



**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
**ACONDICIONAMIENTO EDIFICIO**  
**“ANTIGUA PORTERÍA” EN LA CARTUJA BAJA**

**OFICINA DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA**

UNIDAD: OFICINA DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA

DOCTOR ARQUITECTO: FERNANDO FERNÁNDEZ LÁZARO  
MAYO/ 2017

**15-17 CRT PORTERÍA CARTUJA ACOND ADM**



## Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza



Fecha: **Noviembre de 2016**

Peticionario:  
**Ayuntamiento de Zaragoza**

Ref: **GTC-169104-16**



Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave **9** – **50057 Zaragoza**  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179



## INDICE

<b>1.- Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>2.- Estudio Geofísico (Georradar) .....</b>	<b>4</b>
<b>3.- Estudio Geológico – Geotécnico .....</b>	<b>7</b>
<b>4.- Estudio de las grietas .....</b>	<b>8</b>
<b>5.- Estudio de soluciones técnicas valoradas .....</b>	<b>10</b>
<b>6.-Anejos .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.- Estudio Geofísico (Georradar)</b>	
<b>6.2.- Estudio Geológico - Geotécnico</b>	
<b>6.3.- Estudio de las Grietas</b>	
<b>6.4.- Estudio de soluciones técnicas valoradas</b>	



## 1.- INTRODUCCIÓN

A petición del **Área de Urbanismo y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Zaragoza**, se nos encomienda la realización del reconocimiento del subsuelo y las patologías del edificio de "La Portería" de la Cartuja considerado Bien de Interés Cultural (BIC).

El edificio objeto de estudio se localiza en la zona central del norte de la muralla que ocupa **La Cartuja de la Inmaculada Concepción**, en el barrio de La Cartuja Baja (Zaragoza). Constituía desde su construcción la puerta de entrada del recinto amurallado de la orden monástica. Según la documentación consultada, el edificio fue construido entre 1686 y 1703, en ladrillo con piedra en zócalos, pilastras y remates. Las fachadas, tanto exterior como interior, presentan tres cuerpos, uno central y dos laterales, unidos visualmente por enlace curvilíneo y articulación mediante pilastras.

El edificio presentaba en el año 2004 en el que paso a ser propiedad del Ayuntamiento de Zaragoza, un estado de abandono y deterioro muy importantes, estando en parte apuntalado. Es por ello que en 2010 se inicia el proceso que da lugar al Proyecto de Restauración para la puesta en valor y reutilización del edificio con nuevos usos, que se dejaron sin terminar debido a la aparición, a principios del año 2015, de un importante conjunto de patologías principalmente en forma de grietas que afectaban a solados, paredes y alicatados recientemente construidos y/o restaurados.

Estas patologías están relacionadas, temporal y espacialmente, con una importante sima que se produjo en la calle San Bruno, frente a la zona de la puerta del acceso Oeste a La Portería. Esta sima, que fue reparada en los días posteriores a su aparición, tuvo un posible origen en fugas de las redes de tuberías que discurren por el centro de la calzada y de las que se sirven los edificios del entorno.

Determinar a fecha pasada, si las fugas de la red fueron las generadoras de la sima, o fue la sima quien produjo la rotura de la tuberías retroalimentando el proceso y amplificándolo, es muy difícil de dilucidar en la situación actual, pero se intentarán establecer en lo posible estas causas, con el principal objetivo de evitar que se vuelvan a producir.

Como consecuencia de ello, se ha paralizado momentáneamente la ocupación prevista del Edificio, donde se instalarían las dependencias municipales y distintos servicios para el barrio. A la vista de los acontecimientos, el Ayuntamiento de Zaragoza, nos encarga una serie de trabajos de investigación encaminados a determinar las causas, las afecciones al edificio y de soluciones técnico constructivas valoradas. El principal objetivo es servir de base para la toma de decisiones sobre cómo actuar ante el estado en que se encuentra actualmente la construcción.



Detalle de la sima del año 2015



Detalle de patologías en cúpula escalera

En el presente informe, se describen los trabajos realizados, su metodología, la interpretación de los resultados obtenidos y las conclusiones que de ellos se deducen.

La hoja del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 en la que queda incluida la zona es la nº 384 correspondiente a Zaragoza. Ver mapas de localización geográfica adjuntos (anejo nº 1). Las coordenadas UTM de un punto de la parcela aparecen en la Tabla 1.

USO	Coordenada X	Coordenada Y
UTM ETRS 89 USO 30	681.453	4.608.317

**TABLA 1. Coordenadas parcela**

Este informe se ha estructurado de forma que se presenta una memoria-resumen de todos los trabajos realizados, que se encuentran totalmente desarrollados en los anejos de forma más pormenorizada para cada uno de los aspectos geológicos, geotécnicos, los relacionados con las patologías, su estudio y seguimiento, así como de las soluciones propuestas y su evaluación económica preliminar.

En los siguientes apartados se recogen los resúmenes de las principales actuaciones llevadas a cabo durante la campaña, y en los anejos se pueden consultar los informes completos.

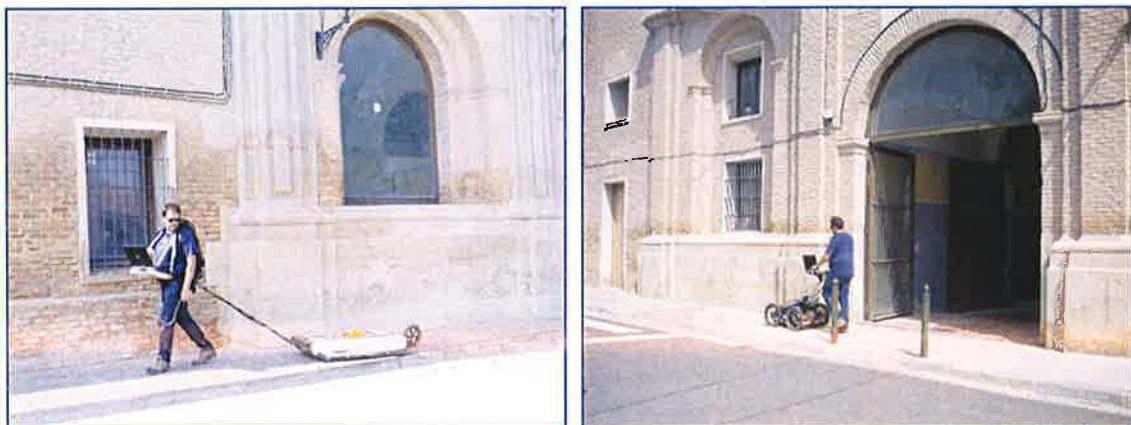
## **2.- ESTUDIO GEOFÍSICO (GEORRADAR)**

CONTROL 7 encarga al grupo de investigación GEOTRANSFER del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza la realización de la prospección geofísica por georradar en el entorno de la Portería de la Cartuja Baja de Zaragoza. (ver anejo 6.1)

El objetivo de la prospección es analizar la presencia tanto de cambios estructurales como de comportamiento en los materiales en el subsuelo que puedan permitir evaluar el origen de las patologías que afectan al edificio de La Portería.

Para este cometido se realizó visita a la zona de estudio para evaluar e identificar la presencia de patologías, su desarrollo y para realizar prospección geofísica por georradar del entorno del edificio y viales anexos para comprobar la extensión de la afección en el entorno.

La prospección se realizó ejecutando perfiles de georradar con antenas de frecuencias centrales de 100, 250 y 500 MHz, que representaron 45 perfiles y 2160,93 metros de prospección lineal en total.





Como conclusión general del trabajo de geofísica se puede apreciar como los movimientos relativos del edificio de La Portería muestran un claro paralelismo con los cambios de espesor y la presencia de medios desestructurados observados en los perfiles de georradar.

Fuera de los sectores con evidentes patologías tanto en suelos como en edificación, se identifican en el subsuelo cambios estructurales sin que actualmente se observen evidencias de patologías o daños, pero pueden ser zonas potencialmente susceptibles de generarlos.

En los sectores analizados con patologías evidentes, se observa que el sentido de movimiento de apertura de grietas sigue el cambio de pendiente de reflectores, lo cual genera que el dicho movimiento apunte hacia el sector de mayor profundización de reflectores, que coincide con el sector de mayor espesor de la unidad de aporte o espesor de la unidad desestructurada en los registros.

En este sentido, esta relación es bastante evidente en el caso del edificio anexo a la portería, pero también a lo largo del sector meridional de la calle San Bruno.

La comparación de los registros geofísicos con los mapas de correlación de sectores realizados permite identificar la presencia de patologías en los sectores evaluados como de mayor complejidad estructural, y que por tanto, puede permitir evaluar dichas cartografías como evaluación indirecta de la presencia de los mismos procesos que desencadenaron las patologías.

En ese sentido permitiendo utilizar dichos mapas como indicadores indirectos de los cambios en el subsuelo y definiendo sectores susceptibles de desarrollar en el futuro dichos procesos.

Por otro lado, la presencia de anisotropías constructivas o cambios del material y su comportamiento ha podido disminuir la impronta en superficie, siendo en general, mayor la extensión de los materiales susceptibles de presentar patologías que las patologías o el dominio afectado por las mismas.

Sobre la cota de origen de dichos elementos en relación a los registros obtenidos, las modificaciones del espesor y los cambios estructurales muestran variaciones de mayor extensión superficial, en general a cotas menores a los 3 metros de profundidad, aunque en algunos sectores se han logrado identificar ecos verticales que parecen propagarse a cotas mayores.

En relación al potencial origen si somero o profundo de dichos elementos se ha valorado una propuesta general de ensayos a lo largo de la zona en la que sería de interés evaluar tanto las características de las unidades como las variaciones relativas entre sectores anómalos identificados en la geofísica y medios próximos. Esta propuesta se materializa en la campaña geotécnica llevada a cabo por Control 7.



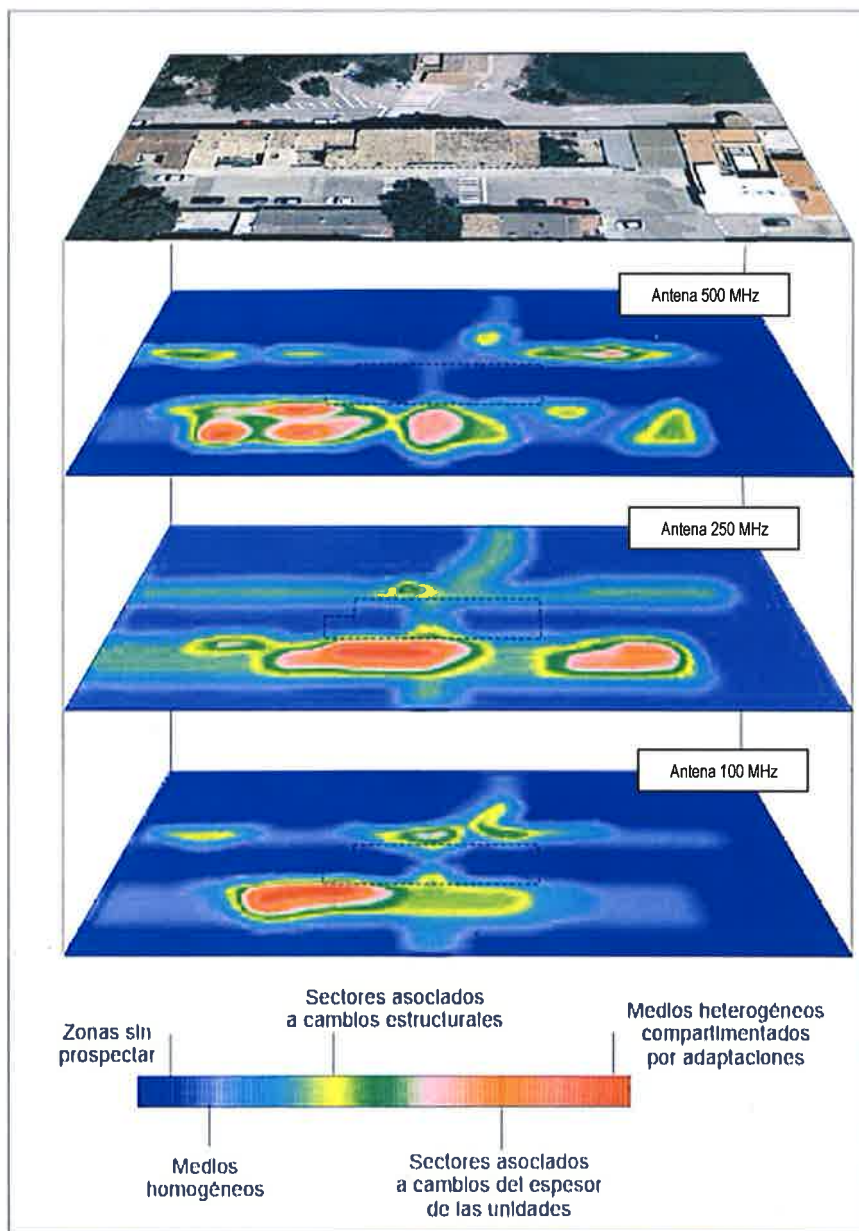


Figura.- Cartografía de correlación de sectores obtenida de la integración e interpolación de los cambios estructurales obtenidos de la prospección geofísica para la zona de estudio. Se incluyen los mapas obtenidos de la correlación para cada uno de los grupos de antenas utilizados para la prospección geofísica en presentación con vista oblicua y vertical incluyendo los distintos mapas y fotografía aérea de la zona.

En el anejo 1 se puede estudiar el informe completo mucho más detallado, pero a grandes rasgos se puede indicar que la zona donde se ha detectado el subsuelo con más problemáticas es el localizado en la calle San Bruno, frente a la fachada Oeste del Edificio de La Portería (perímetro delimitado en punteado en la figura), coincidente con la sima que se produjo el pasado 2015, aunque su área observada es mucho mayor de la que se produjo realmente. Se determinan también otras áreas a diferentes profundidades que indican inhomogeneidades en el subsuelo, que habría que estudiar más detalladamente para conocer su origen y comprobar si son susceptibles de generar problemas en un futuro.



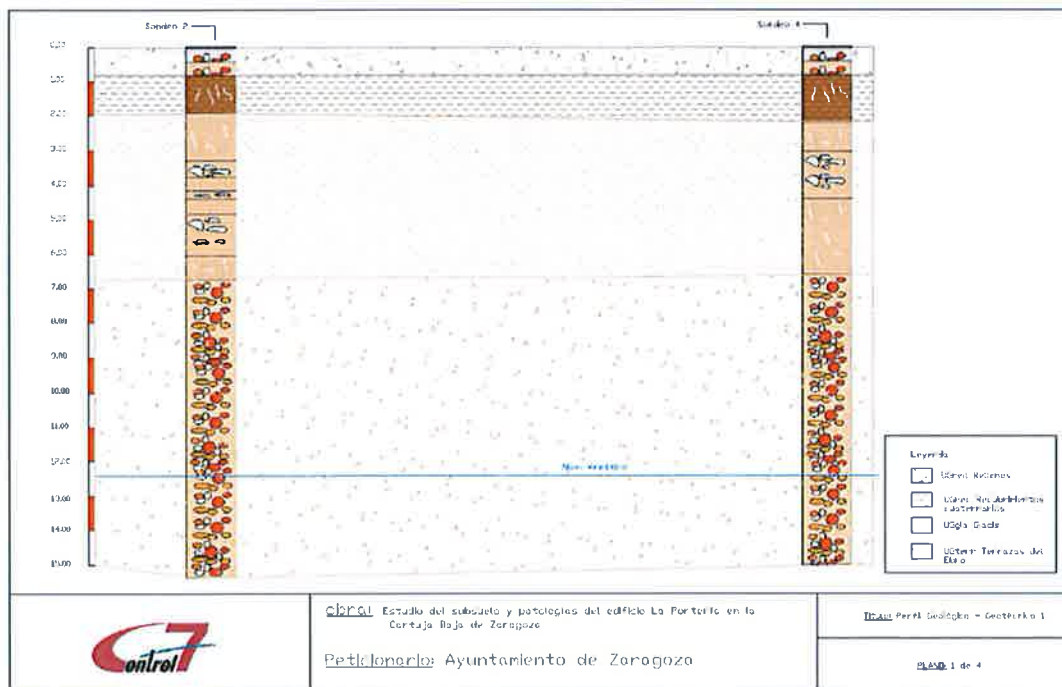
### 3.- ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

El objeto del estudio pretende conocer la sucesión de materiales existentes en profundidad en el entorno del edificio, así como las características geológicas de éstos para determinar su posible contribución en la formación de las patologías y sus propiedades geotécnicas con el objeto de determinar las posibles actuaciones para paralizar y/o disminuir los movimientos del edificio, actuando bien sobre el terreno o bien recalzando la cimentación en niveles del terreno competentes.

La campaña de reconocimiento se ha apoyado en la propuesta obtenida del informe de georradar, por lo que una vez ejecutados los trabajos y estudiados tanto en campo, laboratorio y gabinete, se han obtenido las siguientes conclusiones: (ver anejo 6.2).

