

ESTUDIO GEOTÉCNICO DE DETALLE

CIMENTACIÓN DE EDIFICIO MUNICIPAL PARA EQUIPAMIENTO DEPORTIVO CON PISCINA CUBIERTA EN EL MUNICIPIO DE EL PASO.

SOLICITANTE:

Excmo. Ayuntamiento de El Paso



EMPLAZAMIENTO:

**Ctra. LP-3.
El Paso.**

OCTUBRE DE 2.016
EXPEDIENTE 3.330

ÍNDICE

	Página
1- DATOS PREVIOS.....	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Datos previos del proyecto.	3
1.3 Datos del emplazamiento.	5
1.3.1 - Marco Geológico Regional	5
1.3.2 - Marco Geológico Local.....	7
 2. – RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	 13
2.1 – Trabajos de reconocimiento del terreno efectuados.....	13
2.1.1 – Trabajos de campo.....	13
2.1.2 – Trabajos de laboratorio.....	14
2.2 – Distribución de unidades geotécnicas y niveles freáticos	14
2.2.1 Unidad 1 MATERIALES ESCORIÁCEOS	15
2.2.2 Unidad 2 BASALTO	16
 3- SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN	 18
3.1 – Análisis de los problemas geotécnicos planteados.....	18
3.2 – Planteamiento de los distintos tipos de cimentación posible.....	18
3.2.1 – Tensión admisible.....	18
3.2.2- Asientos.....	19
3.2.3 – Agresividad del sustrato frente a la cimentación.....	20
3.2.4 – Análisis de posibles riesgos (desprendimientos, inundación, descalce) así como posibilidad de riesgo de circulación de aguas superficiales y / o subterráneas.....	21
 4. – RESUMEN Y CONCLUSIONES	 22

ANEJOS

ANEJO Nº I. – PLANO DE SITUACIÓN DE LA PARCELA.

ANEJO Nº II. – INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.

Actividades de campo

*Plano de situación de los sondeos
Columnas estratigráficas
Reportaje fotográfico*

Ensayos de laboratorio

1- DATOS PREVIOS

1.1 Antecedentes

A Instancia del **ECMO. AYUNTAMIENTO DE EL PASO**, el Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción S.A. (ICINCO) ha realizado un Estudio Geotécnico para la construcción de un edificio de dos plantas destinado a albergar una piscina municipal cubierta y otras instalaciones deportivas.

El interesado solicitó en OCTUBRE de 2.016, la realización de un Estudio Geotécnico de detalle que permitiera conocer los parámetros resistentes del subsuelo para la estructura. Se realizó un Reconocimiento Geológico de detalle así como Ensayos de Laboratorio a partir de toma de muestras profundas.

1.2 Datos previos del proyecto.

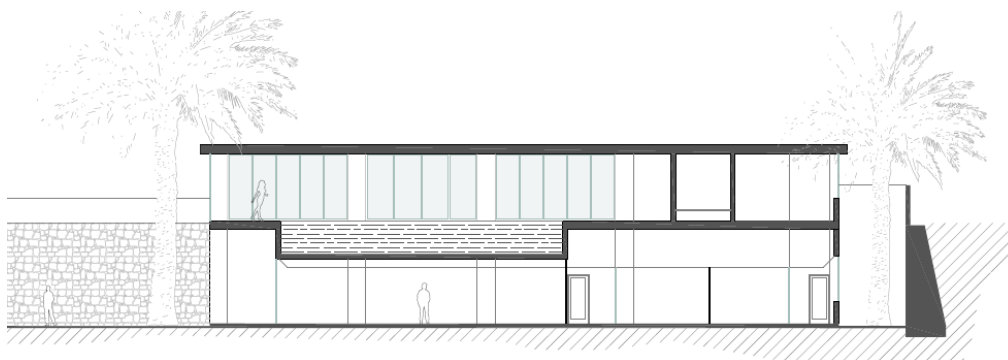
El área de estudio se ubica en una parcela anexa al actual pabellón municipal de El Paso, en el área deportiva que incluye el estadio de fútbol municipal y otros equipamientos y que se encuentra en la carretera LP-3, a escasos 2 km del casco urbano municipal.



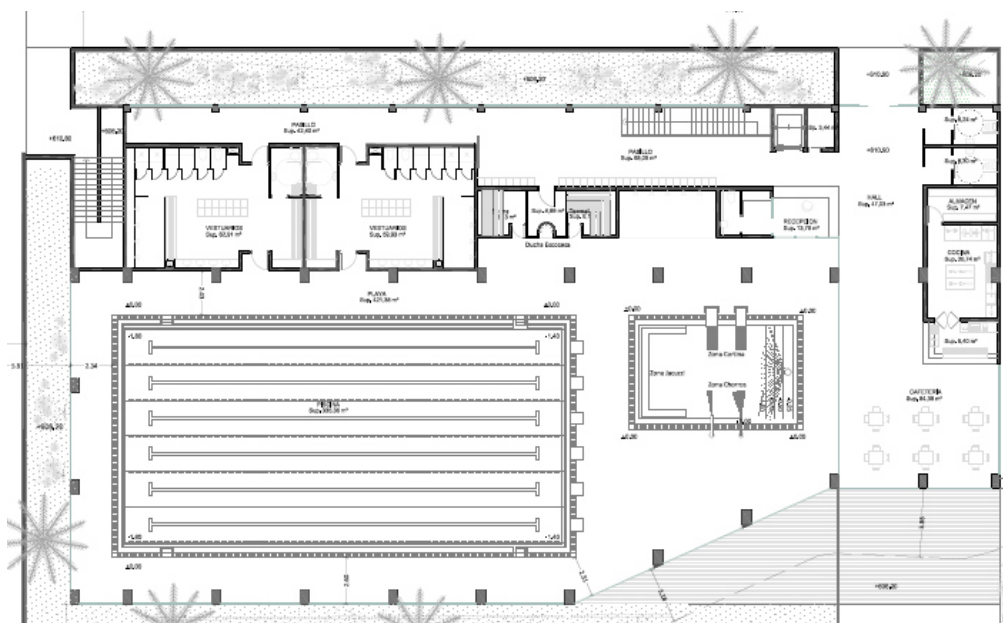
El Proyecto de la edificación consistirá en un edificio de dos plantas, con piscina cubierta en planta alta y dependencias deportivas en la planta baja:



