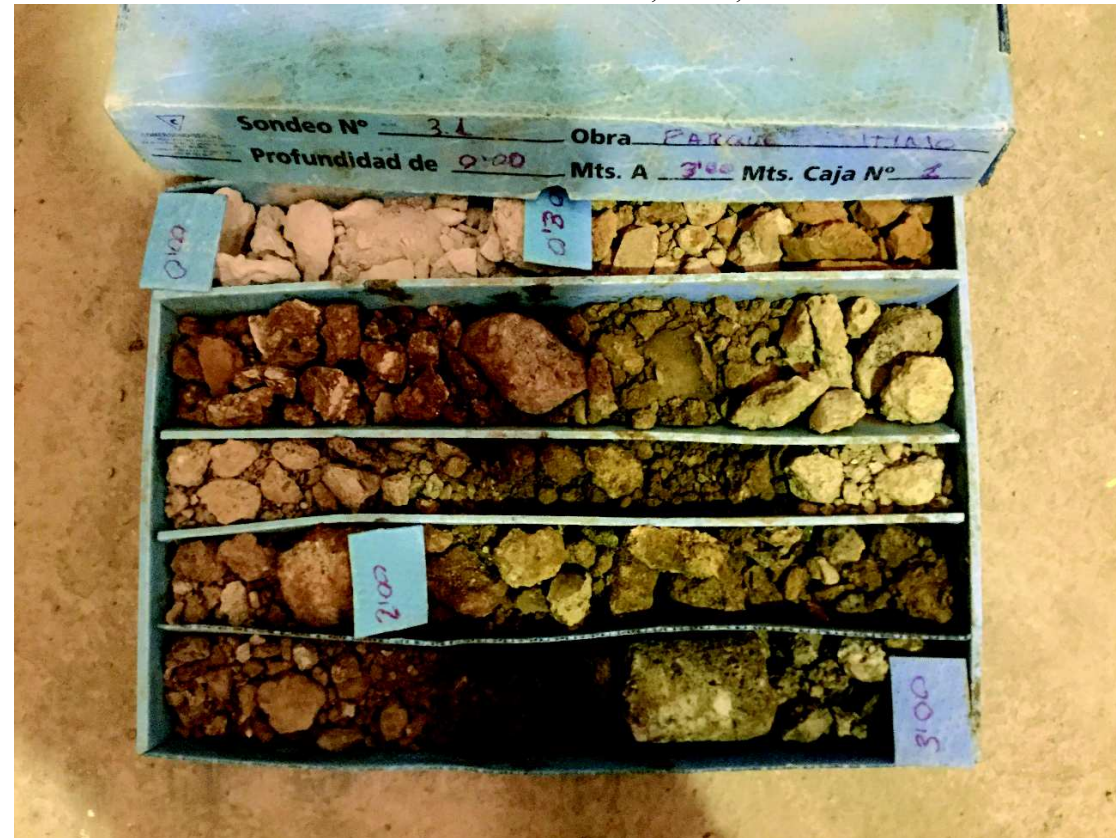


Foto 28: Sondeo 3.1 de 3,00 a 6,00 m



Foto 29: Sondeo 3.1 de 6,00 a 10,20 m

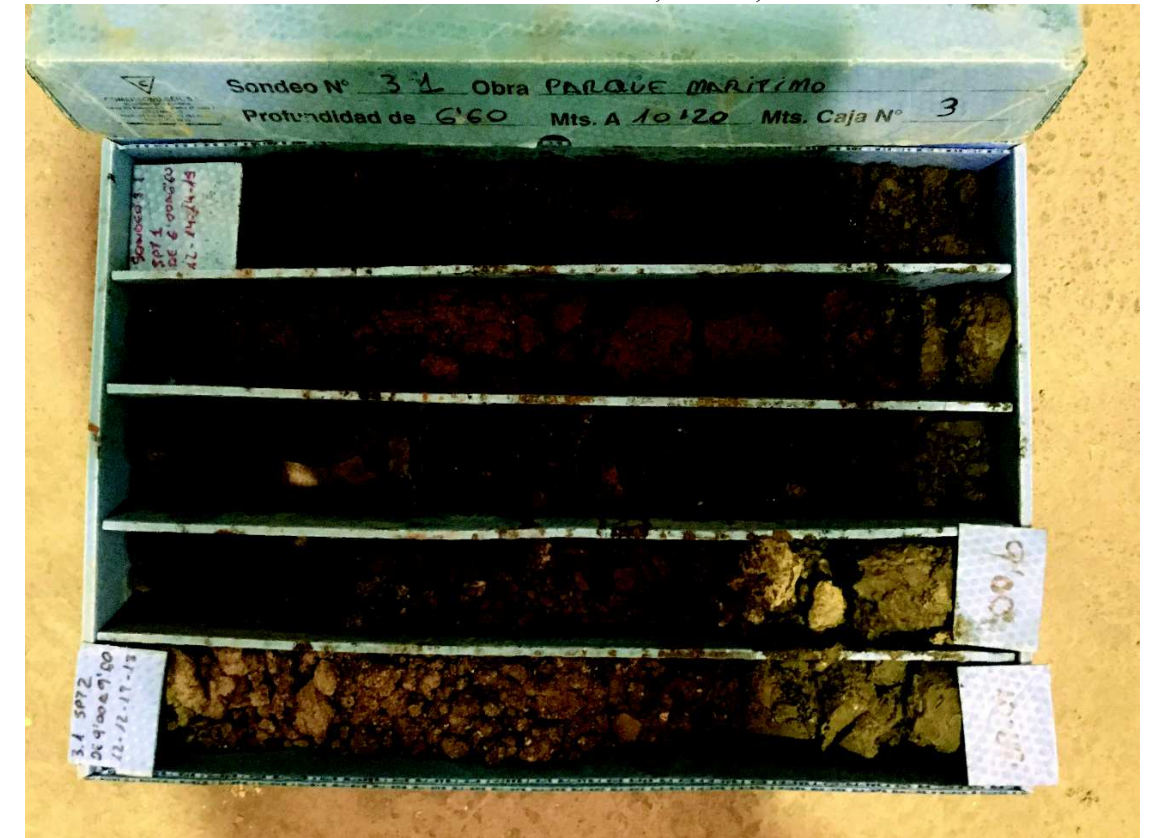


Foto 30: Sondeo 3.1 de 10,20 a 13,20 m