El terreno bajo el edificio y las calles que lo rodean, está compuesto por un paquete de materiales colapsables (limos y limos yesíferos) de un espesor cercano y constante en toda la zona próximo a los 7.00 metros, bajo los que aparecen los niveles de gravas asociados a terrazas del río Ebro definidos como muy firmes.

En el anejo 7 del estudio geotécnico se ofrece una posible correlación geotécnico-geológica, basada en los datos obtenidos en la campaña de campo, criterios geológicos y geomorfológicos. A continuación se adjunta una de las secciones, a título informativo, con el fin de facilitar la comprensión del perfil tipo de la zona estudiada.



A su vez según el perfil de humedades (ver geotécnico anejo 5) se aprecia como las capas más superficiales se encuentran más húmedas que las profundas, lo cual indica que pese al asfalto y hormigón de las aceras el agua ha entrado o está entrando en las capas.

El nivel freático se encuentra a 12.30 metros ligado al acuífero de la terraza del Ebro, sometido a variaciones estacionales y dependientes de la política de riegos local. Por lo que no se cree que el acceso de aguas al paquete colapsable pueda venir del nivel freático local.

Así pues y dado que todavía le queda un remanente potencial de colapso del terreno (ver ensayos de colapso sobre muestra inalterada), pese a su humedad, el proceso se puede



reactivar en cualquier momento siempre que se produzca acceso de aguas de cualquier origen al terreno.

De este modo, atendiendo al criterio geológico-geotécnico, habrá que comprobar si el edificio se sigue moviendo en la actualidad o se ha estabilizado. A partir de aquí se podrá valorar si actúa mejorando las condiciones del terreno bajo el edificio mediante acciones de consolidación.

Se ha de tener en cuenta que si se reactiva el proceso de colapso, las patologías muy posiblemente se vuelvan a presentar y agravadas al presentar ya unas líneas de ruptura previas (grietas y fisuras actuales producidas en el episodio anterior), con lo cual los daños pueden ser importantes. En todo caso habrá de estudiarse la mejor opción de tratamiento del terreno que lo mejore y no afecte al edificio de forma colateral.

Por otra parte, si se decide actuar sobre el conjunto paquete colapsable – Edificio, se deberá buscar una solución técnica de recalce de la cimentación que transmita la carga sobre las gravas de la terraza del Ebro, bien mediante inyecciones o bien mediante micropilotes con diferentes sistemas de anclaje al edificio.

En el anejo 6.4 de esta memoria se presentan algunas de las soluciones inicialmente propuestas y valoradas económicamente.

#### **4.- ESTUDIO DE LAS GRIETAS**

Los resultados obtenidos de la evaluación general de las grietas y patologías de la zona, muestran la presencia de movimientos puros verticales (edificios del sector meridional de la calle San Bruno), movimientos verticales con componente horizontal y de cizalla (entorno del edificio anexo a la Portería) y la presencia de grietas que siguen anisotropías constructivas a lo largo de la fachada S de la Portería. (ver anejo 6.3).

En todos los casos se puede constatar su desarrollo reciente, tanto en La Portería de reciente restauración, como en el caso del resto de los edificios en los que se ha identificado la ausencia de grietas en las fotografías analizadas, al menos, previamente a septiembre de 2008 que son los datos fiables que se han podido constatar.

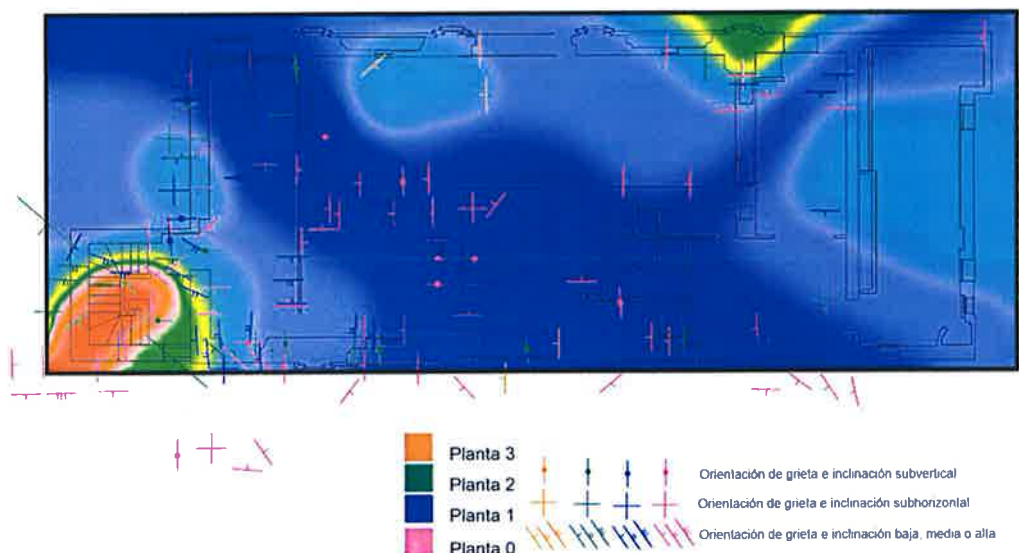
En el interior del edificio las grietas presentan una mayor complejidad en su análisis por existir la propagación a elementos estructurales, identificándose grietas y patologías en sectores de unión de elementos constructivos o de debilidad estructural.

En este momento, el principal movimiento parece responder a un movimiento vertical con fallo en el entorno del sector occidental de la Portería, con movimiento hacia el E en el sector anexo a éste, o movimientos de apertura o desplazamiento en el entorno de la escalera interior de La Portería con sentido hacia la calle.

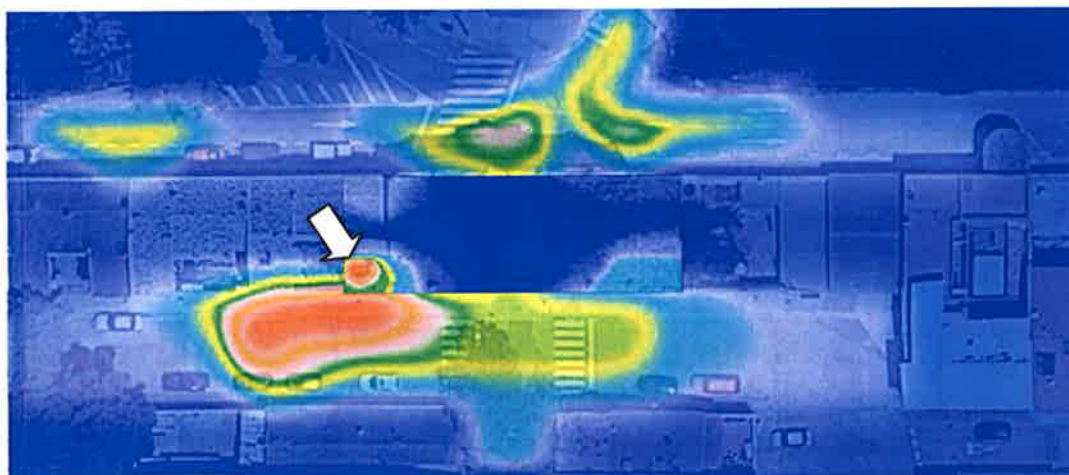
Con el objetivo de comprobar una coherencia en la localización, amplitud, características particulares y distribución de las grietas, se ha realizado un estudio cinemático del conjunto de las mismas. Se ha optado por este tipo de tratamiento conjunto en vez de un estudio grieta a grieta, ya que el fin buscado es interpretar un "foco" en el terreno que compatibilice el movimiento del mayor número de grietas posibles y en todas las plantas.

En esta fase se recorrió la totalidad de plantas y estancias del Edificio, muestreando todas y cada una de las grietas, fisuras y marcadores de movimientos en soleras, techos, paredes y muros, dibujando y dando magnitud relativa de su movimiento mediante símbolos predeterminados previamente (ver leyenda de la figura siguiente).

Posteriormente, se dio un tratamiento informático a todos estos datos y se obtuvieron tanto los movimientos compatibles por cada planta como una propuesta de movimiento general que agrupara a las tres plantas del Edificio.



Los movimientos compatibles con la mayor parte de las grietas de todas las plantas indican un foco localizado bajo la escalera, que es lógicamente, la zona más afectada del edificio y sobre la que se deberá de actuar.



Superponiendo los resultados del georradar y el estudio cinemático del movimiento de las grietas, se observa una clara correlación entre las anomalías del subsuelo detectadas en la geofísica con la zona afectada del edificio en la escalera (flecha blanca en la figura).

Al hilo de lo indicado en el estudio geológico-geotécnico y con el fin de llevar un seguimiento de la evolución de las grietas observadas, se procedió el 3 de Octubre de 2016 a instalar una serie de fisurómetros potenciométricos y de retícula de apreciación visual. Se implementó un protocolo de toma de datos y seguimiento de los movimientos, sin que hasta la fecha (17 de Noviembre de 2016) se hayan detectado movimientos de importancia.

En cualquier caso se ha programado seguir con las medidas durante al menos un año con el fin de comprobar la evolución estacional, si existe de los movimientos, o de cualquier otro evento que tenga incidencia en la dinámica del edificio y su entorno. Se realizaran los informes de seguimiento y control, informando puntualmente de los eventos de movimiento.

## **5.- ESTUDIO DE SOLUCIONES TÉCNICAS VALORADAS**

De este modo, atendiendo a criterios geofísicos, geológico-geotécnicos, y cinemáticos, se ha podido comprobar que el edificio a día de hoy no se mueve, pero presenta un riesgo muy importante de que se reactiven o se generen nuevas patologías, siempre y cuando se aporte agua al terreno bien de forma natural o por causas antrópicas, especialmente por pérdidas en redes.

En este sentido se podrá abogar por múltiples soluciones, desde las pasivas en las que no se propone acometer más obras que las de rejuntado y pintado de las grietas y destinar una partida a mantenimiento del edificio ante eventuales reactivaciones, hasta las activas en caso de decidir actuar sobre el modelo geológico geotécnico y el binomio edificio-terreno, minimizando posibles reactivaciones por colapso del terreno.

En este último caso se podrá plantear una línea de mínimos llevando a cabo inyecciones de bentonita cemento (sulforresistente) en todo el paquete de materiales colapsables (7.00 metros de espesor). O bien se podrán plantear llevar a cabo la construcción de un sistema de micropilotes anclados a un muro perimetral adosado a la altura de la cimentación del edificio, y que transmitan la carga de confinamiento del terreno hasta las gravas de la terraza que aparece a partir de 7.00 metros de profundidad. (ver anejo 6.4)

A modo de conclusión se proponen las actuaciones para solucionar las patologías y deficiencias existentes mediante tres tipos de intervención con su correspondiente valoración preliminar, pendientes de la redacción de un Proyecto por técnico competente:

- ***Primera: No hacer ninguna intervención.***

Visto que el edificio es estable y sus movimientos, actualmente, se han estabilizado, no sería necesario realizar una intervención a nivel de la cimentación, lo único que habría que hacer es reparar las grietas y fisuras y colocar unas grapas de acero galvanizado para unir las, protección de las zonas intervenidas con Silosano-111, por lo que el coste de esta intervención se estima en la cantidad de **Doce Mil Quinientos Cuarenta y Cinco euros con Treinta céntimos (12.545,30€)**

- ***Segunda: Intervención con inyecciones armadas de tubo-manguito***

Si además de la propia reparación de los daños ahora existentes, se quiere asegurar que si ocurre otra incidencia similar el suelo de apoyo no sufrirá deformaciones que dañen de nuevo al edificio de La Portería, se puede realizar una consolidación del suelo bajo la cimentación con inyecciones de bentonita-cemento (sulforresistente) con la técnica del tubo-manguito. El coste estimado de esta intervención es de **Ciento Cuarenta y Dos Mil Trescientos Cuarenta y Ocho euros con Dieciséis céntimos (142.348,16 €)**

- ***Tercera: Otros tipos de intervención***

Se analiza en el apartado de Análisis y Sistemas de Intervención (ver anejo 6.4. de esta memoria), se podría hacer otros tipos de intervención como la inyección de resinas expansivas, empalizadas de micropilotes o ejecución de un muro pantalla, pero unos que por la tipología de la cimentación las hacen inviables y otros porque son soluciones técnicamente excesivas y muy caras, se descartan de la tipologías expuestas realizando los tipos que se proponen.

Independientemente de la opción que se estime es necesario la redacción de un **Proyecto de Reparación**, redactado por un Arquitecto Superior, donde se analice punto por punto y de forma exhaustiva, el modo de intervenir, definiendo materiales y procedimientos; y cuantificando, mediante mediciones concretas, el costo de la reparación, ya lo que en este Informe lo que se indica es una actuación basada en la experiencia sin datos fiables de partida.

Durante el proximo año, se van a seguir midiendo mensualmente los extensómetros y equipos instalados en las grietas mas significativas, por lo que el informe de los resultados obtenidos se ira actualizando regularmente.

Zaragoza, Noviembre de 2016



Fdo: **Javier Gracia Abadías**  
Geólogo Colegiado nº 1683  
Director de CONTROL 7 SAU



Fdo: **Sergio Gaspar Calvo**  
Geólogo Colegiado nº 3673  
Jefe del departamento de Geotecnia

*El presente informe consta de 11 páginas de memoria técnica correlativamente numeradas, y cuatro anejos, todas ellas debidamente selladas y firmadas.*



**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-169104-16**  
Noviembre de 2016

## **6.-ANEJOS**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-169104-16**  
Noviembre de 2016

## **6.1.- ESTUDIO GEOFÍSICO (GEORRADAR)**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179



# ESTUDIO DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA POR GEORRADAR (100, 250 y 500 MHz) DEL ENTORNO DE LA PORTERÍA DE LA CARTUJA BAJA (ZARAGOZA)



1 de agosto de 2016

Óscar Pueyo Anchuela  
Andrés Pocoví Juan  
Antonio M. Casas Sainz

<b><u>ÍNDICE</u></b>	<b>Páginas</b>
<b><u>1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2.- PROSPECCIÓN GEOFÍSICA POR GEORRADAR. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>3.- RESULTADOS</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b><u>4.- INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</u></b>	<b><u>23</u></b>
<b><u>4.1.- Sobre la distribución en planta de los cambios identificados en los registros obtenidos.</u></b>	<b><u>23</u></b>
<b><u>4.2.- Sobre la interpretación integrada de los resultados obtenidos y el potencial origen de las patologías que afectan a la zona de estudio</u></b>	<b><u>27</u></b>
<b><u>5.- CONCLUSIONES</u></b>	<b><u>31</u></b>



## 1. Introducción y Antecedentes

Por indicación de CONTROL 7 se ha realizado prospección geofísica por georradar de las inmediaciones de la Portería de la Cartuja Baja de Zaragoza. La prospección vino motivada por la aparición de grietas afectando a la edificación de reciente restauración. Como antecedentes se conocía la presencia de problemas de presión en algunas de las edificaciones localizadas al SW de la portería (en sector calle San Bruno), que produjeron la pérdida de presión y de suministro, la aparición de un pequeño colapso afectando al vial en dicho entorno, la aparición de patologías afectando a la vivienda anexa a la Portería y la aparición de pequeñas grietas en la fachada del edificio de la Portería, pero también con continuidad a lo largo de la mitad occidental del edificio.



Figura 1. Localización de la zona de estudio y fotografías del entorno de la zona de estudio durante la prospección el pasado día 22 de julio de 2016.

Las grietas identificadas en el exterior de la portería muestran, en general, movimientos que se propagan hasta afectar a los elementos de debilidad, como son los quicios de puertas y ventanas, o cambios de los materiales constructivos. Estos cambios, dado que son elementos recientemente restaurados, denotan su actividad reciente. En algunos de los casos estas grietas pueden propagarse a través de la fachada identificando apertura o afección a ladrillos. Cabe notar que este tipo de materiales suele presentar un comportamiento de fácil adaptación ante movimientos verticales, propagando los movimientos de forma más clara a elementos rígidos como se identificarán en el interior del edificio o ante construcciones con otro tipo de materiales.



Figura 2. Grietas y patologías afectando a la fachada de la Portería en la calle San Bruno.



Figura 3. Grietas y patologías del entorno e interior de la Portería.

En el entorno del edificio existen grietas y afecciones que afectan a edificaciones de la zona. Un caso muy llamativo es el del edificio localizado frente a la portería, en el entorno del inicio de huertas, en el que los movimientos verticales del terreno han producido el desarrollo de grietas afectando tanto a las fachadas, el suelo del entorno y el propio tejado de la edificación.

En el caso de la calle San Bruno, contexto en el que se desarrollan las grietas de mayor desarrollo, éstas se identifican especialmente en el caso del edificio anexo a la portería y a las edificaciones localizadas frente a la portería en la acera contraria. En ambos casos, son grietas que denotan un movimiento vertical o con sentidos de apertura hacia el E y SE. En el interior de la edificación, además de las grietas identificadas en algunas de las habitaciones, las de mayor desarrollo se relacionan con el entorno de la escalinata interior que se localiza en el extremo occidental del edificio, en las proximidades del edificio de la calle San Bruno cuya fachada principal presenta una importante densidad de grietas.