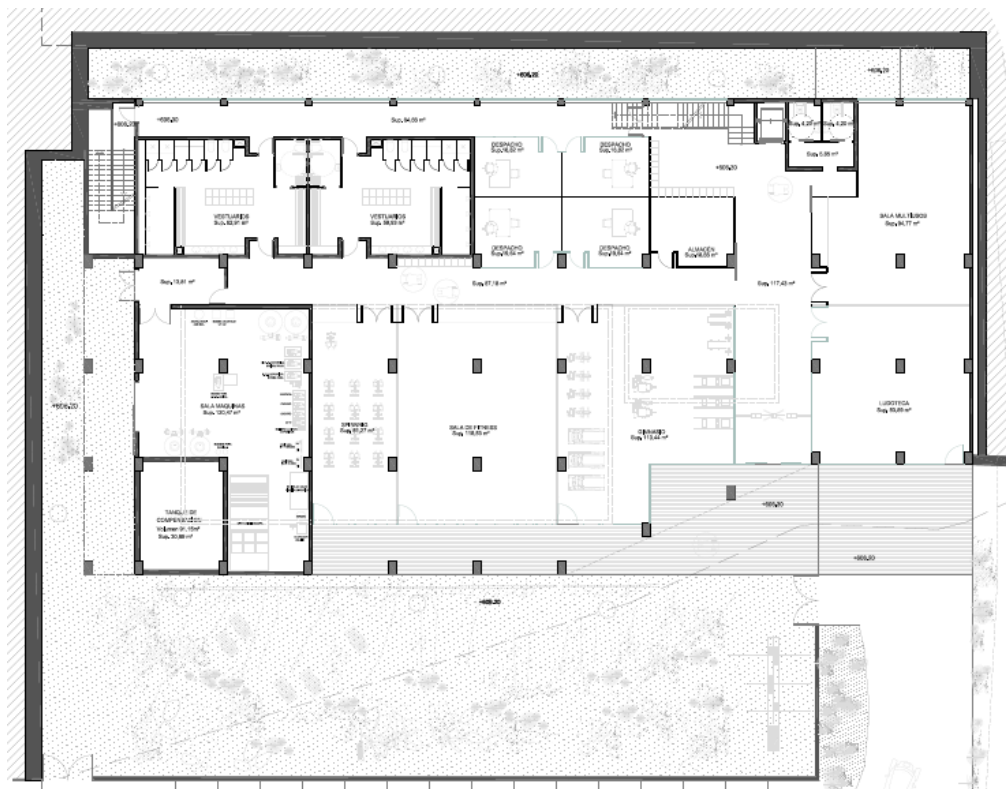
Imagen actual de la parcela



Sección tipo del edificio proyectado



Planta alta con piscina



Planta baja, gimnasio y sala de máquinas

Se pretende una cimentación somera, superficial, que apoyará aproximadamente a unos cuatro metros por debajo de la cota de partida de los sondeos ejecutados en la parcela actual, parcela que se encuentra ocupada por aparcamientos a fecha de redacción de este trabajo.

1.3 Datos del emplazamiento.

1.3.1 - Marco Geológico Regional

Los primeros depósitos volcánicos de la isla de La Palma comenzaron a surgir del fondo marino hace 3 millones de años. Este primer material conocido como el *Complejo Basal* empezó a elevarse sobre los fondos abisales por el empuje del magma profundo hasta su emersión y el comienzo de las primeras emisiones subaéreas. El *Complejo Basal* aflorante comenzó a ser afectado por los agentes atmosféricos produciendo una erosión de los materiales volcánicos.

Posteriormente comenzó a depositarse en la zona Norte del Complejo Basal un nuevo estratovolcán conocido como *Taburiente I*. Estos depósitos, fundamentalmente de lavas basálticas y piroclastos, cubrieron toda la parte norte del *Complejo Basal*.

Se produce un hiato volcánico y comienza a actuar la erosión a favor de los límites de *Taburiente I* y el *Complejo Basal*, sedimentándose materiales detríticos que formarían el acuífero de *Coebra*.

De nuevo se produciría la reactivación volcánica, esta vez, el foco magmático se desplazaría al sur. El aparato volcánico *Taburiente II* fue el más voluminoso llegando a una altura de 3.000 m. El crecimiento en la vertical favoreció las diferencias climáticas entre el norte y el sur.

La actividad volcánica continuó aunque de nuevo el centro de emisión migró hacia el sur situándose sobre un flanco de *Taburiente II*, el estratovolcán *Cumbre Nueva*. Este estratovolcán expulsó materiales de composición basáltica y basanítica, siendo coetáneo en actividad con el edificio volcánico *Taburiente II*.

Las acumulaciones lávicas de *Cumbre Nueva* produjeron un excesivo peso sobre la Isla que produciría en dirección Oeste, un súbito deslizamiento en masa de los materiales de *Taburiente II* y *Cumbre Nueva*. El *Deslizamiento de Aridane* se produjo hace 700.000 años, dejando una depresión abierta en forma de herradura, la cual ha sido ocupada por material coluvial-aluvial.

De nuevo, y como consecuencia de la descompresión sufrida, una nueva actividad volcánica se produciría en la depresión creada por el deslizamiento. Estas nuevas acumulaciones volcánicas (traquibasaltos) compondrían el actual estratovolcán del *Bejenado*.

Por último, el desplazamiento al sur del foco magmático dejó inactivo el estratovolcán del *Bejenado*. En la actualidad, el vulcanismo se ha desarrollado en la mitad

sur de la Isla, donde continúa el proceso eruptivo hasta erupciones muy recientes (Teneguía, 1.971). En el resto de la Isla predominan los agentes erosivos.

1.3.2 - Marco Geológico Local

El edificio en estudio para piscina cubierta y otros equipamientos deportivos, apoyará sobre una colada volcánica, en el Oeste de la isla, a unos 600 metros sobre el nivel del mar. Atendiendo a la clasificación zonal realizada por el Instituto Geológico y Minero de España (I. G. M. E.) la obra se encuentra ubicada en la Región denominada como II.

Dentro de esta región nos encontramos dentro del **Área II₂**. Esta se encuentra ampliamente representada en La Palma.

Los afloramientos se componen de conos volcánicos en buen estado de conservación, formados por proyección aérea y posterior deposición en capas superpuestas de productos piroclásticos (cenizas, lapillis y bombas). Estos mismos materiales han cubierto, igualmente, amplios sectores de formaciones más antiguas. Las coladas de lava escoriácea fluida (malpaises) completan el conjunto de materiales que forman la Area, pertenecientes todos ellos a las Series Basálticas Recientes.

Morfológicamente destacan los relieves agudos de los volcanes, en los que el lapilli y los Piroclastos gruesos conservan sus colores originales, con escasa alteración superficial. Las pendientes medias de la Area oscilan entre el 10 y el 15%.

La permeabilidad de los materiales es muy grande, dado su carácter predominantemente granular y el elevado índice de porosidad de los materiales. El drenaje superficial es bueno y se ve favorecido por la elevada capacidad de absorción de agua que presentan los lapillis.

La capacidad de carga es de tipo medio, existiendo la posibilidad de deslizamientos en los taludes excavados en materiales piroclásticos finos.

El aprovechamiento de los lapillis de la zona, para su utilización como áridos, se lleva a cabo en la actualidad a pequeña escala, si bien las reservas son muy abundantes.