La distribución de grietas, siendo requerido estudios posteriores más detallados, denota movimientos verticales propagados a través de anisotropías constructivas y que, al menos para el caso de la escalera, indicarían un movimiento general hacia la calle y hacia el W.

Con el objetivo de evaluar el posible origen de la reciente aparición de patologías afectando a la edificación de la Portería y su entorno, nótese que el análisis de las fotografías realizadas durante el levantamiento realizado en 2008 por *street view* de Google permite identificar al edificio de la Portería en su estado previo a la restauración y también los edificios localizados en el sector Sur y Norte de la Calle San Bruno. En estas fotografías no se identifican patologías o grietas afectando a dichas edificaciones. Se conoce así mismo la presencia de la aparición de un colapso en la calle San Bruno de la que se hizo eco la prensa aragonesa, incluyendo un artículo sobre dicho colapso en Heraldo de Aragón en su edición del 12 de mayo de 2015.



Figura 4. Imágenes de la zona de estudio obtenidas de *street view* de Google para fotografías realizadas en septiembre de 2008.

Además del análisis de imagen previo, se ha realizado consulta también de los vuelos aéreos realizados con un intervalo temporal amplio para identificar si existen cambios significativos en la zona. Cabe mencionar que la zona de estudio está relacionada con una estructura constructiva del siglo XVII, que no ha variado su extensión y características generales en épocas recientes, por lo que los estudios de fotografía aérea y cartografías históricas se centran en evaluar la presencia de cambios que pudieran denotar evidencias de procesos que no se identifican en la actualidad, aunque la capacidad de identificación en medios construidos es compleja, por lo que sólo se pueden evaluar los resultados que pudieran obtenerse como criterios positivos de identificación y no de ausencia de evidencias por su no identificación.

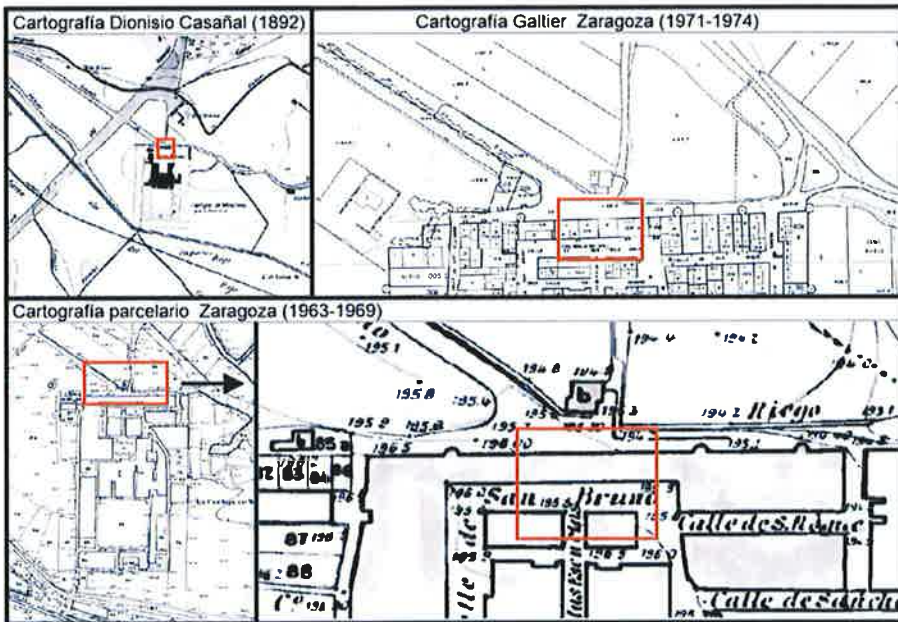


Figura 5. Cartografías históricas de la zona de estudio.

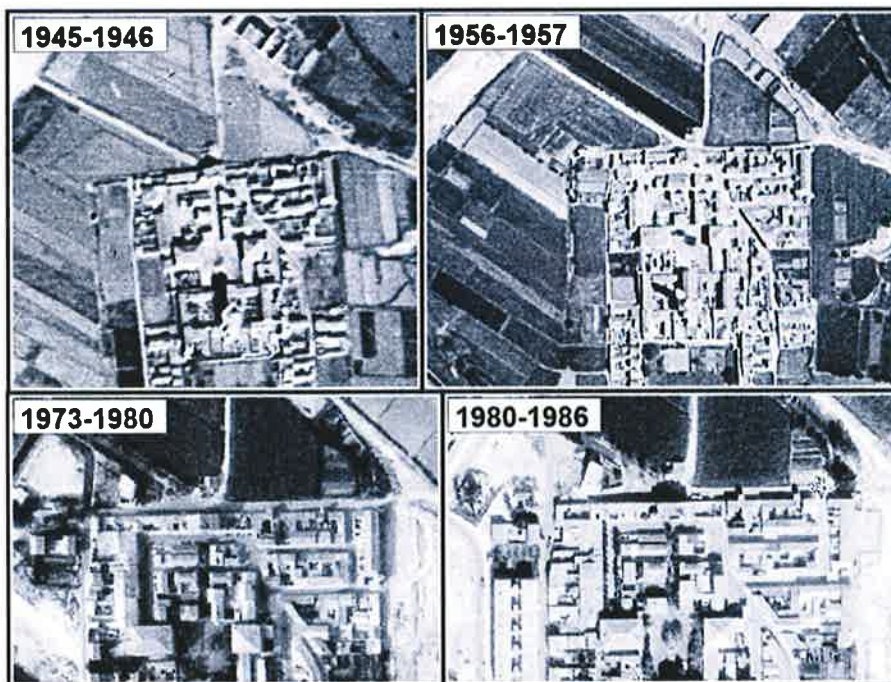


Figura 6. Fotografías aéreas de la zona de estudio, en la que se identifica la ordenación constructiva de la Cartuja, y de la Portería de las instalaciones.

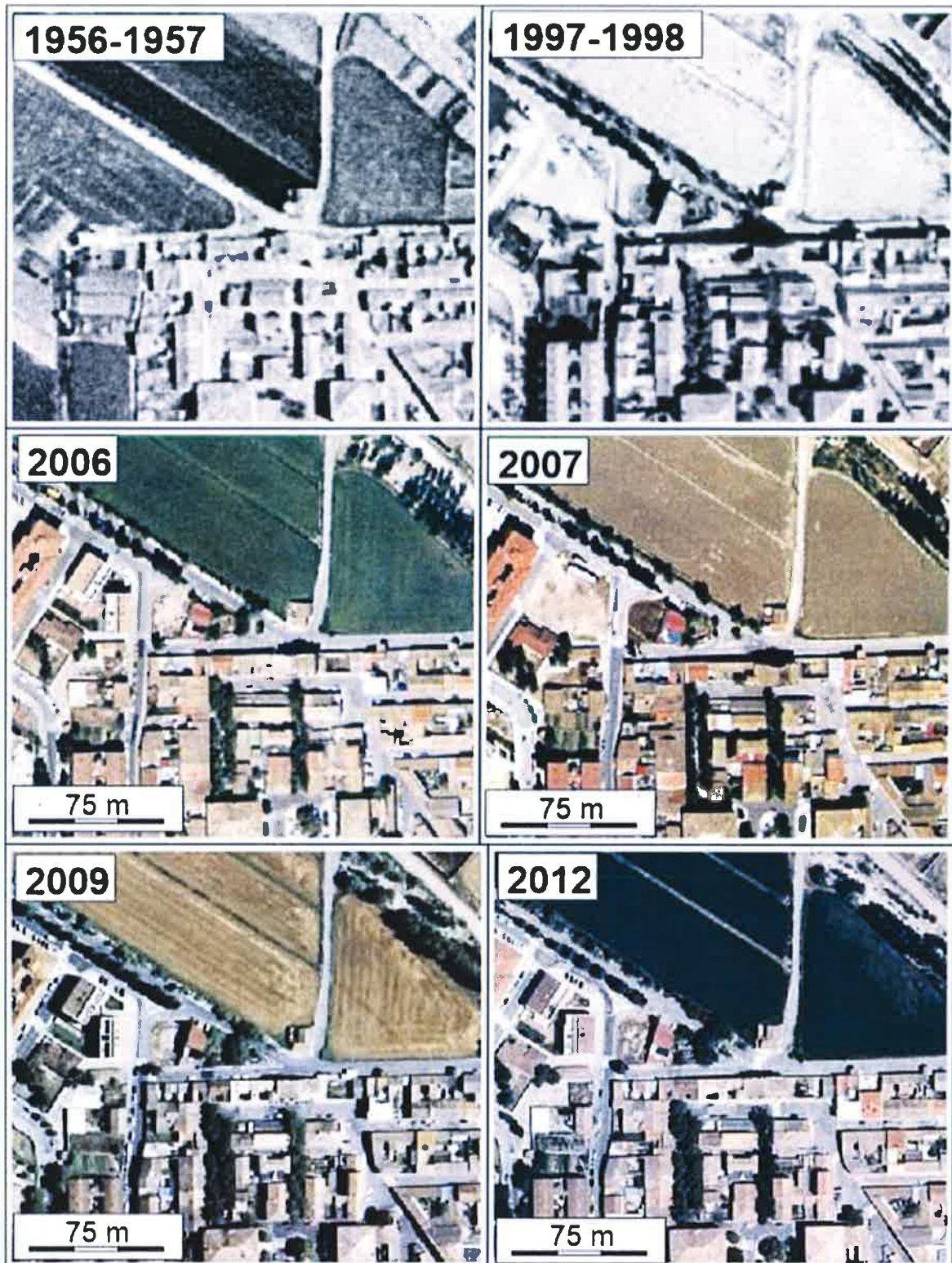


Figura 7. Fotografías aéreas recientes de la zona de estudio.

## 2. Prospección geofísica por georradar. Trabajos Realizados

Durante el pasado día 22 de julio se realizó prospección geofísica por georradar del entorno del edificio de la Portería de las instalaciones de La Cartuja Baja, o de Miraflores, de Zaragoza. La prospección consistió en la realización de perfiles de georradar a lo largo de los viales próximos incluyendo la calle Camino de los Muros, San Bruno y la parte septentrional de la calle Escuelas. La prospección consistió en la realización de perfiles con 3 grupos de antena de georradar diferentes, 100, 250 y 500 MHz a lo largo de sectores coincidentes, en las calles y sectores accesibles. La localización de los perfiles realizados se recoge en la fig. 8.

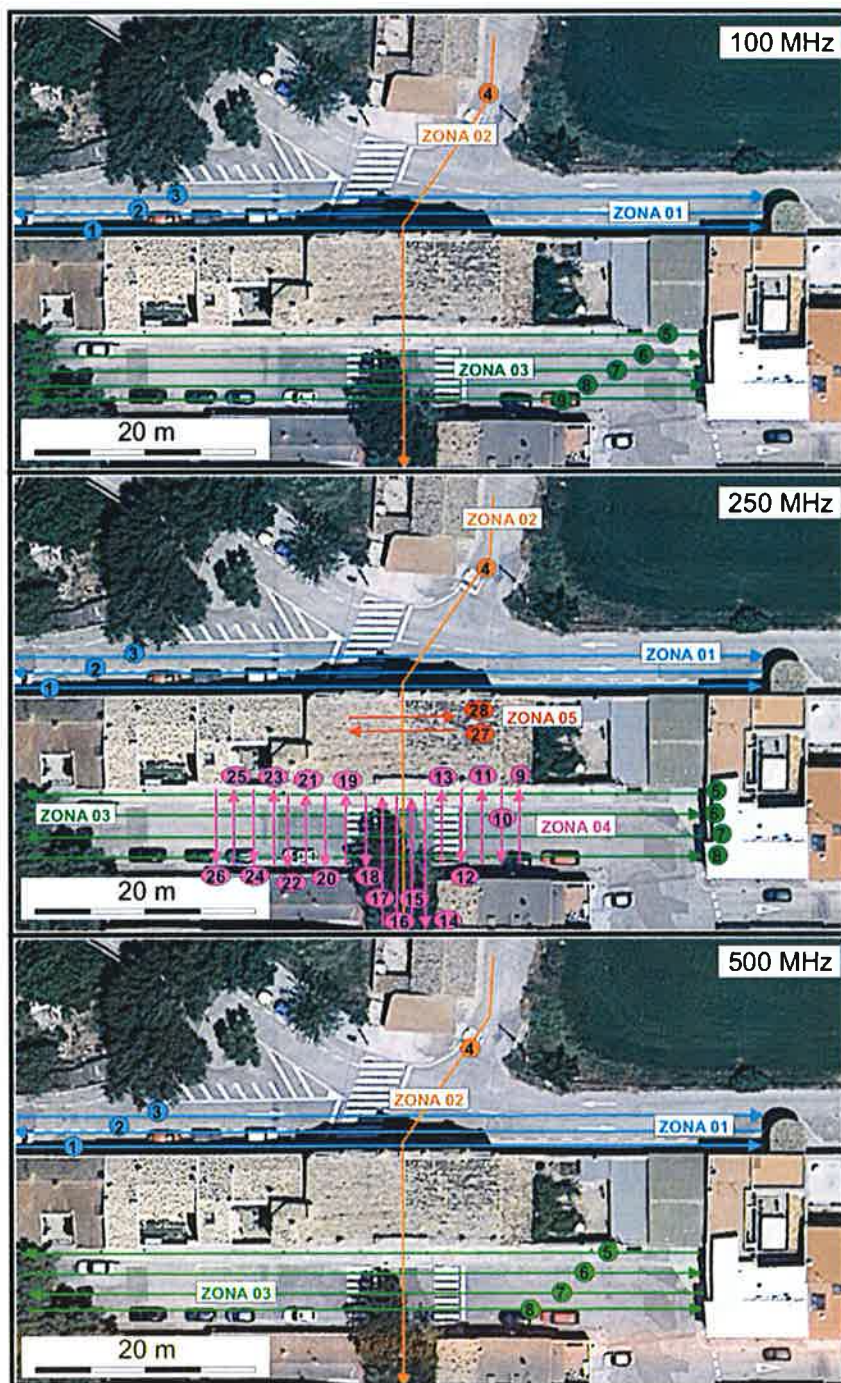


Figura 8. Localización de los distintos perfiles realizados con cada uno de los grupos de antenas utilizados.

La prospección consistió en la realización de 45 perfiles de georradar que representan una distancia lineal de prospección de 2160,93 metros, su distribución y equipos utilizados se recoge tanto en la fig. 8 como en la Tabla 1.

Antena (fc)	Zona prospección	nº perfiles	metros lineales
100 MHz	Zona 01	3	334,02 m
	Zona 02	1	68,38 m
	Zona 03	5	423,59 m
250 MHz	Zona 01	3	333,11 m
	Zona 02	1	75,57 m
	Zona 03	4	344,93 m
	Zona 04	18	163,77m
	Zona 05	2	27,82 m
500 MHz	Zona 01	3	334,03 m
	Zona 02	1	50,89 m
	Zona 03	4	349,75 m
<b>TOTAL</b>		<b>45</b>	<b>2160,93 metros</b>

Tabla 1. Resumen de los trabajos realizados a lo largo de la distintas zona de prospección y perfiles realizados.



Figura 9.- Fotografías de los equipos utilizados durante la prospección geofísica realizada.



La prospección geofísica por georradar consiste en la exploración del subsuelo a través de la medida indirecta de variaciones del comportamiento electromagnético de los materiales del subsuelo. Por otro lado, en el caso de la prospección geofísica en medios urbanos es recomendable la utilización de equipos y técnicas que puedan aislarse eficazmente de la influencia de los cambios asociados a construcciones o a la actividad urbana. En este sentido el uso de equipos de prospección geofísica por georradar con antenas apantalladas pueden permitir la prospección en medios urbanos y donde puedan aislarse los registros de reflexiones pasivas procedentes de elementos no localizados en la vertical de prospección. En estos contextos, la presencia de fuentes activas de emisión de ondas electromagnéticas puede producir influencia en los registros obtenidos, por lo que es recomendable realizar el diseño de la prospección de forma que puedan conocerse y aislarse dichas fuentes durante la prospección.

El georradar o GPR (*ground penetrating radar*) es una técnica de prospección electromagnética que permite la caracterización geométrica de los materiales del subsuelo en función de sus características electromagnéticas. La prospección permite obtener perfiles a modo de ecografías del terreno. En los resultados se integra el registro de las variaciones de las propiedades electromagnéticas de los materiales del subsuelo. La prospección consiste en la emisión de una onda modulada y la obtención del registro de las ondas reflejadas en el subsuelo.

En lo que respecta a las resoluciones y la sensibilidad de las técnicas a los cambios de los materiales en el subsuelo, esta técnica presenta la mayor resolución de todas las técnicas de prospección geofísica (dependiendo del equipo en rangos de varios centímetros) pero requiere de muestreos más densos de prospección que otras técnicas (mayor densidad de toma de datos a lo largo de las líneas de prospección y menor distancia entre ellas).

La prospección geofísica por georradar consiste en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas en el rango del radar (habitualmente entre los 10 MHz y 2.5 GHz). Los datos obtenidos consisten en el registro de la onda reflejada y el cómputo de tiempo que la onda ha tardado en propagarse hasta el elemento reflector y su retorno al equipo de registro (tiempos dobles: *TWT two way travel*). Las variaciones en intensidad y de fase de la onda emitida se deben a variaciones de las propiedades electromagnéticas de los materiales del subsuelo (permeabilidad, conductividad eléctrica y magnética). La posibilidad de realizar un muestreo de alta densidad (baja distancia entre disparos consecutivos) permite analizar los registros como perfiles casi continuos.

Un ejemplo de las características de la propagación de las ondas en el medio de estudio se recoge en la fig. 10, en la que se ha realizado la amplificación de la onda con la profundidad y se puede identificar el incremento del radio de reflexión con la profundidad y las características del registro.

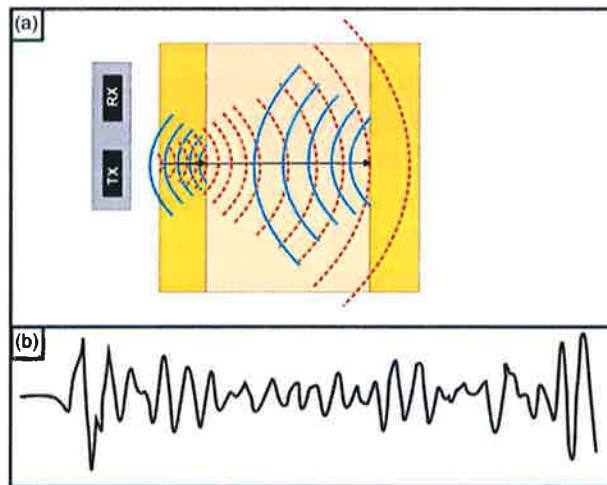


Figura 10- Ejemplo de propagación de las ondas electromagnéticas en el medio de estudio y perfil de reflectividades obtenido de dicha prospección.

Por otro lado, el registro del georradar consiste, principalmente, en el registro de la reflexión de las ondas emitidas en el subsuelo y de la medida de su intensidad relativa. El aspecto habitual de los perfiles de georradar es la asignación de gradados de colores o grises a dicha amplitud, produciendo un registro donde se identifican los cambios del terreno como correlación lateral o continuidad de la misma reflectividad (color) o interrupción de dicho bandeado cuando existen cambios del comportamiento electromagnético de los materiales en el subsuelo, de la estructura o la geometría de los materiales del terreno.

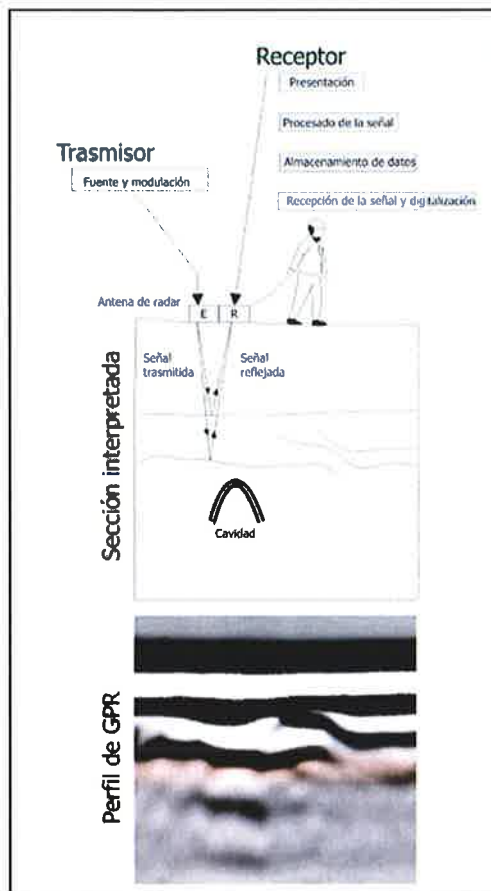


Figura 11.- Esquema que muestra el procedimiento de prospección con GPR. El equipo trasmisor y receptor se encuentran dentro del equipo apantallado de prospección. El transmisor emite una onda modulada dependiente de la frecuencia central del equipo utilizado que pre-configura la resolución y profundidad máxima de penetración. La onda al propagarse en el subsuelo puede sufrir una atenuación en función de la absorción de las ondas en el medio, una dispersión general de tipo geométrico y una onda reflejada del subsuelo que se recoge en el equipo receptor en superficie.

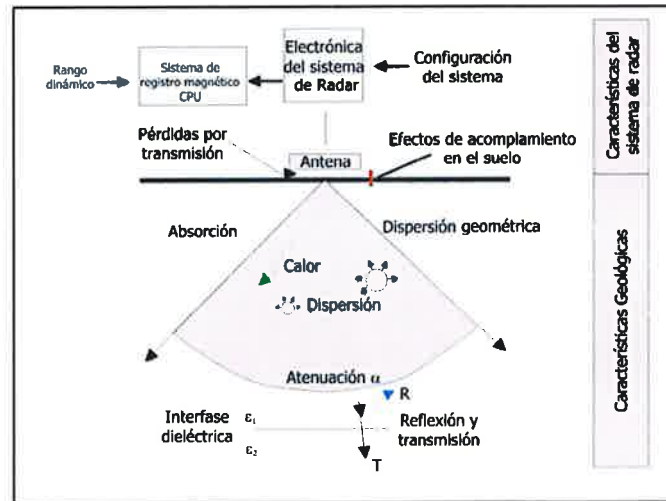


Figura 12.- Distribución de frentes de onda a partir de una antena blindada de GPR.

El registro obtenido permite caracterizar tanto las variaciones geométricas entre reflectores asociadas a variaciones del tipo y estado de los materiales, como la presencia de variaciones laterales netas de sus propiedades. Los equipos utilizados en esta prospección, antenas apantalladas, suponen un aislamiento efectivo de las reflexiones pasivas relacionadas con elementos no localizados en la dirección de polarización de las ondas emitidas. La frecuencia central del equipo utilizado pre-configura la profundidad potencial de prospección como también la resolución de identificación y discriminación. Los equipos de prospección utilizados muestran rangos de resoluciones variables y dentro de los objetivos planteados para la prospección. Estos registros muestran una resolución media y alto alcance en profundidad para analizar la estructura de los materiales naturales localizados por debajo de la superficie de prospección.

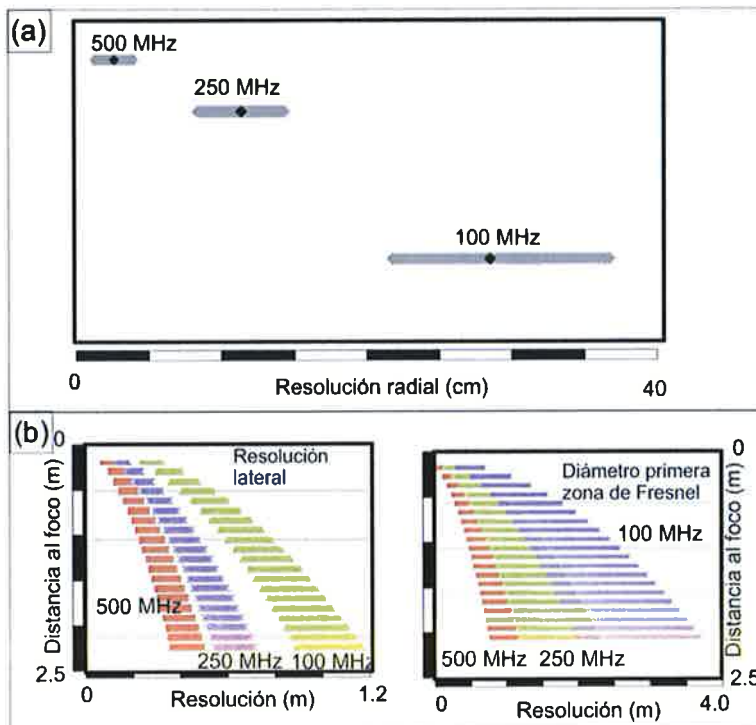


Figura 13.- Ejemplo de las variaciones de la resolución radial (a) y lateral para los equipos utilizados en la prospección

Los registros obtenidos durante la prospección fueron tratados digitalmente para amplificar la señal con la profundidad (amplificación lineal y exponencial), filtro de frecuencias fuera de rango, suavizado de los registros (*stacking* y *running average*), filtrado de la señal homogénea de los registros (*background removal* y *subtract mean trace*), ajuste de la primera reflexión y localización de la superficie de estudio.

### **3.-Resultados**

La prospección geofísica se ha desarrollado a partir de perfiles coincidentes con distintos grupos de antenas en sectores accesibles del entorno del edificio de la Portería de La Cartuja Baja. Los sectores más significativos para la prospección fueron los realizados a lo largo de la calle Camino Muros y la calle San Bruno, ambas calles paralelas al edificio. En ambos casos los perfiles se iniciaron en la propia acera de la edificación y se realizaron perfiles en los viales de circulación anexos. En el caso de la calle San Bruno, por conocerse la existencia de un colapso que afectó a la calle y la presencia de patologías en ambos lados de la calle, la zona de estudio se amplió para incluir toda la calle y recorrido accesible para la prospección. En el interior del edificio se realizó un perfil con cada uno de los equipos atravesando el edificio por el antiguo acceso viario a La Cartuja, sector central (zona 02 de prospección). En el caso de los perfiles de georradar realizados con las antenas de 250 MHz se realizaron también perfiles en el sector septentrional interior del edificio, en el patio interior, y perfiles tanto longitudinales al edificio como perpendiculares a éste a lo largo del sector frontal al edificio de La Portería y edificio con patologías anexo a lo largo de la calle San Bruno.

El análisis de los datos se ha centrado en la identificación de cambios estructurales en los registros geofísicos, cambios laterales del comportamiento o espesor de las unidades y su relación con el edificio y los sectores con evidencias de patologías. Se evalúa en este apartado una revisión de los principales resultados obtenidos, posteriormente se integran para ser analizada su distribución en planta entre distintos perfiles realizados y posteriormente se evalúa si existe relación entre las características de dichas unidades con las evidencias de procesos de colapso y patologías identificadas superficialmente en la zona de estudio. Para la evaluación general de los cambios estructurales se selecciona un perfil para cada grupo de antenas de las principales zonas de estudio analizadas. Estos mismos perfiles serán los que posteriormente se integren con las evidencias conocidas o identificables de afecciones a los viales y viviendas.

Los perfiles incluidos en la fig. 14 que corresponden a la zona 01 de prospección, sector calle Camino Muros, y localizados a lo largo del sector asfáltico de la calle, muestran cambios del espesor de las unidades a lo largo de su trazado. Los cambios más significativos parecen identificarse a la altura de la propia edificación, con cambios laterales netos y anomalías puntuales que podrían estar relacionados con cambios relacionados con modificaciones constructivas pero también conducciones. Sobre los cambios del espesor de las unidades se identifica un sector oriental de los perfiles donde se produce un incremento del espesor de las unidades más superficiales, presencia de un medio poco reflectivo y definido que produce incrementos de una unidad que alcanza los 3-4 metros en los perfiles y que presenta características diferentes al resto de unidades de la zona. Además de este cambio, se pueden identificar variaciones del espesor de la unidad más superficial, especialmente en el entorno occidental del edificio, en el que se produce un incremento del espesor de una unidad que presenta un basculamiento hacia el E, y que presenta un límite inferior que parece no estar afectado por modificaciones significativas a una cota próxima a los 3 metros.

Estos cambios no sólo afectan a las unidades superficiales de materiales de aporte sino que estarían relacionados con cambios de la tipología o comportamiento de las unidades localizadas bajo las unidades constructivas de la calle y de las edificaciones próximas. En el caso del equipo de 500 MHz, de menor profundidad de evaluación, se puede identificar la presencia de una geometría plano-cóncava que se prolonga afectando a la acera y al sector occidental de la propia edificación.

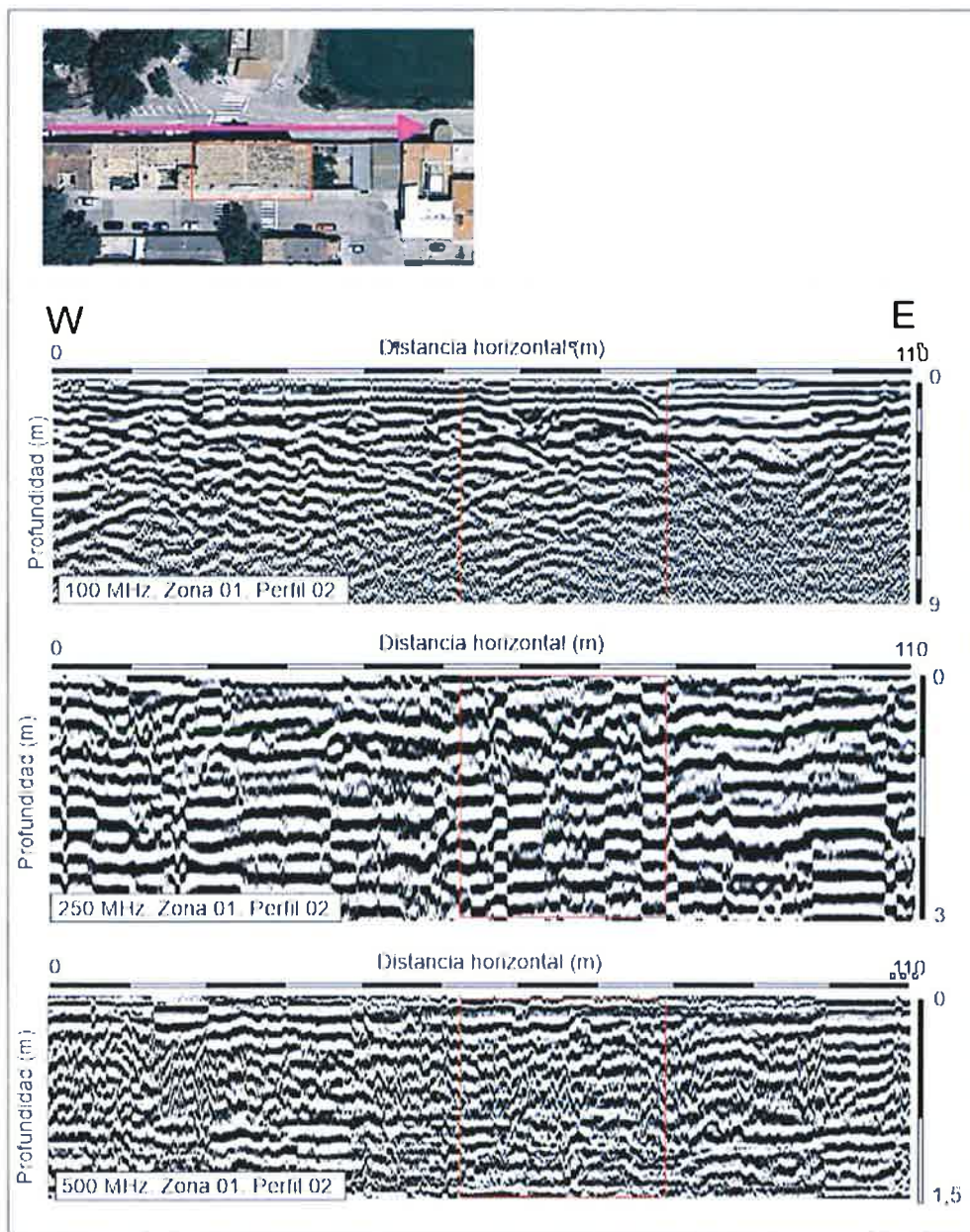


Figura 14.- Perfiles de georradar realizados a lo largo de la fachada N del edificio de estudio (se trata del primer perfil realizado a lo largo de dicha calle en su recorrido por el vial de circulación). Superpuesto a los gráficos se recoge la proyección de la localización del edificio de La Portería.

Se ha realizado un análisis similar para los perfiles realizados a lo largo de la calle San Bruno, en este caso, como se recoge en la fig. 15, además de la extensión de la propia edificación de la Portería, se incluye también una indicación de la extensión de la zona afectada por patologías en la vivienda anexa a la misma.

En este caso, se han evaluado los perfiles localizados al S de la acera de la calle San Bruno para evitar la afección de cambios topográficos y arquetas metálicas localizadas a lo largo de la zona de estudio. En este caso, como en el análisis realizado previamente, se identifican cambios laterales netos en el subsuelo en la prolongación del edificio, con presencia de anomalías con geometría hiperbólica de amplio desarrollo y cambios laterales del comportamiento de los materiales en el subsuelo. Además de estos cambios y haciendo referencia a las variaciones estructurales que afectan a los niveles más superficiales, como evidencias de afección a los niveles de calle y de aportes antrópicos, se identifican cambios de la geometría de los mismos en la prolongación del edificio, y cambios del espesor de las unidades anexas, que definen medios irregulares próximos con geometrías plano-cóncavas abiertas hacia el E en las proximidades del borde occidental de edificio. El sector con evidencias de cambios estructurales superficiales no parece presentar cambios de alta pendiente, tan sólo se identifican alabeamientos de reflectores y basculamiento de los mismos, especialmente hacia el E.