Los materiales piroclásticos tienen un comportamiento mecánico similar al de los suelos granulares, con componentes que abarcan una gama granulométrica reducida. Son

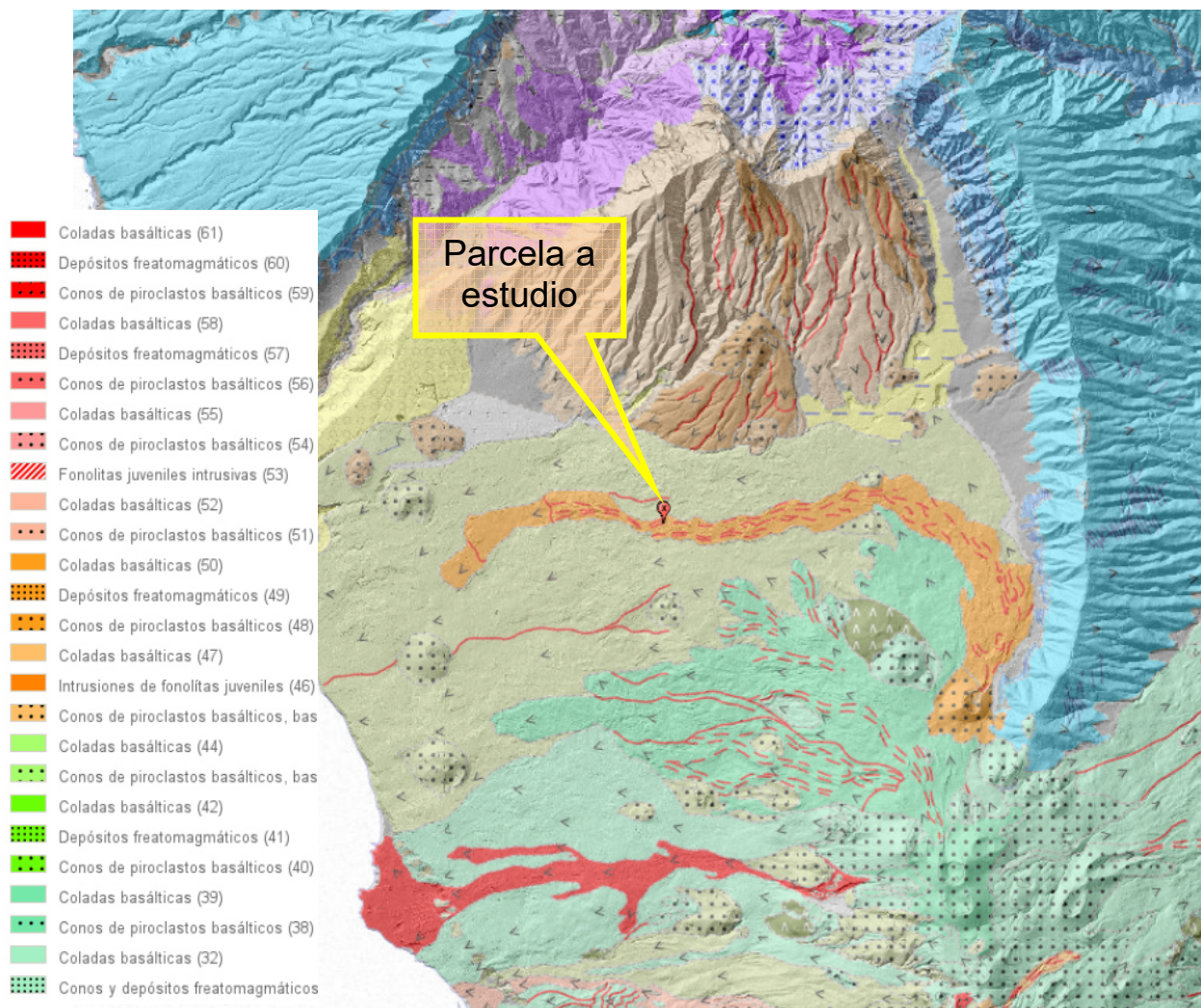
de buena ripabilidad y forman taludes cuya estabilidad depende del grado de humedad, del tamaño y de la cohesión de los fragmentos de Piroclastos entre sí. En sentido amplio admiten taludes medios verticales, con desmoronamientos locales. El peso específico aparente del material varía entre 0,8 y 1,0, mientras que el real está comprendido entre 1,3 y 1,6.

El comportamiento geotécnico es bueno, admitiendo una capacidad de carga que va de alta a media, con asientos tolerables.



Sección del mapa geotécnico de la Isla de La Palma. IGME, año 1.990

Según una clasificación más reciente publicada por el gobierno de Canarias la pasarela recorre una zona de Coladas Basálticas prehistóricas:

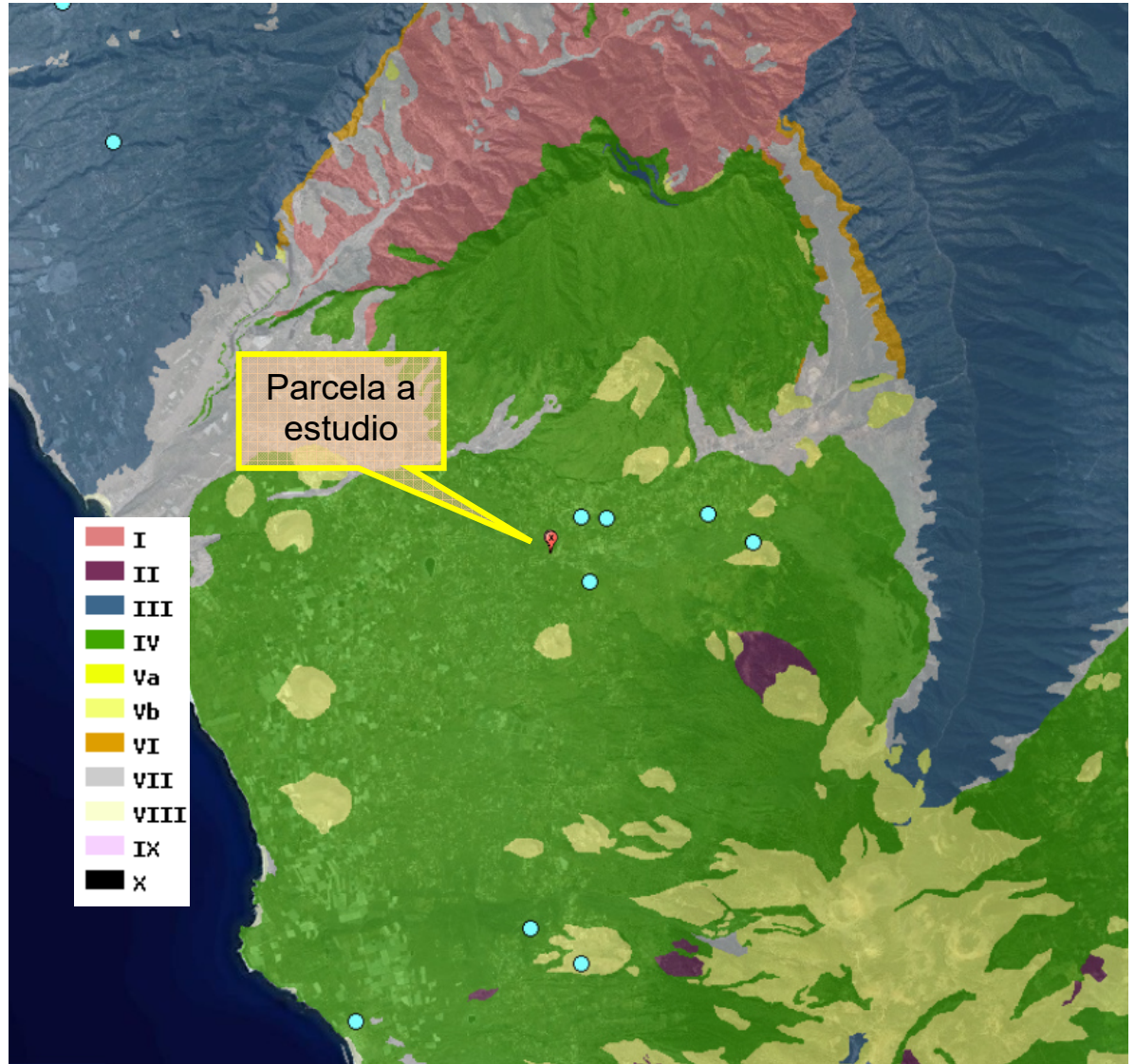


Mapa Geológico de La Palma. Fuente Sistema de Información de Canarias 2.012.