Con el objetivo de comparar estos cambios con el sector meridional del mismo vial, se ha realizado un análisis comparado para los registros localizados al S de la calle, en el perfil realizado inmediatamente al N de la acera del lado contrario a la Portería de la calle San Bruno. Los resultados obtenidos se recogen en la fig. 16. En dichos perfiles se ha realizado la localización de la proyección tanto del edificio de La Portería como del edificio anexo a ésta con evidencias de patologías.

En estos perfiles se identifican, cambios estructurales más desarrollados, además de mantenerse la presencia de modificaciones estructurales en los registros geofísicos a la altura de la portería, se identifican también modificaciones estructurales a lo largo del borde occidental de dicho edificio. Por otro lado, llama la atención la presencia de un sistema de anomalías puntuales de alto contraste, de pequeñas dimensiones y distribuidas en los perfiles en el sector occidental de los perfiles y de carácter somero. Este tipo de anomalías puede desarrollarse ante la presencia de materiales de tipo escombros con material cerámico y ladrillos en condiciones próximas a la superficie, o la presencia de materiales de alto contraste electromagnético incluidos en el material constructivo. En algunos casos, anomalías de este tipo pueden estar también presentes cuando existe una estructura de armazón metálica dentro de los niveles del suelo.

Con independencia de estas anomalías y recuperando el análisis de las variaciones estructurales, se identifica una estructura superficial en los perfiles de frecuencia central de 500 MHz, que define una envolvente cóncava hacia arriba, con reflectores continuos pero basculados y que disminuyen su pendiente hacia condiciones superficiales. Estas variaciones afectan tanto al sector con patologías identificadas superficialmente como al tercio occidental de la proyección de la fachada de la Portería.

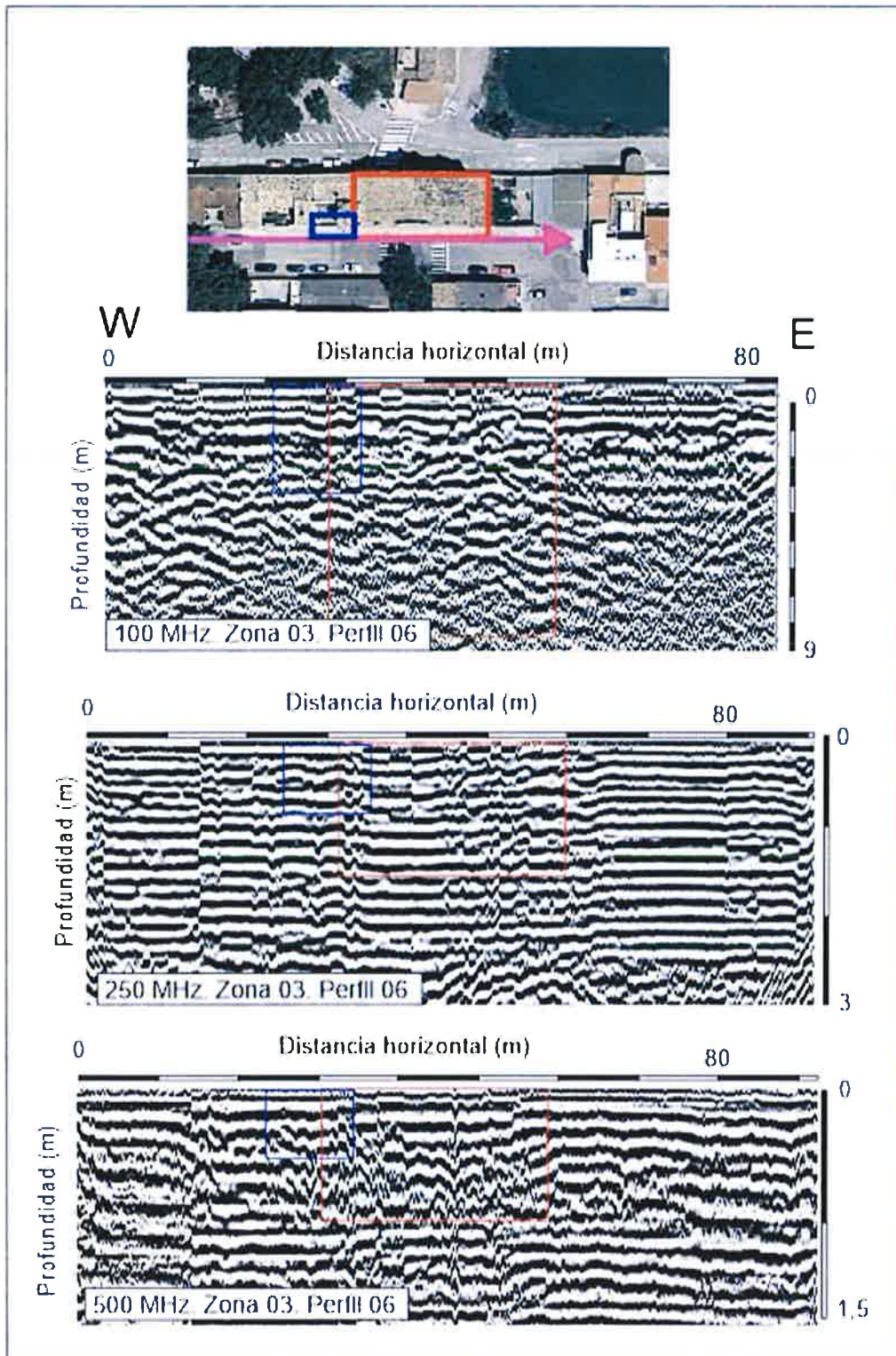


Figura 15.- Perfiles de georradar realizados a lo largo de la fachada S del edificio analizado (se trata del primer perfil realizado a lo largo de dicha calle en su recorrido por el vial de circulación). Superpuesto a los gráficos se recoge la proyección de la localización del edificio de La Portería y del edificio occidental a la portería que muestra patologías constructivas.



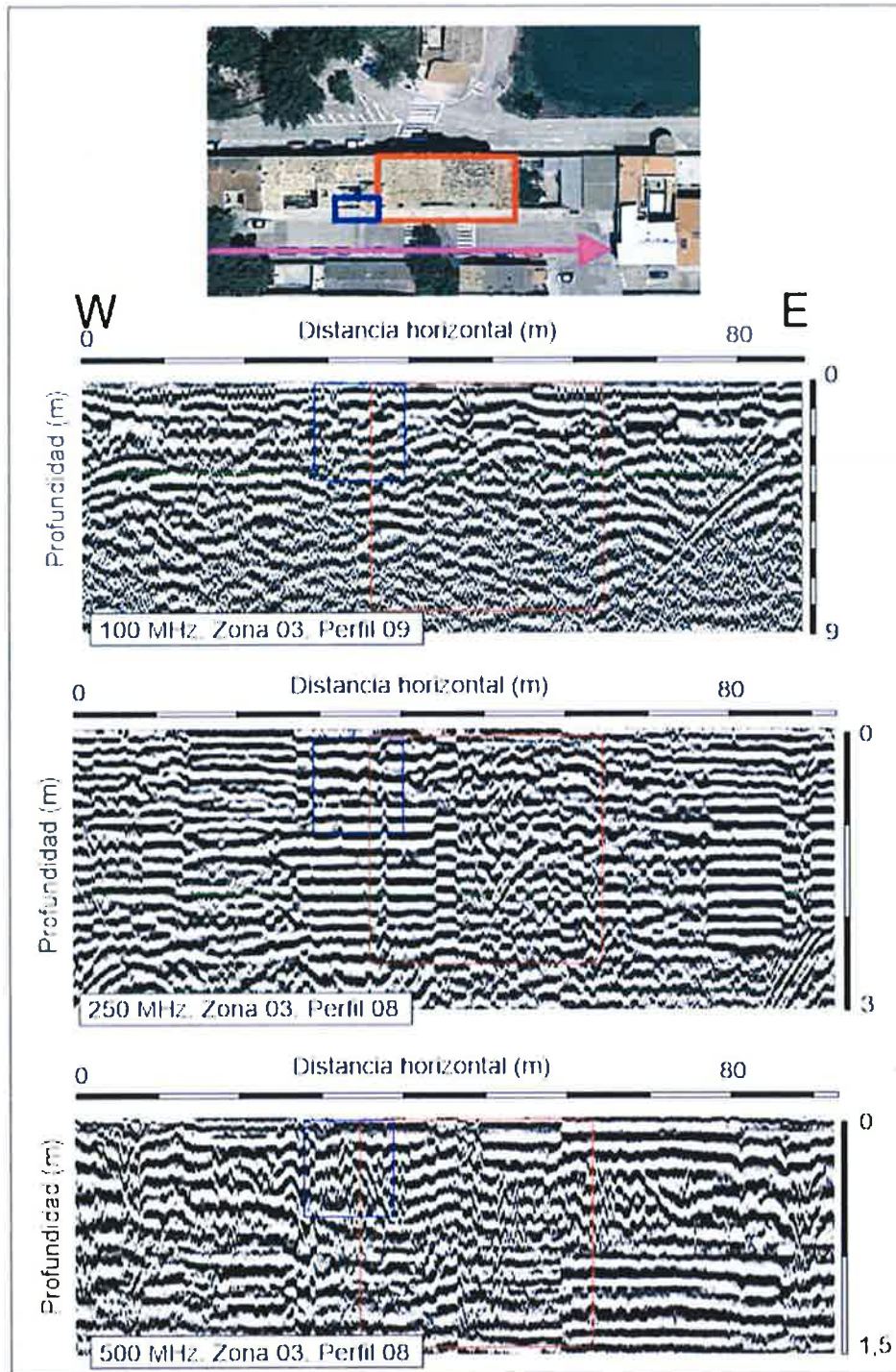


Figura 16.- Perfiles de georradar realizados a lo largo de la fachada S del edificio analizado (se trata del perfil más meridional realizado a lo largo de dicha calle en su recorrido por el vial de circulación). Superpuesto a los gráficos se recoge la proyección de la localización del edificio de La Portería y del edificio occidental a la portería que muestra patologías constructivas.

Con el objetivo de evaluar los cambios estructurales en una dirección perpendicular a los perfiles mostrados previamente, se realizó un grupo de perfiles perpendiculares a la fachada principal del edificio de La Portería a lo largo de la calle San Bruno de los que se muestra una selección de los mismos en la fig. 17.

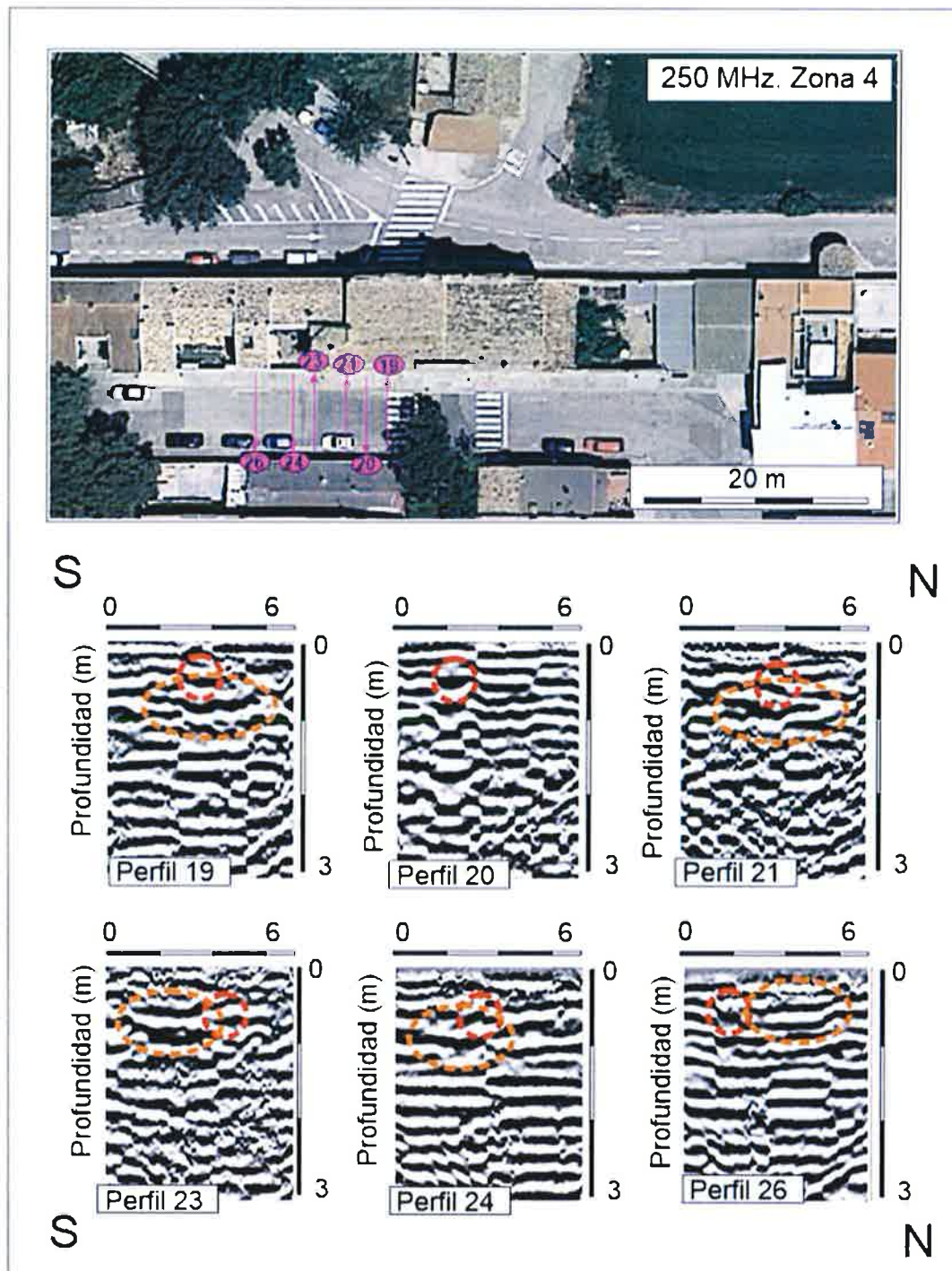


Figura 17.- Perfiles de georradar realizados a lo largo de la calle San Bruno con orientación perpendicular a su trazado y a la fachada principal del a Portería. Se incluyen sobre los perfiles algunos elementos sobre los que se hace descripción en el texto.

El análisis de los perfiles realizados a lo largo de la calle San Bruno y con orientación perpendicular al trazado de la calle, permite identificar una anomalía definida en posición similar a lo largo de todo su trazado, y que presenta una geometría hiperbólica clara. Dadas las características del medio urbano prospectado podría tratarse tanto de una estructura asociada a una conducción en el subsuelo y que presenta correlación lineal a lo largo de la zona de estudio, como a otra estructuración antrópica de los materiales del subsuelo a lo largo del recorrido de la calle. Con independencia de la anomalía más significativa descrita que aparece marcada en los distintos perfiles de la fig. 17, aparecen cambios estructurales de los reflectores en el subsuelo, que se suceden en relación a la propia anomalía puntual descrita pero también, en otros casos, se propagan lateralmente con respecto a dicho elemento y denotan la presencia de acomodaciones estructurales y geometrías no horizontales en la vertical de la calle de estudio.

En estas variaciones estructurales se pueden identificar desde pequeñas interrupciones de la estructura en contextos próximos, perfil 20, como acomodaciones en su vertical y que exceden los cambios superficiales, perfil 19, o dominios en los que se identifican acomodaciones, cambios laterales de la estructura y de su comportamiento que serían explicables a través de un aparente proceso de colapso y acomodación de los materiales posteriores de relleno (perfil 23). En todos los casos, estas variaciones estructurales tienen mayor desarrollo en la mitad meridional de la calle, que por otro lado, es el sector donde se conocen la presencia de procesos de subsidencia y colapsos constatados recientemente.

## **4.-Interpretación y discusión de los resultados.**

### **4.1. Sobre la distribución en planta de los cambios identificados en los registros obtenidos.**

A partir del análisis discreto de los distintos perfiles realizados en la zona de estudio y con distintas frecuencias centrales, se ha realizado una evaluación general para identificar la extensión y distribución de las unidades en el subsuelo que presentan cambios de comportamiento relativo o variaciones estructurales. Estos sectores definen medios con comportamientos diferenciales con respecto a los esperados para una estructura constructiva horizontal o con la de un medio natural de llanura de inundación como el esperado para la vertical de la zona de estudio. Estos cambios, sin considerar todavía en este momento su potencial relación con la presencia de patologías, pueden permitir posteriormente realizar un análisis comparado sobre si los cambios de la estructura o características de los materiales del subsuelo presentan una correlación con los procesos de subsidencia, colapso o afecciones a los edificios de la zona.