Las lavas de Montaña Quemada son de composición basáltica y fluyen hacia el norte y el oeste por el valle de Aridane, deteniéndose a la cota 270 m, muy próximo al actual núcleo urbano de Triana.

De los conos del volcán San Martín se emitieron unas coladas basálticas de aspecto muy reciente y con profusión de anchos canales de lava, que discurren hacia la costa, entrando en el mar al sur de la Punta de Tigalate.

Desde el punto de vista geotécnico, la pasarela discurre por un terreno Tipo **IV**:
COLADAS BASÁLTICAS SANAS



Mapa Geotécnico de La Palma. Fuente Sistema de Información de Canarias 2.011.

En esta unidad se recogen las coladas basálticas que conservan su estructura original debido a su escaso estado de alteración, por lo que se pueden distinguir los tipos “pahoehoe” y “aa”.

Las lavas “pahoehoe” se caracterizan por tener una superficie lisa y ondulada, aunque en detalle aparecen con formas similares a vísceras o cuerdas entrelazadas y corrugadas. Internamente es de destacar la presencia de gran número de vacuolas o pequeños huecos más o menos esféricos que les otorgan gran porosidad. Debido a este

hecho, han sido usadas tradicionalmente en las Islas Canarias para fabricar molinos de cereal y son conocidas vulgarmente como “risco molinero”. Sin embargo, el detalle interno más destacable es la presencia de túneles o tubos volcánicos que pueden alcanzar kilómetros de longitud y diámetros de varios metros, así como moldes de árboles que fueron arrollados por la colada. En las prospecciones que se realizan sobre estos materiales suele ocurrir que no sean detectados estos tubos volcánicos, lo que no significa que no existan.

Las lavas “aa” o lavas escoriáceas se forman con magmas algo más viscosos que las lavas “pahoehoe”, fluyen más lentamente y adquieren un aspecto totalmente distinto. La superficie es extremadamente rugosa o incluso espinosa, por lo que localmente se conocen como “malpaís”. El avance de la lava se realiza como el de las cadenas de una oruga, de forma que la superficie escoriácea ya enfriada se desploma delante del frente de la colada en movimiento y es recubierta por el interior todavía fundido que avanza. Por ello, la sección vertical de una lava “aa” consiste en una banda central de roca densa surcada por una red de diaclasas o fisuras formadas por retracción al enfriarse y solidificar el fundido, limitada abajo y arriba por dos franjas escoriáceas irregulares. Cuando hay un apilamiento de varias lavas “aa”, las escorias de techo se unen con las de la base de la colada situada inmediatamente encima, resultando una alternancia de bandas densas (basalto) y bandas escoriáceas (autobrecha). El efecto visual puede resultar engañoso y llevar a pensar que sólo son lavas las bandas densas y que los niveles escoriáceos tienen otro origen.

Entre estos dos tipos extremos de lavas (“pahoehoe” y “aa”) existen un importante grupo de términos intermedios que se denominan lavas de transición.

Al igual que en el caso de la unidad III, la presencia de niveles escoriáceos intercalados produce una gran heterogeneidad ya que provocan alternancias tanto vertical como horizontalmente. Estos niveles escoriáceos, que en esta unidad aparecen poco alterados, se comportan como suelos granulares poco compactos lo que junto con la existencia de cavernas reduce considerablemente la calidad de los macizos rocosos. Pertenecen a las series o ciclos volcánicos II, III o IV.

Los niveles masivos de roca basáltica, en general presentan capacidad portante alta con valores de RMRb comprendidos entre 60 y 85. Sin embargo, los niveles escoriáceos pueden presentar baja capacidad portante y gran deformabilidad, si las escorias están sueltas y sin matriz y capacidad portante moderada y poca deformabilidad si se encuentran soldadas o con matriz con cierto grado de cementación.

Por tanto, atendiendo a la tasa efusiva, viscosidad del magma, contenido en gases, pendiente del terreno, etc., estas coladas basálticas pueden dar como producto final materiales que presentan gran variabilidad en cuanto a composición y estado, por lo que es necesario el estudio de cada emplazamiento en particular. Así, a efectos de planificación del reconocimiento geotécnico, esta Guía considera que en esta unidad se pueden reconocer dos subunidades:

- **IVa.** En esta subunidad quedan incluidas las coladas basálticas de tipo “aa”, que presentan espesores de compacto basáltico sano iguales o superiores a 2 m, conservando su continuidad lateral en toda la parcela, con niveles escoriáceos inferiores a 0.5m, ausencia de cavidades y una pendiente del terreno inferior a 15°. **Se consideran terrenos T1.**
- **IVb.** En esta subunidad se incluyen las coladas basálticas “pahoehoe” y coladas “aa” con espesores de compacto basáltico sano inferiores a 2 m, niveles escoriáceos intercalados y/o presencia de cavidades. **Se consideran terrenos T3e.**

El caso que nos ocupa se corresponde con una unidad IVa y por tanto debe tratarse como un terreno T1 según la clasificación del CTE.

En nuestro caso, el material extraído está compuesto por escorias superficiales de relleno con mayor o menor proporción de arenas, sueltas o soldadas (Litotipos ESS y EST) y, coladas basálticas sanas (Litotipo B-PL-V Basalto Plagioclástico Vacuolar).

2. – RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

2.1 – Trabajos de reconocimiento del terreno efectuados.

2.1.1 – Trabajos de campo

Se han realizado tres sondeos de recuperación continua de testigo de 8.0, 7.0 y 6.0 metros de profundidad, todos ejecutados mediante sonda rotativa montada sobre orugas modelo TP-50 de Tecoinsa. Cada uno de los sondeos se ejecutó en el terreno de cimentación del futuro edificio para piscina cubierta y equipamientos deportivos, denominándose a efectos de este estudio sondeos 1, 2 y 3. Se realizaron los estudios los días 27 y 28 de octubre de 2.016.

A la hora de precisar tanto la profundidad como el número de los sondeos realizados, se han seguido los criterios dados en el Código Técnico de la Edificación, capítulo 4 del Documento Básico Seguridad Estructural de Cimientos. Se ha aplicado lo estipulado en la citada norma para un tipo de terreno T-1 y tipo de edificio C-1. La profundidad de los sondeos se diseñó teniendo en cuenta que se esperaba encontrar una unidad geotécnica resistente tal que las presiones aplicadas sobre ella por la cimentación del edificio no produjeran deformaciones apreciables en los niveles subyacentes.

Sobre este suelo se han realizado además 3 Ensayos de Penetración Estándar, “SPT”, según los sondeos, cotas y resultados obtenidos para el número N que se resumen en el siguiente cuadro:

<i>Sondeo</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Resultado</i>	<i>N</i>
S-1	2.40	15/12/16/20	28
S-2	1.80	18/20/19/22	39
S-3	2.20	25/R(11)	R

2.1.2 – Trabajos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se han realizado a partir de las muestras tomadas en los sondeos. Se han realizado dos ensayos de rotura a compresión simple sobre sendos testigos de roca tomados de las muestras de sondeo:

Muestra	Sondeo	Cota (m)	Ensayos
1	S-1	5.50	Rotura a compresión simple de un testigo de Roca.
2	S-2	6.50	Rotura a compresión simple de un testigo de Roca.

Los Ensayos de Laboratorio se han realizado de acuerdo a las Normas siguientes:

- Rotura a compresión simple en roca más tallado, UNE 22.950-1:1990

En los anejos del presente informe se incluyen actas con los resultados obtenidos en ambos ensayos.

2.2 – Distribución de unidades geotécnicas y niveles freáticos

El suelo sondeado se corresponde con un perfil volcánico reciente típico de la zona, formado en esencia por potentes coladas basálticas y capas de escorias asociadas con un grado bajo de alteración. Se distinguen escorias algo soldadas y sueltas, junto con capas de roca basáltica sana.

Teniendo en cuenta los resultados de los sondeos realizados y las unidades geológicas – geotécnicas encontrados en los puntos de investigación, a modo de esquematización del subsuelo y con el fin de dotar a la parcela de un valor de tensión admisible única y de estimar los asentos esperables en las estructuras, se pueden diferenciar las siguientes unidades en el subsuelo sondeado:

Unidad 1: MATERIALES ESCORIÁCEOS.

Unidad 2: BASALTO.

No se ha observado nivel freático en ninguno de los sondeos realizados en octubre de 2.016.

La diferenciación de los niveles se ha realizado a partir de los datos obtenidos por el registro de los sondeos. Estos niveles se puede extrapolar al resto del solar, en tanto en cuanto, las propiedades geológicas – geotécnicas de los niveles definidos se mantengan constantes y teniendo en cuenta que los sondeos suponen un área de investigación respecto al solar escasa, es posible que puedan haber errores en las estimaciones de las tensiones de trabajo en las zonas no investigadas. Si esto ocurriera, las tensiones de trabajo son entonces correctas únicamente para los puntos investigados quedando como probables valores para el resto de los puntos no investigados. El estudio geotécnico se ha realizado basándose en este requisito.

2.2.1 Unidad 1 MATERIALES ESCORIÁCEOS.

Se trata de un paquete de piroclastos de cobertura con distribución de tamaños dispares, que se recupera en los tres sondeos como capa superficial mezclado con algunos bolos basálticos y arenas, hasta el punto de poderse tratar el conjunto como un nivel único de aglomerado volcánico. Es un terreno granular que se recupera suelto, no siendo descartable su condición de relleno de la actual parcela, apareciendo en una capa de unos tres metros de potencia en el arranque de los tres sondeos. Este nivel de escorias y

arenas desaparecerá con el desmonte necesario para el edificio, no constituyendo por tanto nivel de cimentación.

Se trata de un nivel granular de compacidad alta, siendo su composición heterogénea en lo referente a granulometría, habiéndose recuperado desde gravas limpias a gravas con arenas y bolos. Puede asimilarse a un litotipo ESS (Escorias Sueltas) según la notación publicada en la GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA EDIFICACIÓN EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS GETCAN-11, publicada por el Gobierno de Canarias.

Considerando los ensayos de Penetración válidos ejecutados, se obtuvo un valor de $N_{\text{corregido}}$ medio de 26. A partir de este dato pueden presumirse los siguientes parámetros geomecánicos con la ayuda de ciertas correlaciones existentes en la bibliografía:

$N_{\text{corregido medio}}=28$

Compacidad medio densa (Terzaghi y Peck para arenas limpias)

Densidad relativa D_r 62% (Terzaghi y Peck para arenas limpias).

Densidad real entre 1.75 y 1.80 gm / cm³.

Ángulo de rozamiento interno $\varphi = 37^\circ$ (Meyerhof).

Módulo de Balasto $k_{0,3} = 46,8 \text{ MN} / \text{m}^3$ (Scott 1.981).

2.2.2 Unidad 2 **BASALTO**.

Roca volcánica sana, de color gris oscuro y con alta densidad de vacuolas. Se han extraído coladas de roca de gran potencia bajo el nivel de escorias superficial. La recuperación media es alta (85 %), habiéndose perforado esta unidad con agua. Se recupera en testigos de tamaño medio. El índice RQD medio calculado fue 51% en el caso del sondeo 1, 46% en el sondeo 2 y 58% en el caso del tercer sondeo. Puede asimilarse a un litotipo BPLV (Basalto Plagioclásico Vacuolar) según la notación publicada en la GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA

EDIFICACIÓN EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS GETCAN-11, publicada por el Gobierno de Canarias

En base a los ensayos realizados sobre dos testigos de roca tomados de la muestra obtenida del terreno, podemos asignar una resistencia a compresión simple media a esta roca de unos 482 kp / cm². Así, según la clasificación ISRM (1.981) se podría clasificar la roca como:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE MPa	CLASIFICACIÓN ISRM (1.981)
<1	<i>Suelo</i>
1-5	<i>Roca muy blanda</i>
5-25	<i>Roca blanda</i>
25-50	<i>Roca moderadamente dura</i>
50-100	<i>Roca dura</i>
100-250	<i>Roca muy dura</i>
>250	<i>Roca extremadamente dura</i>

Teniendo en cuenta el índice de fracturación que presenta la roca y los valores obtenidos tanto en los ensayos de laboratorio como de campo, se han podido estimar un RMR de 48, lo que confiere a la roca una *calidad pasable* según Beniaowski (1.989):

RMR	CLASE	CALIDAD	COHESIÓN DEL MACIZO	ÁNGULO DE ROZAMIENTO
48	III	Roca pasable	200-300 KPa	25°-35°

El basalto es el nivel que constituirá nivel de cimentación al encontrarse en la cota a la que deberá instalarse la cimentación del edificio. Se intercepta en los tres sondeos a partir de los tres metros de profundidad.

3- SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

3.1 – *Análisis de los problemas geotécnicos planteados.*

Se pretende la cimentación de un edificio de dos plantas para albergar una piscina cubierta en planta alta e instalaciones de índole deportiva y sala de máquinas en planta baja. Se deberá rebajar la cota actual de la parcela en unos 4 metros, encontrando a esa profundidad el terreno ocupado por una capa de basalto sano de buena capacidad portante, tal y como se deduce de las muestras obtenidas con la investigación geotécnica desarrollada.

Se considera adecuado el sistema de cimentación con zapatas aisladas, arriostradas y apoyadas sobre la unidad de BASALTO, unidad que ocupa el plano de asiento de la estructura tal y como se ha previsto, siendo en general un terreno estable y muy adecuado para cimentar esta estructura.