Para este cometido se han realizado, a partir de la distribución de cambios estructurales y de comportamiento obtenidos de los perfiles de georradar, cartografías de sectores (asignación de intervalos de los perfiles de georradar con un comportamiento estructural o electromagnético definido), a partir de las cuales se han realizado cartografías de correlación de sectores para evaluar dominios o zonas del subsuelo en el que se pueden correlacionar los mismos cambios entre distintos perfiles paralelos o perpendiculares, y distintos equipos de prospección.

La cartografía de sectores (ver fig. 18) muestra cambios del espesor y de las características de las unidades en el subsuelo especialmente a lo largo del sector septentrional de la zona de prospección (especialmente en los equipos de mayor frecuencia). Estas cartografías muestran la presencia de cambios o contrastes laterales netos a lo largo del dominio meridional de la zona de prospección. En relación a los cambios estructurales y su distribución en la zona de estudio, la mayoría de los cambios identificados responden a posiciones próximas a la muralla y en los perfiles realizados sobre acera en las calles interiores, en los que además, se identifican en algunos contextos la presencia de conducciones y cambios de materiales superficiales. Aunque no evaluado previamente en los perfiles previos mostrados, es de interés indicar la presencia de un dominio con acomodaciones localizado inmediatamente al S de la edificación, identificada en los perfiles realizados en la zona 2 de prospección. Estos cambios definen una serie de variaciones del comportamiento de la unidad superficial asociado a cambios estructurales, mucho más desarrollados en los perfiles realizados en condiciones más superficiales o identificados en los perfiles realizados con los equipos de mayor frecuencia, a lo largo del borde meridional de la calle San Bruno y en proyección transversal hacia el edificio. En condiciones más profundas los cambios más significativos de este sector responden a una distribución de cambios con pendientes de reflectores mucho más laxos y que definen un dominio heterogéneo que se extendería por parte del sector de la calle San Bruno y se prolongaría afectando tanto a la edificación con patologías descritas previamente como a la esquina SW de la edificación de la Portería.



Figura 18.- Cartografía de sectores de comportamiento homogéneo o cambio estructural relativo a lo largo de la zona de estudio obtenida de cada uno de los grupos de antenas utilizados.

Los cambios estructurales y de comportamiento definidos previamente han permitido realizar una serie de modelos de correlación de los cambios estructurales y de comportamiento, que evaluando 3 grupos de antenas diferentes, pueden permitir identificar cambios estructurales a distintas alturas o profundidades. En este sentido, es de interés recalcar que muchos de los cambios identificados se inician en condiciones superficiales, por lo que los cambios descritos desarrollan variaciones de la extensión de los cambios superficiales en condiciones progresivamente más profundas (ver fig. 19).

La distribución de los cambios analizados muestra que el sector donde se produce la concentración de cambios estructurales de mayor desarrollo se localiza a lo largo del sector centro-occidental de la calle San Bruno. En este dominio se produce la mayor extensión del sector asociado a cambios del espesor y cambios estructurales de los reflectores en el subsuelo. Este dominio, dadas las características estructurales y su pendiente, es esperable que se prolonguen fuera de la zona de prospección, tanto hacia el S, como hacia el sector NE de la zona cartografiada. Estos cambios son mucho más evidentes en el caso de los perfiles realizados a profundidades medias (frecuencia central de 250 MHz). Otros sectores como el dominio oriental de la calle San Bruno o el borde NE de la zona de prospección, muestra también cambios estructurales y de comportamiento que parecen extenderse hacia el N y E con respecto la zona de estudio, aunque con menor desarrollo y espesor involucrado.

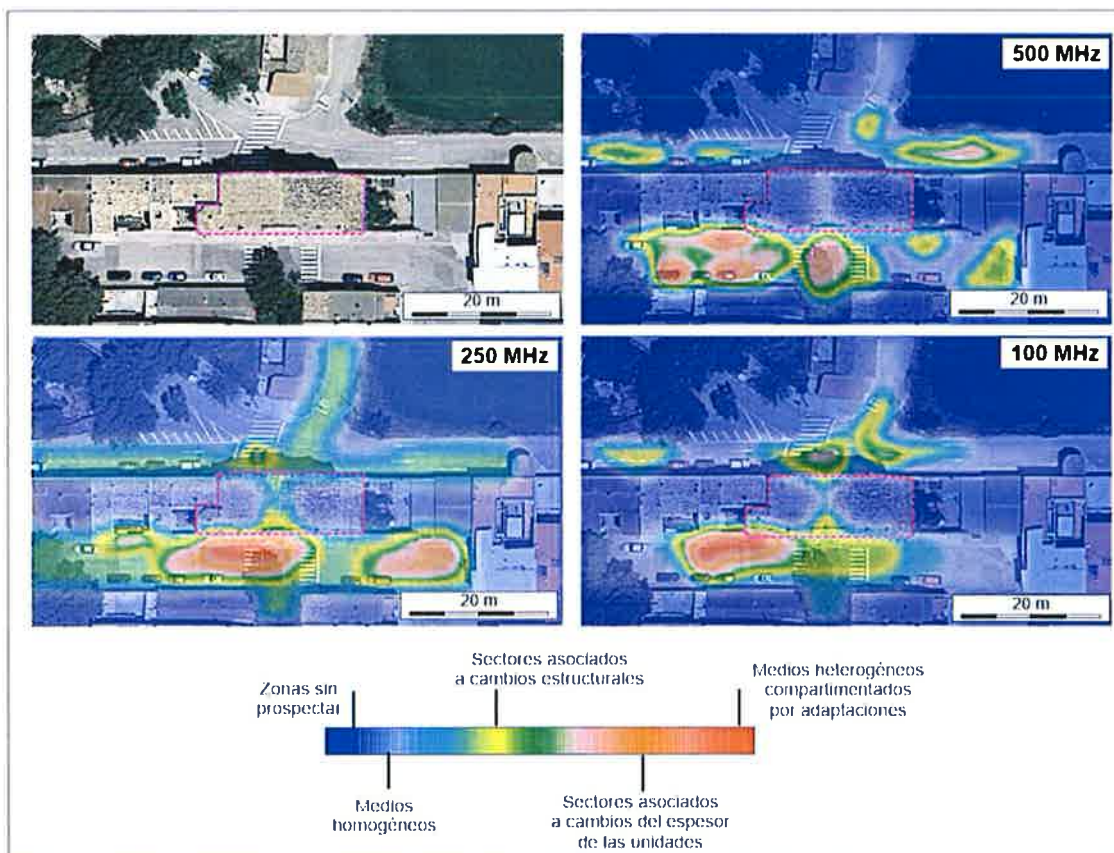


Figura 19.- Cartografía de correlación de sectores obtenida de la integración e interpolación de los cambios estructurales obtenidos de la prospección geofísica para la zona de estudio. Se incluyen los mapas obtenidos de la correlación para cada uno de los grupos de antenas utilizados para la prospección geofísica superpuestos a la fotografía aérea de la zona. Se indica la extensión del edificio de la Portería en los distintos mapas realizados. Nótese que los modelos de interpolación realizados se extienden únicamente a lo largo de los sectores prospectados, habiéndose excluido aquellos sectores de los que no se cuenta con datos.

En la evaluación de los datos obtenidos se ha limitado la capacidad de prolongación de los cambios estructurales identificados fuera de sectores no prospectados, de forma que, la proximidad por ejemplo de niveles asociados a altas variaciones del espesor o del comportamiento, pueden presentar pendientes de variación aparentes más rápidas que en otros contextos, y que permitiría determinar su prolongación fuera de la zona prospectada.

Este aspecto es interés especialmente a lo largo de la esquina SW de la edificación, en la que se puede identificar la presencia de cambios estructurales en los reflectores y del espesor de las unidades y su comportamiento en la calle San Bruno, y que debido a sus características sería de esperable prolongación bajo el edificio de la Portería aunque no se cuenta con datos directos de dicho sector que permitan comprobar si se prolongan o no bajo el edificio.

Con el objetivo de evaluar de forma conjunta los cambios descritos se incluye en la fig. 20 una representación en perspectiva de los gráficos incluidos en la fig. 19 donde evaluar las tendencias, localización y características de los sectores anómalos identificados.

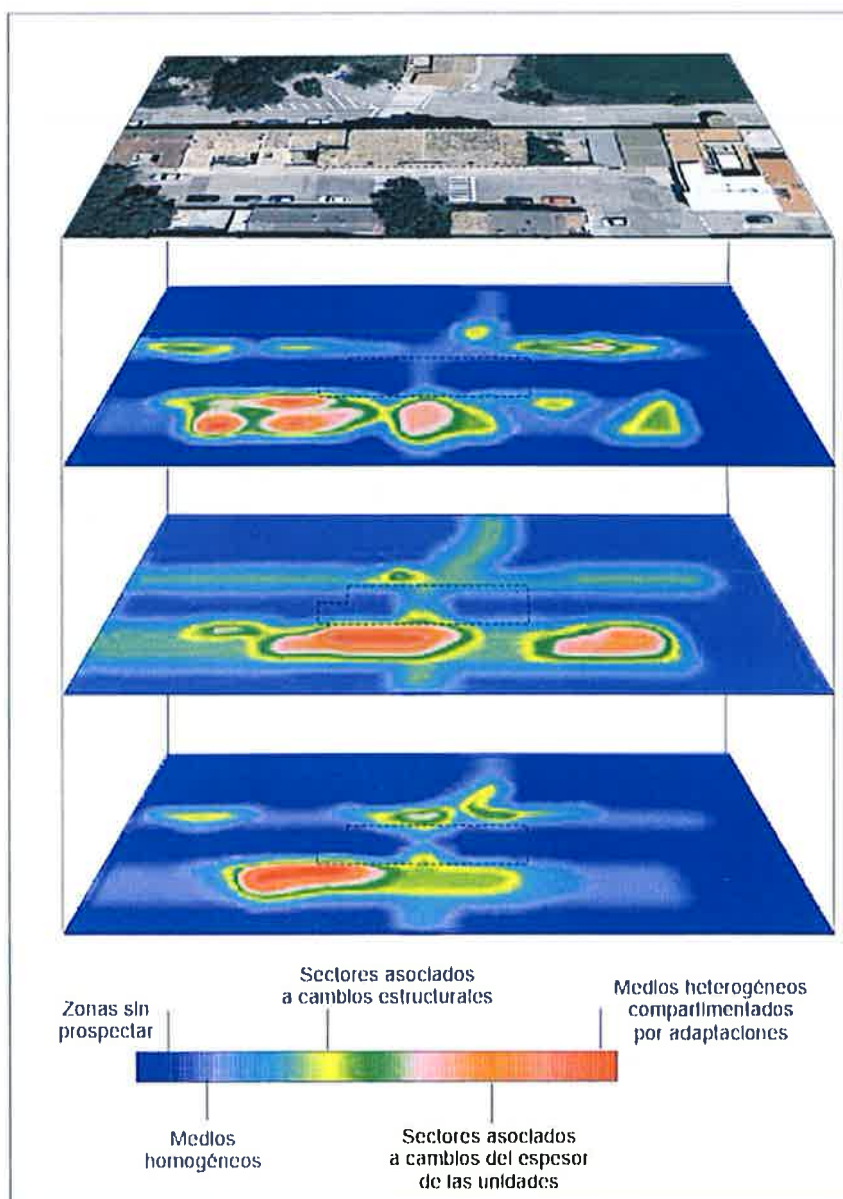


Figura 20.- Cartografía de correlación de sectores obtenida de la integración e interpolación de los cambios estructurales obtenidos de la prospección geofísica para la zona de estudio. Se incluyen los mapas obtenidos de la correlación para cada uno de los grupos de antenas utilizados para la prospección geofísica en presentación con vista oblicua y vertical incluyendo los distintos mapas y fotografía aérea de la zona.

#### **4.2. Sobre la interpretación integrada de los resultados obtenidos y el potencial origen de las patologías que afectan a la zona de estudio.**

Como se indicaba en el apartado introductorio de este informe el estudio geomorfológico e histórico de la zona no ha permitido identificar elementos que puedan explicar el origen de las patologías identificadas. Sin embargo, la aparición de patologías afectando a distintos edificios del entorno de La Cartuja Baja es habitual, y existe también conocimiento de roturas de tuberías en determinados contextos del casco urbano que han originado socavones que han afectado a los viales.

Con el objetivo de evaluar si existe relación entre los sectores anómalos geofísicos identificados y los sectores con evidencias de subsidencia o patologías, se ha realizado un análisis comparado de algunos de los perfiles obtenidos con las patologías anexas a dichos perfiles. En el caso de la fig. 21, se comparan los registros geofísicos obtenidos con el sistema de fracturas que afectan a la fachada del edificio anexo a la Portería. En dicha fotografía se identifican una serie de grietas, que siguen en muchos casos anisotropías constructivas, y que denotan un movimiento general principal hacia el E. Si se analiza este sector con los perfiles de georradar obtenidos se identifica que en este sector se produce un basculamiento de reflectores hacia el E, apareciendo un incremento de la unidad superficial y que se prolonga, con un cambio neto hacia el E, en la proyección del edificio principal de la Portería. El análisis de reflectores más profundos permite identificar la presencia de anomalías o cambios netos en la vertical de estos cambios que se identifican hasta cotas de 3,75 a 4 metros. La extensión lateral de este dominio se prolonga hacia el E, hacia el edificio de la Portería, y se identifica a 3 metros de profundidad, en continuidad con el elemento previo. Además se identifica una geometría de reflector con concavidad hacia arriba que se extiende desde el sector de las anomalías identificadas en la zona con patologías hacia el E, hacia la portería, donde también se identifican patologías tanto en la fachada como en el interior del edificio.

Se ha realizado el mismo análisis para el perfil localizado al S de la calle San Bruno, a lo largo del sector asfáltico y que incluiría el sector conocido colapsado y las fotografías de las patologías que afectan a los edificios del S de la calle San Bruno, donde se identifican grietas horizontales. Este análisis (ver fig. 22) muestra una relación como en el caso anterior de geometrías de acomodación, o geometrías con concavidad hacia arriba que discurren a lo largo del sector con patologías, o ligeramente más amplio que el sector con patologías superficiales, en el que se identifica un engrosamiento neto del espesor de las capas superficiales constructivas y que denotan, al menos, la presencia de un reflector basculado a una cota de 0,5 metros que muestra continuidad lateral. Este nivel presenta una interrupción neta a la altura del metro 68 y que desarrolla una propagación vertical en profundidad sin poderse conocer la geometría localizada a cotas más profundas. En los perfiles realizados con equipos de menor frecuencia se puede identificar de igual forma una propagación de dichas modificaciones hasta la cota de 3 metros, aunque se identifican comportamientos relativos anómalos que pudieran correlacionarse con la presencia de cambios del material de aporte con materiales no naturales.



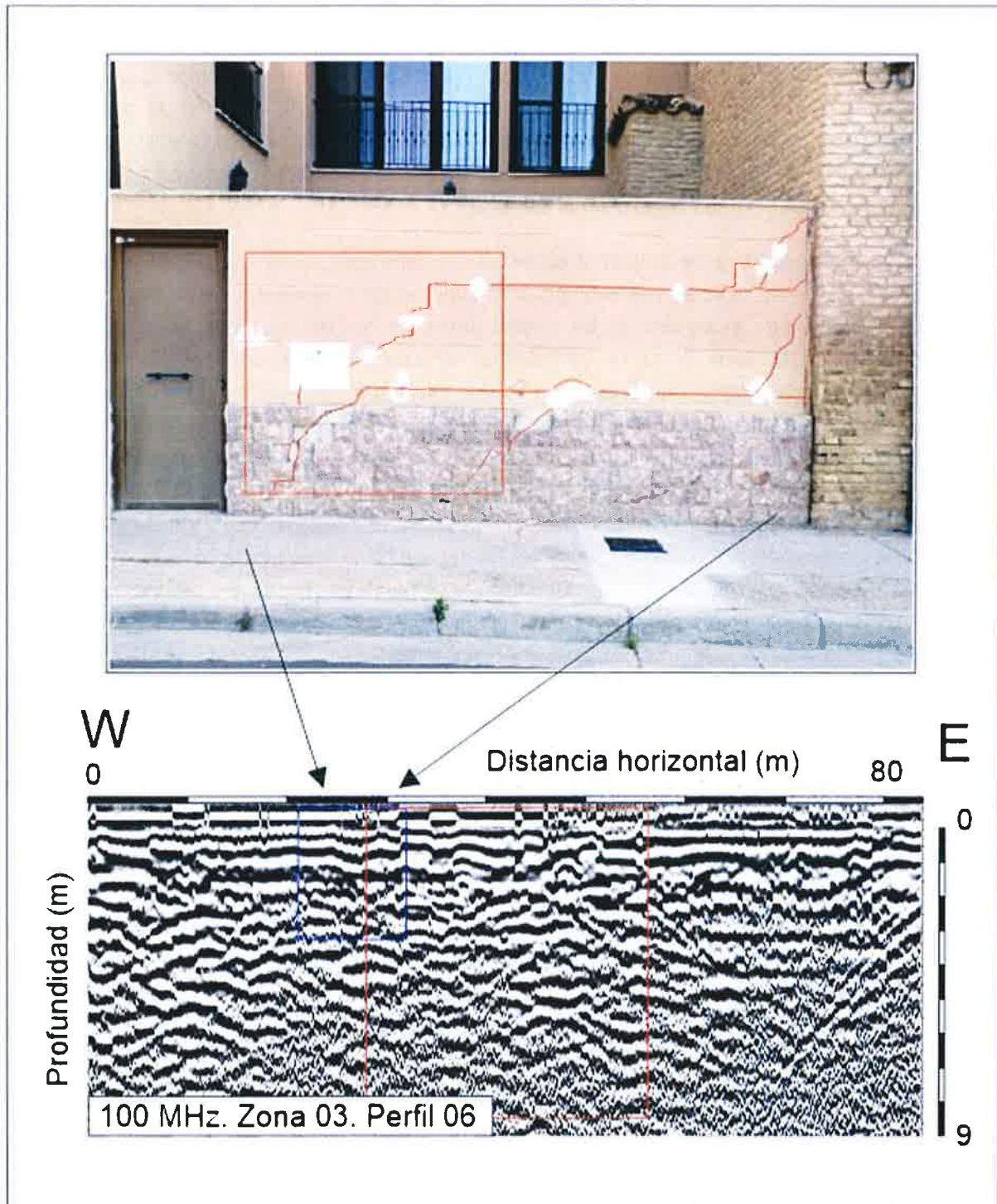


Figura 21.- Análisis comparado del perfil de GPR realizado con las antenas de 100 MHz en las proximidades del edificio anexo a La Portería donde se desarrollan patologías afectando al muro perimetral de la vivienda. Se incluye tanto el perfil como la fotografía de las mismas que denotan, a nivel general un movimiento de hundimiento hacia el E.