3.2. – *Planteamiento de los distintos tipos de cimentación posible.*

3.2.1 – *Tensión admisible.*

En la hipótesis de zapatas someras apoyadas sobre el nivel de **basalto**, la Tensión de Trabajo se ha estimado a partir de los datos recopilados en los trabajos de campo. Para el Cálculo se ha utilizado el método para rocas no colapsables de Serrano y Olalla (1.994 y 1.996):

$$q_h = \left(\frac{m \times \sigma_c}{8} \right) x \left(N_b - \frac{8xs}{m^2} \right) \quad s = \exp \left(\frac{RMR - 100}{b} \right) \quad m = m_0 \exp \left(\frac{RMR - 100}{a} \right)$$

s_c : Resistencia a compresión simple

N_b : Parámetro en función de la carga externa

m_0 : Parámetro de Hoek y Brown

RMR: Caracterización geomecánica de Bieniawski

Parámetros a y b en función del grado de alteración.

Se obtiene:

Resistencia a compresión simple media de la roca (Mpa)	$\sigma_c =$	482
Índice RMR (Bieniawski)	RMR =	48
Parámetros del método (perturbación de rocas)	a =	14
	b =	6
Constante según el grupo rocoso	$m_o =$	17
Parámetro $m = m_o \cdot \exp((RMR-100)/a)$	m =	0,414338349
Parámetro $s = \exp((RMR-100)/b)$	s =	0,000172232
Parámetro $\beta = m \cdot \sigma_c / 8$	b =	24,96388554
Parámetro $\zeta = 8 \cdot s / m^2$	z =	0,008025909
Profundidad de empotramiento de las zapatas (m)	Df=	0
Peso específico del terreno sobre el plano de cim. (t/m3)	$\gamma =$	2,6
Carga exterior normalizada $\sigma_{01\#} = \gamma \cdot h / b + \zeta$	$\sigma_{01\#} =$	0,008025909
Factor N_β obtenido gráficamente a partir de $\sigma_{01\#}$ y el ángulo de inclinación eficaz de las cargas en el contorno exterior a la cimentación	$N_\beta =$	4,7
Carga de hundimiento (MPa) $\sigma_h = \beta \cdot (N_\beta - z) =$		117,129904182
Coefficiente de seguridad de los parámetros (función de σ_c y RMR)	$F_p =$	8,2
Coefficiente de seguridad del modelo (función de σ_c)	$F_m =$	40
Coefficiente de seguridad (Serrano y Olalla 1996)	$F = F_p \cdot F_m =$	328
Tensión admisible (Serrano y Olalla, 1994 y 1996) , en kp/cm2: $\sigma_{adm} = \sigma_h / F =$		3,57

Por lo tanto, la tensión de trabajo estimada es, aproximadamente, de **0.35 MPa** para el nivel de basalto.

3.2.2- Asientos.

En la hipótesis de zapatas someras apoyadas sobre roca basáltica, Se estimarán los asientos previsibles en la estructura para el Nivel de cimentación indicado, adaptando la teoría de la elasticidad general, cuya expresión fundamental es:

$$S=4 \cdot K \cdot s \cdot B/2 \cdot ((1-u^2)/E)$$

Dónde:

B.- Ancho máximo de la losa

L.- Largo máximo de zapatas

s.- Tensión admisible del nivel de cimentación.

K.- Constante de elasticidad de Fisher.

E.- Módulo de deformabilidad del material

u.- Coeficiente de Poisson

Con todo ello se obtiene:

Ancho máximo de zapata (m)	B =	5
Largo máximo de zapata (m)	L =	5
Indice RMR (Bieniawski)	RMR =	48
Modulo de deformabilidad (Gpa): E=(2·RMR-100) para RMR>50 (Bieniawski) ó E=10 ⁴ ((RMR-10)/40) para RMR<50 (Serafin y Pereira)	E =	8,912509381
Coeficiente de Poisson	ν =	0,2
Tensión de trabajo (MPa)	σ =	0,26
Coeficiente K de Fischer (1966) (función de B/L)	K =	1,12
Asiento (<i>Teoría de la Elasticidad</i>) $S=4 \cdot K \cdot \sigma \cdot B/2 \cdot ((1-\nu^2)/E)$, en mm.		
	s =	0,16

Asiento que se considera claramente admisible para la estructura. Estas previsiones solo son válidas si no se supera la tensión admisible señalada de 0.35 MPa.

En cuanto a asientos diferenciales cabe señalar que no serán significativos en el caso que se sigan las recomendaciones hechas en este estudio ante la escasa magnitud de los asientos esperables para zapatas someras.

3.2.3 – Agresividad del sustrato frente a la cimentación

Dado que no se ha determinado presencia de nivel freático en la parcela, la obra no se encuentra en un ambiente marino agresivo, y la concentración de sulfatos solubles es baja en la zona, no se considera necesaria la utilización de cemento sulforresistente.

3.2.4 – Análisis de posibles riesgos (desprendimientos, inundación, descalce) así como posibilidad de riesgo de circulación de aguas superficiales y / o subterráneas.

En principio no se prevé la ejecución de taludes de excavación importantes, no obstante no es descartable la presencia de desprendimientos puntuales en las gravas sueltas de cobertura en caso de ejecutarse. Por otro lado no parece probable el desarrollo de un deslizamiento global de la cimentación, dada la escasa entidad de la estructura a construir y el hecho de encontrarse en una zona sin pendientes importantes, si bien este aspecto podría requerir un estudio más pormenorizado que el realizado, enfocado este a la investigación del plano de apoyo. Para ello sería necesario un levantamiento geológico completo de la ladera donde asienta la obra, un estudio de la influencia de las construcciones cercanas y de las cargas que aportan al terreno, un perfil geológico a profundidad superior de la obtenida con los sondeos realizados, así como una determinación más certera de los parámetros geotécnicos mediante ensayos de laboratorio específicos.

En caso de localizarse un pequeño tubo volcánico u oquedad en coincidencia con una de las zapatas, se recomienda el saneo del terreno y apoyo de la cimentación a una cota más profunda, siendo un sistema aceptable y viable económicamente, la ejecución de pozos de cimentación en hormigón ciclópeo.

No se han detectado niveles freáticos en ninguno de los sondeos ejecutados en octubre de 2.016, ni se han visto en la parcela corrientes de agua superficiales. Por otro lado la capacidad drenante del material suelto recuperado en las muestras parece eliminar el peligro de empujes hidrostáticos. Según los valores dados para el coeficiente de permeabilidad en la tabla D.28 del Anexo D del DB SE-C, cimentaciones, se puede estimar un valor de K_z entre 10^{-2} y 10^{-5} m / seg para este suelo de asiento.

4. – RESUMEN Y CONCLUSIONES

A Instancia del **ECMO. AYUNTAMIENTO DE EL PASO**, el Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción S.A. (ICINCO) ha realizado un Estudio Geotécnico para la construcción de un edificio de dos plantas destinado a albergar una piscina municipal cubierta y otras instalaciones deportivas.

El material obtenido en el sondeo está formado por:

Unidad 1: MATERIALES ESCORIÁCEOS.

Unidad 2: BASALTO.

Se recomienda la ejecución de una cimentación somera que podrá emplazarse a partir de 4 m por debajo de la cota actual de la parcela, apoyada sobre roca basáltica. La tensión admisible a tener en cuenta para el cálculo de la estructura podrá tomarse de hasta **0.35 MPa**.

En cuanto al contenido de sulfatos no se hace necesario un cemento sulforresistente.

Es aconsejable, aunque no preceptivo, la consideración de acciones sísmicas en el cálculo de las estructuras, debiéndose atender las recomendaciones de la Norma Sismorresistente.

Santa Cruz de La Palma, octubre de 2.016

Jorge González González
Ingeniero Téc. Obras Públicas



ANEJOS

ANEJO Nº I. – PLANO DE SITUACIÓN DE LA PARCELA.



Situación de la obra

OBRA:

E. G. EDIFICIO MUNICIPAL PARA EQUIPAMIENTO DEPORTIVO CON PISCINA CUBIERTA EN EL MUNICIPIO DE EL PASO.

SOLICITANTE:

EXCMO. AYTO. DE EL PASO



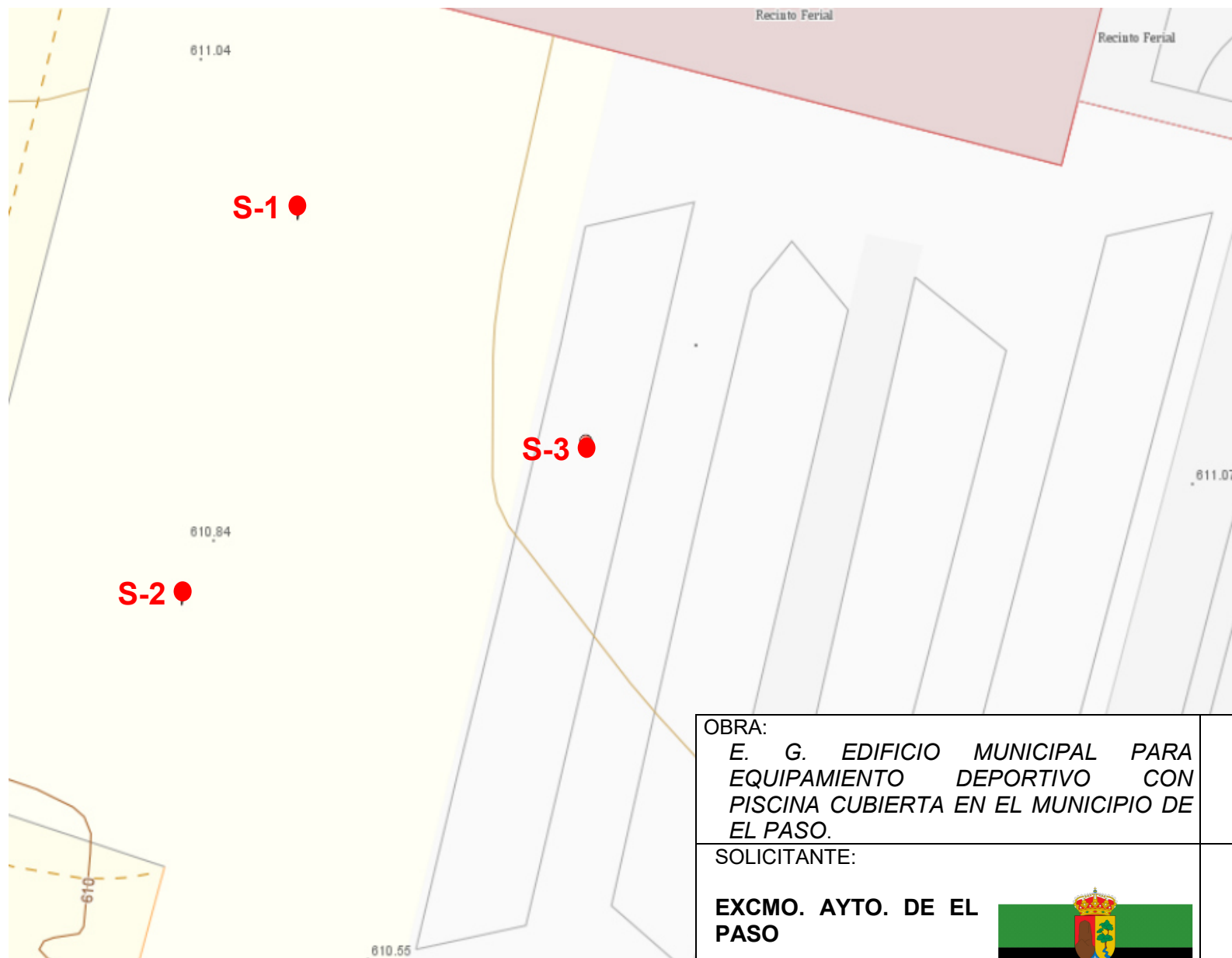
ICINCO LA PALMA

PLANO 1

SITUACIÓN DE LA OBRA

ANEJO Nº II. – INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.

Actividades de campo
Plano de situación de los sondeos



OBRA:
*E. G. EDIFICIO MUNICIPAL PARA
 EQUIPAMIENTO DEPORTIVO CON
 PISCINA CUBIERTA EN EL MUNICIPIO DE
 EL PASO.*

SOLICITANTE:

**EXCMO. AYTO. DE EL
 PASO**



ICINCO LA PALMA

**PLANO 2
 SITUACIÓN DE
 SONDEOS**

Actividades de campo

Columnas estratigráficas



ICINCO S.A.
La Palma

Cliente:AYTO.EL PASO			Obra: PISCINA MUNIC		Municipio: EL PASO			Sondeo: S-1			
Cota Inicio +610		Coordenadas X Y			Inicio 27-10-2016	Fin 27-10-2016	Página: 1/1		Tipo Sonda TP-50		
Escala	Litología	Descripción	Cota	%Sondeo R.Q.D.	S.P.T.	Muestras	Diám. Foro (mm)	Método perforación	Método estabilización	Nivel freático	Piezómetro
1.0		De 0.0 a 2.40 ESCORIAS SUELTAS (ESS): Piroclastos con distribución de tamaños dispares, que se recuperan en los sondeos como nivel de cobertera. Perforación en seco	2.40	%C=86	15/12/16/20		(101)				
2.0											
		De 2.40 a 3.00 SPT	0.60		2.40 PC		2.40				
3.0		De 3.00 a 3.25 ESCORIAS SUELTAS (ESS):	0.25	%C=85			(50)				
		De 3.25 a 8.00 BASALTO (B-PL-V): Roca basáltica Litotipo BPL-V. perforando con agua.		%RQD=51 %C=98			3.00		(RM)		
4.0											
5.0			4.75				5.50				
						A	5.80				
6.0											
7.0											
							(86)	(CS)			
							8.00	8.00			

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, As-Alterado por SPT
 Piezómetro: ATA-Tubo Abierto, CSG-Casagrande
 Perforación: B-Batería Simple, T-Batería Doble, BH-Barrera Helicoidal
 Estabilización: RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
 Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada

Máquina de sondos: TP-50

**ICINCO S.A.**

La Palma

Cliente:AYTO.EL PASO			Obra: PISCINA MUNIC			Municipio: EL PASO			Sondeo: S-2			
Cota Inicio +610		Coordenadas X Y			Inicio 27-10-2016		Fin 27-10-2016		Página: 1/1		Tipo Sonda TP-50	
Escala	Litología	Descripción	Cota	%Sondeo R.Q.D.	S.P.T.	Muestras	Diam. Foro (mm)	Método perforación	Método estabilización	Nivel freático	Piezómetro	
1.0		De 0.0 a 1.80 ESCORIAS SUELTAS (ESS): Piroclastos con distribución de tamaños dispares, que se recuperan en los sondeos como nivel de cobertera. Perforación en seco	1.80	%C=86	18/20/19/22 1.80 PC			(101) 1.80				
2.0		De 1.80 a 2.40 SPT	0.60									
3.0		De 2.40 a 3.00 ESCORIAS SUELTAS (ESS):	0.60	%C=85								
4.0		De 3.00 a 7.00 BASALTO (B-PL-V): Roca basáltica Litotipo BPL-V. perforando con agua.	4.00	%R.Q.D.=45 %C=98			6.50 A	(86) (CS) 7.00		(RM) 3.50		
5.0												
6.0												
7.0												

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mazier, A-Alterado, Aa-Alterado por SPT

Piezómetro: ATA-Tubo Abierto, CSG-Casagrande

Perforación: B-Batería Simple, T-Batería Doble, BH-Barrera Helicoidal

Estabilización: RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos

Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada

Máquina de sondeo: TP-50



ICINCO S.A.
La Palma

Cliente: AYO. EL PASO		Obra: PISCINA MUNIC		Municipio: EL PASO		Sondeo: S-3	
Cota Inicio: +610		Coordenadas X Y		Inicio: 28-10-2016	Fin: 28-10-2016	Página: 1/1	Tipo Sonda: TP-50

Escale	Litología	Descripción	Cota	%Sondeo R.Q.D.	S.P.T.	Muestras	Diam. Foro (mm)	Método perforación	Método estabilización	Nivel freático	Piezómetro
1.0		De 0.0 a 2.20 ESCORIAS SUELTAS (ESS): Piroclastos con distribución de tamaños dispares, que se recuperan en los sondeos como nivel de cobertera. Perforación en seco	2.20	%C=86							
2.0		De 2.20 a 2.46 SPT	0.26		25/R(11) 2.20 PC		(101) (520)				
3.0		De 2.46 a 3.00 ESCORIAS SUELTAS (ESS):	0.54	%C=85			2.46				
4.0		De 3.00 a 6.00 BASALTO (B-PL-V): Roca basáltica Litotipo BPL-V. perforando con agua.	3.00	%RQD=45 %C=98					(RM)	3.50	
5.0											
6.0							(86) 6.00	(CS) 6.00			
7.0											

Muestras: S-Paredes finas, O-Osterberg, M-Mezler, A-Alterado, As-Alterado por SPT
Piezómetro: ATA-Tubo Abierto, CSG-Casagrande
Perforación: B-Batería Simple, T-Batería Doble, BH-Barrera Helicoidal
Estabilización: RVT-Revestimiento metálico, L-Lodos
Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta cerrada

Máquina de sondeo: TP-50

Actividades de campo

Reportaje fotográfico

FOTO 1



Sondeo 1 de 0.00 a 3.00 metros

FOTO 2



Sondeo 1 de 3.00 a 6.00 metros

FOTO 3



Sondeo 1 de 6.00 a 8.00 metros

FOTO 4



Sondeo 2 de 0.00 a 3.00 metros

FOTO 5



Sondeo 2 de 3.00 a 7.00 metros

FOTO 6



Sondeo 2 de 7.00 a 8.00 metros

FOTO 7



Sondeo 3 de 0.00 a 3.00 metros

FOTO 8



Sondeo 3 de 3.00 a 6.00 metros

Ensayos de laboratorio



CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
1	3107	3330	GT.2017/5	19/04/2017

SM330

Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayo para la determinación de la resistencia. Parte 1: Resistencia a la compresión aniaxial, según UNE 22950-1:1990

ACTA DE RESULTADOS

Obra: E.G. PISCINA MUNICIPAL CUBIERTA
Carr. gral LP-3, El Paso

Peticionario: AYUNTAMIENTO EL PASO

Inicio/Fin de ensayos: 19/04/2017 / 19/04/2017
Nº Albarán:

DESTINATARIO

AYUNTAMIENTO EL PASO
D Gabriel Henríquez
Avda. Jose Antonio. nº 18
38750-El Paso
Santa Cruz de Tenerife

RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo SM330.- Compresión simple en roca más tallado,

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14
Diámetro	cm	7
Sección	cm ²	38.5
Volumen	cm ³	538.8
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	17741.00
Resistencia	N/mm ²	4.61
DENSIDAD		
Densidad Húmeda MÉTODO GEOMÉTRICO	gr/cm ³	2.66
Densidad Seca MÉTODO GEOMÉTRICO	gr/cm ³	2.66

Observaciones: TESTIGO SONDEO 1 A 5.5 M

Página 1/1

Vº Bº DIRECTOR,

Copias enviadas a:
AYUNTAMIENTO EL PASO

RESPONSABLE DE AREA

Alfonso J. González Ruiz

Eduardo Álvarez Chirino

ACREDITADO	Área de control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes. Área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales.	OTRAS REFERENCIAS:	08001 HA 02 Publicado: BOCA 21 de agosto de 2002
			08001 GTC 04 Publicado: BOCA 13 de febrero de 2004 08001 VSG 03 Publicado: BOCA 6 de febrero de 2004

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2	3107	3330	GT.2017/5	19/04/2017

SM330

Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayo para la determinación de la resistencia. Parte 1: Resistencia a la compresión aniaxial, según UNE 22950-1:1990

ACTA DE RESULTADOS

Obra: E.G. PISCINA MUNICIPAL CUBIERTA
Carr. gral LP-3, El Paso

Peticionario: AYUNTAMIENTO EL PASO

Inicio/Fin de ensayos: 19/04/2017 / 19/04/2017
Nº Albarán:

DESTINATARIO

AYUNTAMIENTO EL PASO
D Gabriel Henríquez
Avda. Jose Antonio. nº 18
38750-El Paso
Santa Cruz de Tenerife

RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo SM330.- Compresión simple en roca más tallado,

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14
Diámetro	cm	7
Sección	cm ²	38.5
Volumen	cm ³	538.8
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	19319.00
Resistencia	N/mm ²	5.02
DENSIDAD		
Densidad Húmeda MÉTODO GEOMÉTRICO	gr/cm ³	2.69
Densidad Seca MÉTODO GEOMÉTRICO	gr/cm ³	2.69

Observaciones: TESTIGO SONDEO 2 A 6.5 M

Página 1/1

Vº Bº DIRECTOR,

Copias enviadas a:
AYUNTAMIENTO EL PASO

RESPONSABLE DE AREA

Alfonso J. González Ruiz

Eduardo Álvarez Chirino

ACREDITADO	Área de control de hormigón en masa o armado y sus materiales constituyentes. Área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales.	OTRAS	08001 HA 02 Publicado: BOCA 21 de agosto de 2002 08001 GTC 04 Publicado: BOCA 13 de febrero de 2004 08001 VSG 03 Publicado: BOCA 6 de febrero de 2004
		REFERENCIAS:	