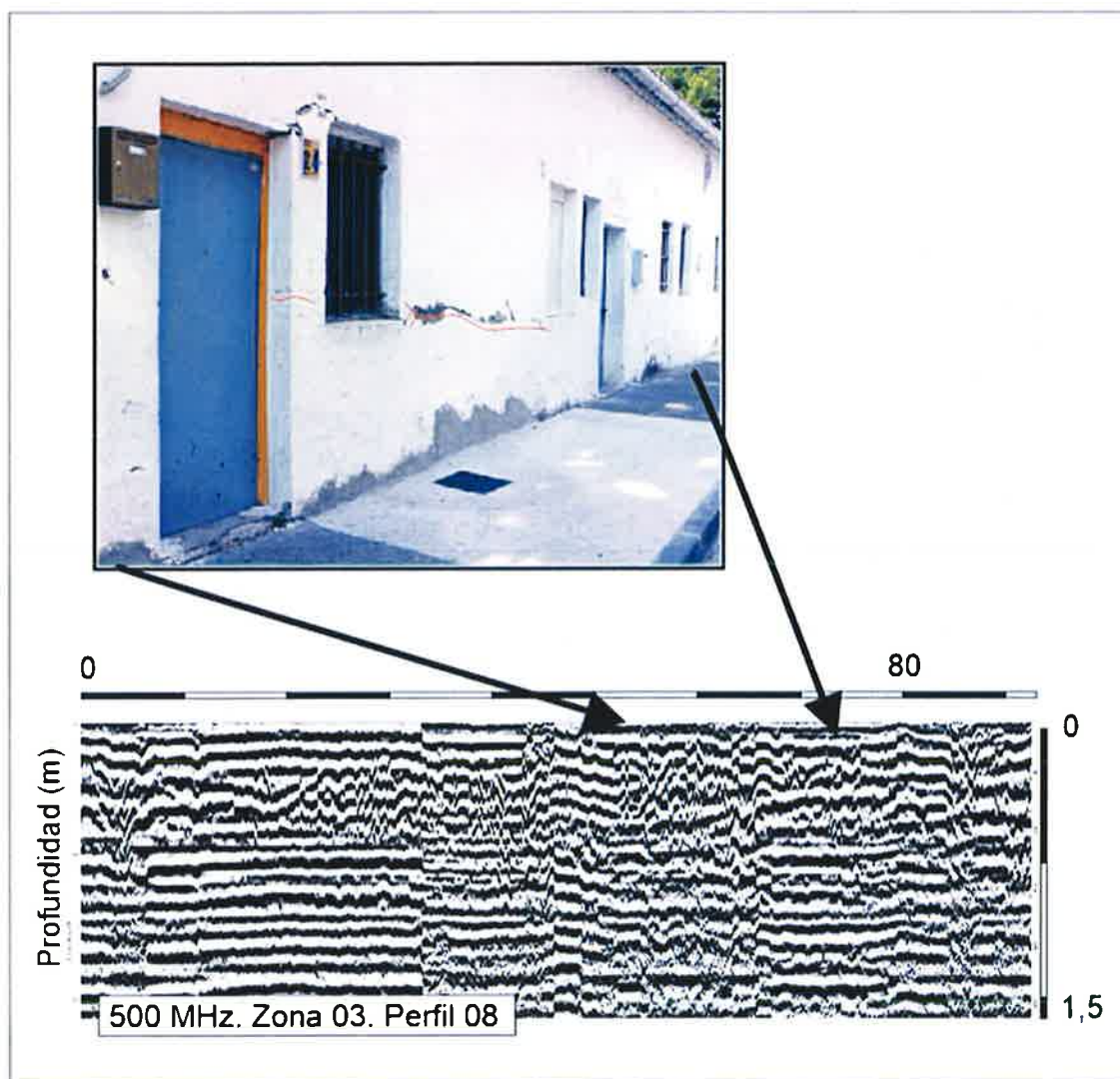


Figura 22.- Análisis comparado del perfil de GPR realizado con las antenas de 500 MHz en las proximidades de los edificios del lado meridional de la calle San Bruno. Nótese que el perfil aparece invertido con respecto a las imágenes previas para poder realizar una comparación directa de la fotografía con el registro geofísico en el subsuelo.

En este caso, fig. 22, se ha realizado la inversión del perfil de georradar para poder comparar de forma directa con las fotografías de la fachada de la zona. En esta figura se incluye el perfil de mayor frecuencia utilizado, en el que además de los cambios estructurales mencionados, se identifica también a la altura de los metros 32 a 42 una interrupción neta de la estructura del suelo, con cambio del material de aporte que aparece con estructura subhorizontal, pero que define una envolvente profunda de tipo cóncavo hacia arriba. Esta geometría profunda no es continua, sino que aparece interrumpida en su sector central. Este cambio puede deberse tanto al mismo origen del resto de elementos descritos como con la presencia de un vial de circulación bajo el actual relacionado con la calle principal de salida del centro cartujo a través de la antigua portería (nótese que dichas anomalías se han identificado en todos los perfiles tanto al N como al S de dicha estructura, y que además se prolongaban fuera de la actual planta del edificio).

El mismo análisis previo realizado en los perfiles de la zona de la calle San Bruno, se ha realizado también para los modelos de correlación de sectores realizados (fig. 23)

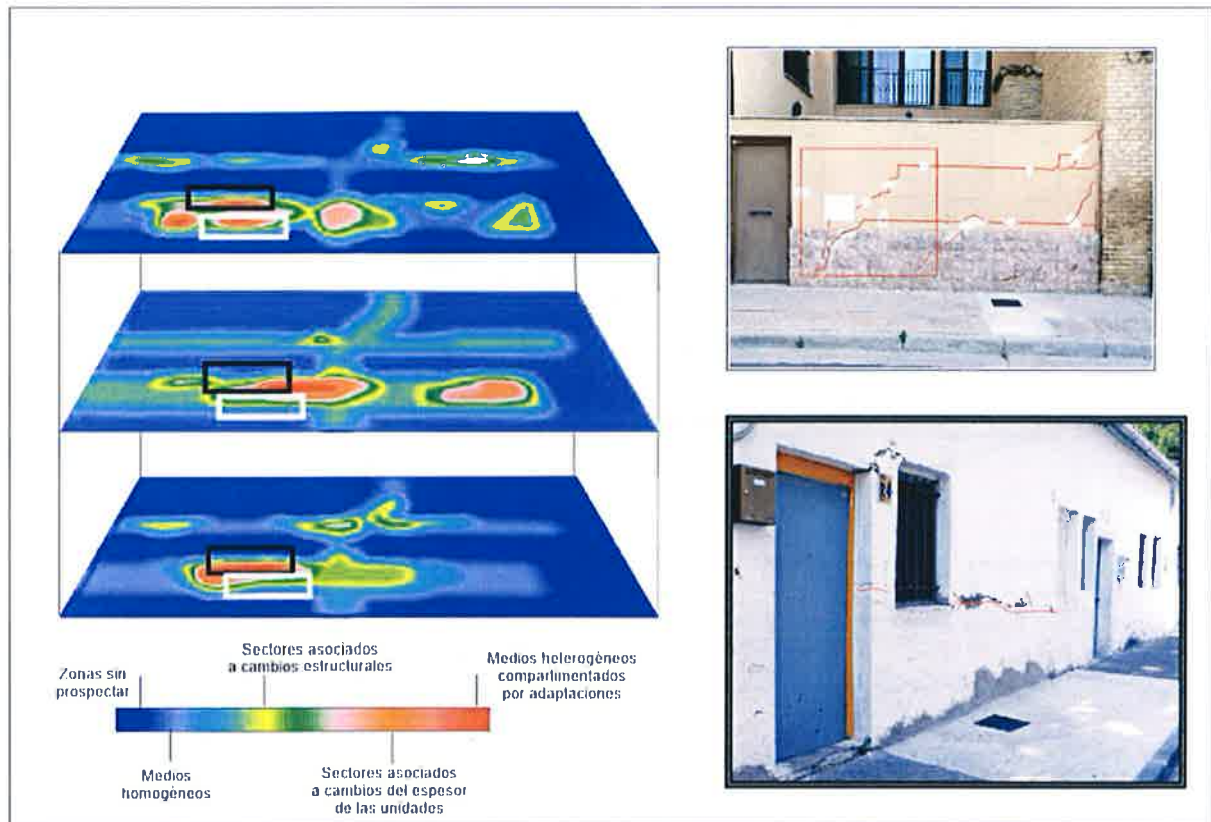


Figura 23.- Análisis comparado de los modelos de correlación de sectores realizados a lo largo de la zona de estudio, con fotografías de los sectores con mayores patologías identificadas. Estos sectores de los que se incluyen fotografías aparecen remarcados en los modelos realizados en relación a la extensión de la fotografía respecto al modelo realizado.

Esta comparación permite identificar la presencia de una relación entre los sectores con mayores variaciones estructurales en los registros geofísicos o mayor espesor de la unidad superficial, con los sectores con mayor desarrollo de patologías. Estos resultados permiten evaluar la potencial relación entre dichos sectores y las patologías identificadas. De esta forma, esta correlación, podría ser utilizada para evaluar la extensión de los sectores susceptibles de desarrollar patologías fuera de los sectores constatados actualmente. Es interesante hacer referencia a que la fábrica constructiva de algunos de los edificios puede producir la propagación de la deformación a través de elementos rígidos, o desarrollar estructuras complejas de patologías por la interacción del edificio con comportamiento no homogéneo. En este sentido, la ausencia o menor desarrollo de patologías en algunos sectores, especialmente la mitad occidental de La Portería, podría deberse a un cambio de la reología del edificio que produzca una menor afección aparente en la fachada del edificio, pero que se encuentre en un contexto de problemática potencial similar a otros sectores de la misma calle. Sí es cierto que el espesor de unidad y grado de inclinación de reflectores es mayor en el entorno del edificio anexo a la Portería con respecto al propio edificio principal analizado.

## **5.- Conclusiones**

Por indicación de CONTROL 7 se ha realizado prospección geofísica por georradar en el entorno de la Portería de la Cartuja Baja de Zaragoza. El objetivo de la prospección era analizar la potencial presencia de cambios estructurales o de comportamiento de los materiales en el subsuelo que pudiera permitir evaluar el potencial origen de las patologías que afectan tanto a la propia Portería como a los edificios próximos a ésta. Para este cometido se realizó visita a la zona de estudio para evaluar e identificar la presencia de patologías, su desarrollo y para realizar prospección geofísica por georradar del entorno del edificio y viales anexos. La prospección se realizó a través de perfiles de georradar con antenas de frecuencias centrales de 100, 250 y 500 MHz que representaron 45 perfiles y 2160,93 metros de prospección lineal.

Los resultados obtenidos de la evaluación general de las grietas y patologías de la zona, muestran la presencia de movimientos puros verticales (edificios del sector meridional de la calle San Bruno), movimientos verticales con componente horizontal y de cizalla (entorno del edificio anexo a la Portería) y la presencia de grietas que siguen anisotropías constructivas a lo largo de la fachada S de la Portería. En todos los casos se puede constatar su desarrollo reciente, tanto en La Portería de reciente restauración, como en el caso del resto de los edificios en los que se ha identificado la ausencia de grietas en las fotografías analizadas, al menos, previamente a septiembre de 2008. En el interior del edificio las grietas presentan una mayor complejidad en su análisis por existir la propagación a elementos estructurales, identificándose grietas y patologías en sectores de unión de elementos constructivos o de debilidad estructural. En este sentido, conocemos el interés de Control 7 en realizar un estudio detallado de dichas patologías, de cuyo análisis podrán obtenerse conclusiones más detalladas. En este momento, el principal movimiento parece responder a un movimiento vertical con fallo en el entorno del sector occidental de la Portería, con movimiento hacia el E en el sector anexo a éste, o movimientos de apertura o desplazamiento en el entorno de la escalera interior de La Portería con sentido hacia la calle.

Estos movimientos relativos aparentes muestran un claro paralelismo con los cambios de espesor y la presencia de medios desestructurados en los perfiles de georradar. Además de los sectores con patologías, se identifican cambios estructurales en otros contextos diferentes sin que existan patologías evidentes en este momento. Sin embargo, haciendo referencia al caso de los sectores analizados con problemas conocidos, el sentido de movimiento de apertura de grietas sigue el cambio de pendiente de reflectores, y esto genera que el movimiento de apertura apunte hacia el sector de mayor profundización de reflectores, y hacia el sector con mayor espesor de la unidad de aporte o mayor espesor de la unidad desestructurada en los registros. En este sentido, esta relación es bastante evidente en el caso del edificio anexo a la portería, pero también a lo largo del sector meridional de la calle San Bruno.

La comparación de los registros geofísicos con los mapas de correlación de sectores realizados permite identificar la presencia de patologías en los sectores evaluados como de mayor complejidad estructural, y que por tanto, puede permitir evaluar dichas cartografías como evaluación indirecta de la presencia de los mismos procesos que desencadenaron las patologías. En ese sentido permitiendo utilizar dichos mapas como indicadores indirectos de

los cambios en el subsuelo y definiendo sectores susceptibles de desarrollar en el futuro dichos procesos. Por otro lado, la presencia de anisotropías constructivas o cambios del material y su comportamiento ha podido disminuir la impronta en superficie, siendo en general, mayor la extensión de los materiales susceptibles de presentar patologías que las patologías o el dominio afectado por las mismas.

Sobre la cota de origen de dichos elementos en relación a los registros obtenidos, las modificaciones del espesor y los cambios estructurales muestran variaciones de mayor extensión superficial, en general a cotas menores a los 3 metros de profundidad, aunque en algunos sectores se han logrado identificar ecos verticales que parecen propagarse a cotas mayores. En relación al potencial origen si somero o profundo de dichos elementos se ha valorado una propuesta general de ensayos a lo largo de la zona en la que sería de interés evaluar tanto las características de las unidades como las variaciones relativas entre sectores anómalos identificados en la geofísica y medios próximos. Para este cometido se valora la propuesta incluida en la fig. 24 de realización de ensayos en la zona.

Los estudios de prospección geofísica contribuyen, de forma no destructiva, a conocer la estructura del subsuelo, lo cual permite la planificación de intervenciones invasivas. Sin embargo, estos estudios deben completarse con métodos de excavación para contrastar los datos. Los resultados obtenidos a partir de esta prospección, deben ser considerados como un estudio preliminar y no como una evidencia real de las interpretaciones realizadas, las cuales dependen de los datos disponibles en el momento de la interpretación de los datos obtenidos.

En Zaragoza a 1 de agosto de 2016



Fdo. Óscar Pueyo Anchuela

Fdo. Andrés Pocoví Juan

Fdo. Antonio M. Casas Sainz

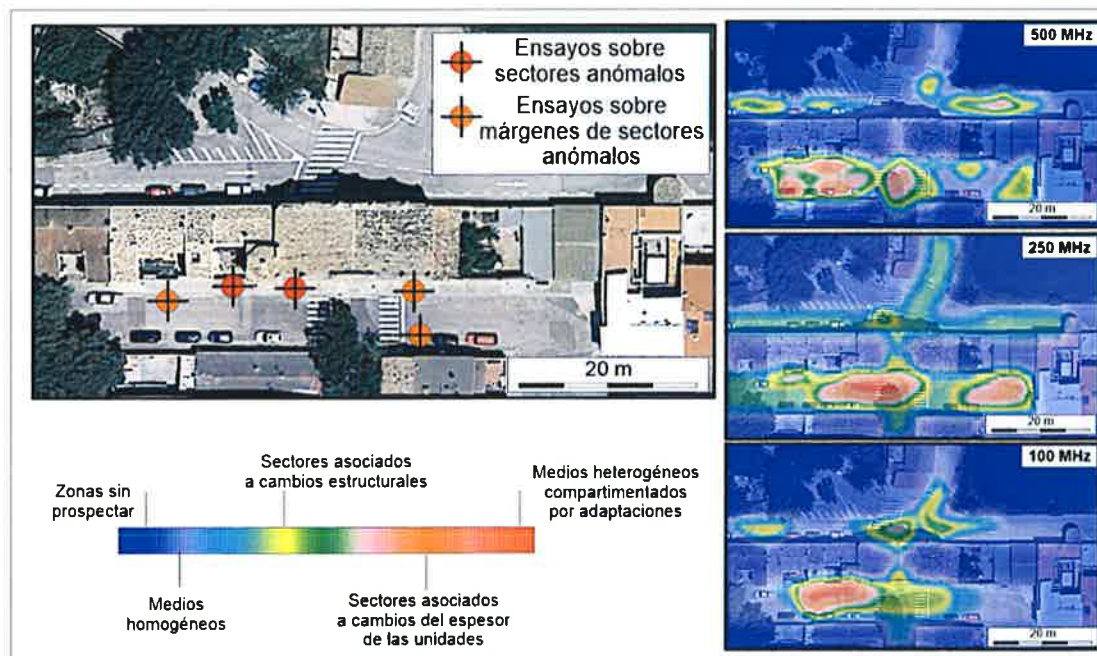


Figura 24.- Modelos obtenidos de la correlación de sectores elaborada a partir de la prospección geofísica y propuesta potencial de ensayos en la zona. Se han evaluado dos tipologías de ensayos en relación a la caracterización de medios anómalos y de sectores marginales con respecto a dichos medios, sin embargo no se han identificado sectores completamente homogéneos que pudieran servir como punto de control local de la serie geológica no afectada por alteraciones superficiales. En la evaluación de los ensayos se recomienda tener en consideración la existencia de conducciones a lo largo de las calles y viales que pudieran verse afectadas por la realización de dichos ensayos.



**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-169104-16**  
Noviembre de 2016

## **6.2.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza

Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





## Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza



Fecha: **Noviembre de 2016**

Peticionario:  
**Ayuntamiento de Zaragoza**

Ref: **GTC-171108-16**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A. 50361179





## INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1.- Objeto del estudio y localización geográfica.....	4
1.2.- Antecedentes.....	4
1.3.- Trabajos realizados – Metodología.....	4
1.3.1.- Trabajos de campo.....	5
1.3.2.- Trabajos de laboratorio.....	5
1.3.3.- Trabajos de gabinete.....	6
<b>2.- CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS.....</b>	<b>6</b>
2.1.- Geología general.....	6
2.2.- Caracteres litológicos.....	7
2.3.- Caracteres geomorfológicos.....	7
2.4.- Características hidrológicas/hidrogeológicas (nivel freático).....	8
2.5.- Riesgos geológicos.....	9
2.5.1.- Inundaciones.....	9
<b>3.- GEOTECNIA.....</b>	<b>10</b>
3.1.- Cimentación de estructuras.....	10
3.1.1.- Resultados obtenidos.....	10
3.1.1.1.- Sondeos de reconocimiento.....	10
3.1.1.2.- Ensayos de laboratorio.....	12
3.1.2.- Caracterización de las unidades geotécnicas.....	13
<b>4.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>5.- ANEJOS.....</b>	<b>20</b>
Anejo 1: Mapas de situación geográfica.....	21
Anejo 2: Mapas de situación geológica.....	24
Anejo 3: Croquis de situación de trabajos de campo.....	27
Anejo 4: Perfil del terreno, testificación de los sondeos .....	29
Anejo 5: Actas de resultados de ensayos de laboratorio.....	44
Anejo 6: Fotográfico de los trabajos de campo.....	67
Anejo 7: Perfiles y Correlaciones geotécnico-geológicas.....	70



**TABLAS**

<b>Tabla 1: Coordenadas de la parcela.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 2: Campaña de campo.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 3: Profundidad del nivel freático.....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 4: Resumen de ensayos en sondeos.....</b>	<b>11-12</b>
<b>Tabla 5: Ensayos de laboratorio realizados.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 6: Perfil tipo.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 7: Profundidad y espesor de las Unidades Geotécnicas.....</b>	<b>14-15</b>
<b>Tabla 8: Características básicas de las Unidades Geotécnicas.....</b>	<b>16</b>



## **1.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- OBJETO DEL ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA**

A petición del **Área de Urbanismo y Sostenibilidad del Gobierno de Zaragoza**, se nos encomienda la realización del reconocimiento geológico-geotécnico del subsuelo del terreno sobre el que se levanta desde el siglo XVII el edificio de la Portería de la Cartuja considerado Bien de Interés Cultural (BIC).

El objeto del estudio pretende conocer la sucesión de materiales existentes en profundidad bajo la parcela así como las características geotécnicas de éstos, para determinar, su posible contribución en la formación de una serie de patologías que sufre el edificio de reciente restauración.

En el presente informe, se describen los trabajos realizados, su metodología, la interpretación de los resultados obtenidos y las conclusiones que de ellos se deducen.

La hoja del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 en la que queda incluida la zona es la nº 384 correspondiente a Zaragoza. Ver mapas de localización geográfica adjuntos (anejo nº 1). Las coordenadas UTM de un punto de la parcela aparecen en la Tabla 1.

USO	Coordenada X	Coordenada Y
UTM ETRS 89 USO 30	681.453	4.608.317

**TABLA 1. Coordenadas parcela**

### **1.2.- ANTECEDENTES**

El edificio objeto de estudio se localiza en la cara norte del recinto que ocupaba la Cartuja baja en la localidad de Zaragoza. Constituía desde su construcción la puerta de entrada del recinto amurallado de la orden monástica. En el año 2010 se inicia el proceso que da lugar a las tareas de restauración que se dejaron sin terminar debido a la aparición de un importante conjunto de patologías en forma de grietas que rompían solados, paredes y baldosas.

Como consecuencia de ello se nos encargan una serie de trabajos de investigación y determinación de soluciones técnico constructivas valoradas, dentro de los cuales se enmara este estudio del terreno. Cuyo principal objetivo es servir de base al apartado técnico del trabajo.

### **1.3.- TRABAJOS REALIZADOS. METODOLOGÍA**

Los trabajos realizados se dividen en campaña de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete.

La campaña de campo se ha llevado a cabo de acuerdo con el estudio de georradar previo al estudio geotécnico. De tal manera que se han colocado los sondeos allí donde han aparecido evidencias de alteración en el terreno.

De igual modo los ensayos de laboratorio han tratado de determinar los parámetros esenciales (ángulo de rozamiento interno, cohesión, densidad, humedad, módulo de deformación, hinchamiento y colapso) de cada unidad geotécnica, allí donde las correlaciones o indicios justificados no han llegado a ofrecer resultados concluyentes.

### **1.3.1.- Trabajos de campo**

De acuerdo con el programa previsto, se partió del reconocimiento geológico y geotécnico de campo contemplando, por una parte, la inspección "in situ" de la parcela y alrededores, para definir la correcta realización de los trabajos y ensayos de campo que han abarcado los aspectos recogidos en la Tabla 2.

<b>Sondeos</b>				
<b>Número</b>	<b>Profundidad reconocida (m)</b>	<b>SPT</b>	<b>Muestras inalteradas</b>	<b>Muestras de agua</b>
Sondeo 1	9.60	4	3	1
Sondeo 2	15.30	6	3	-
Sondeo 3	9.60	3	1	-
Sondeo 4	15.00	6	1	-

**TABLA 2.1 Campaña de campo**

<b>Punto</b>	<b>USO</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>
Sondeo 1	UTM ETRS 89 USO 30	681.438	4.608.307
Sondeo 2	UTM ETRS 89 USO 30	681.444	4.608.321
Sondeo 3	UTM ETRS 89 USO 30	681.485	4.608.322
Sondeo 4	UTM ETRS 89 USO 30	681.450	4.608.306

*\*Cota Z asimilada a 0.00 entendiéndose todos los sondeos a la misma cota*

**TABLA 2.2 Coordenadas puntos de reconocimiento**

A efectos de facilitar la localización de los puntos de reconocimiento se adjunta un plano en el anejo 3, así como una serie de fotografías en el anejo 6 de este mismo informe, complementadas con las indicaciones del apartado 1.1.

### **1.3.2.- Trabajos de laboratorio**

Después de la obtención de las muestras representativas de los materiales diferenciados en los puntos de reconocimiento, se procede a colocarlas en sus respectivas bolsas, para su inmediato precintado y siglado identificativo de su origen. En un plazo menor de 24 horas se procede a su traslado al laboratorio encargado de realizar los ensayos correspondientes.

En el caso que nos ocupa el laboratorio encargado de la realización de los ensayos es Control 7 s.a.u laboratorio que cuenta con las debidas acreditaciones en vigor (Geotecnia ensayos de campo y Geotecnia ensayos de laboratorio), y sobrada experiencia en el campo de la determinación de todo tipo de parámetros geotécnicos.

### **1.3.3.- Trabajos de gabinete**

Han consistido en lo siguiente:

- Recopilación de la información geográfica y geológica, existente sobre la zona de estudio.
- Análisis e interpretación de resultados obtenidos en los trabajos de campo.
- Realización del perfil litológico de los sondeos, con sus correspondientes gráficos (Anejo 4).
- Análisis y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio, e interpretación de los resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Redacción del informe.

## **2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS**

### **2.1.- GEOLOGÍA GENERAL**

La zona estudiada se localiza en el centro de la Depresión del Ebro. Ésta última presenta una forma aproximadamente triangular, constituyendo un relieve topográficamente más deprimido que las grandes alineaciones montañosas que la rodean, tales como los Pirineos al Norte, la Cordillera Ibérica al Suroeste y la Cadena Costero-Catalana al Este.

La formación de la Depresión del Ebro tiene su origen a finales del Eoceno, posteriormente a las primeras fases del plegamiento pirenaico, y que en episodios más tardíos se rellenó por materiales procedentes de estas zonas elevadas.

La sedimentación de la Cuenca fue marina al comienzo del Terciario, pero a finales del Eoceno hubo una regresión que provocó la instauración de un régimen de carácter endorreico. Durante el Mioceno la sedimentación se produce en medios continentales, que abarcan desde facies de abanicos aluviales, en los márgenes de la cuenca (con litofacies de conglomerados, areniscas, etc.), hasta playa-lake en el centro de la misma (depósitos carbonatados, yesíferos y salinos).

En etapas posteriores la cuenca se convirtió de endorreica en exorreica, debido a diferentes episodios tectónicos, pasando a un régimen erosivo que se ha mantenido hasta el presente. Debido a la captura de la red de drenaje por el río Ebro que se abrió paso al Mediterráneo a través de la Cadena Costero-Catalana.

La red fluvial así instalada ha provocado durante el Cuaternario la erosión de los materiales terciarios y una sedimentación aluvial muy importante ligada a los grandes ríos (terrazas fluviales), y por otro controlada por los relieves terciarios circundantes, por lo que quedan enlazados con los cauces fluviales (glacis y conos de deyección).

Las terrazas fluviales se forman debido a los desplazamientos laterales del río en sus fases de estabilidad, y que en diferentes episodios se suceden de forma escalonada. Los conos de deyección se producen a la salida de barrancos que quedan colgados respecto de la



zona de valle aluvial como consecuencia de un rápido encajamiento del río. De este modo se produce en su desembocadura una morfología de cono que tiene su ápice sensiblemente más elevado que la zona de abanico propiamente dicho. Generalmente los conos de deyección se superponen a las terrazas aunque en determinados casos pueden quedar enlazados sin solución de continuidad.

## 2.2.- CARACTERES LITOLÓGICOS

Del apartado anterior y por los trabajos de campo realizados, se deduce que los materiales que nos vamos a encontrar en la zona de estudio pertenecen al *Cuaternario*, y más concretamente a una zona de materiales pertenecientes a conos de deyección que tienen su origen en la desembocadura de los barrancos situados en la zona de escarpes al Sur de la calle objeto de estudio bajo los que se disponen materiales aluviales de una terraza alta del río Ebro.

Las litologías encontradas bajo el subsuelo de la parcela, son el resultado de los procesos de erosión de las formaciones yesíferas situadas al Sur de la zona de estudio. En las épocas de avenidas importantes, los materiales arrastrados a través barrancos y vales en condiciones confinadas, llegan a una zona de desagüe, más baja y sensiblemente horizontal, en que se pueden abrir libremente originando depósitos en forma de lóbulos. Estas morfologías se pueden seguir en foto aérea a lo largo del contacto entre el relieve o escarpe terciario situado al Sur, y la terraza alta del río Ebro. La extensión de los abanicos depende directamente de la intensidad de los procesos de erosión y transporte que a su vez están relacionados con el relieve del área fuente o área de aporte.

Así pues los materiales que nos vamos a encontrar son limos, y limos con cantos con abundantes concentraciones de yeso poco firmes.

Por debajo de estos materiales encontramos depósitos de terrazas altas del río Ebro, que se mezclan en las zonas superiores con los limos de los conos de deyección. Los materiales constituyentes de estas terrazas son fundamentalmente gravas de cantos redondeados y matriz arenosa.

La parcela de estudio se encuentra en la zona de abanicos coluviales sobre una terraza alta del río Ebro, tal y como se aprecia en el plano de localización geológica adjunto (Anejo 2), basado en el mapa geológico del ITGE 1:50.000, hoja 384, perteneciente a Fuentes de Ebro.

## 2.3.- CARACTERES GEOMORFOLÓGICOS

Al encontrarse dentro de la zona de influencia tan importante, como es el río Ebro, gran parte de las características morfológicas vienen condicionadas por los procesos de erosión y sedimentación del mismo así como los asociados a su dinámica, ya sea presente o pasada.

Una de las principales es la de presentarse a modo de "terrazas", es decir en niveles sucesivamente escalonados a partir del río. Esto se debe a diferentes oscilaciones del nivel de base (debidos a cambios eustáticos, climáticos, etc.), lo cual permite la alternancia de varios ciclos de erosión/sedimentación, y el consiguiente encajamiento del cauce.



En esta zona del río se han diferenciado varios niveles de terraza, según diversos investigadores, que se disponen en bandas alargadas paralelas al lecho actual y diferenciadas por la presencia de un escarpe, más o menos neto entre cada dos de ellas. Los mecanismos de erosión hacen que el reparto superficial no sea simétrico a ambas márgenes del cauce pudiendo estar mayor representadas en una de ellas.

Las terrazas bajas, que han sido las últimas en formarse, se encuentran bien desarrolladas y conservadas. Por el contrario las medias y altas aparecen de modo discontinuo y en algunos casos colgadas, al estar bisectadas por la red de barrancos y vales generados con posterioridad. En una de las terrazas altas es donde se encuentra la parcela de estudio.

A su vez este encajamiento del sistema de terrazas genera un escarpe con los materiales Terciarios constituidos por arcillas y yesos que aparecen en los alrededores de la zona estudiada. A favor de este desnivel se producen una serie de depósitos en forma de conos de deyección a la salida de los valles de la red fluvial secundaria (río Ebro, "vales" y barrancos), fácilmente reconocibles en foto aérea.

Estas acumulaciones de materiales coluviales se presentan en morfologías lobulares y planta con forma de abanico, de mayor potencia en la zona central y cercana al ápice del abanico, desarrollado a partir de la desembocadura del barranco, la potencia disminuye de forma suave creando un perfil en cuesta desde las zonas distales a la zona del ápice, que coincide con la zona de recarga del sistema sedimentario. Estos depósitos generalmente se desarrolla en sucesivas fases de acumulación de materiales superpuestos. Encontrando siempre los materiales de mayor granulometría en la zonas próximas a los relieves o área fuente.

Cobra importancia también en las inmediaciones de la localidad las formas y depósitos de origen mixto, es decir que en su consecución han participado diversos procesos. Se trata de glácis de erosión, de acumulación y valles de fondo plano ("vales").

#### 2.4.- CARACTERÍSTICAS HIDROLOGICAS/HIDROGEOLOGICAS (NIVEL FREÁTICO)

El bajo-medio índice pluviométrico de la zona de estudio, así como la permeabilidad variable de las formaciones naturales, condicionan una hidrología con desarrollo predominante de la escorrentía superficial, a favor de los principales colectores naturales, ríos y barrancos. Es por este motivo que el agua tiende a acumularse en la zona superficial, infiltrándose hacia el interior, y pudiéndoles dotar de un contenido en humedad natural elevado.

En la tabla 3 se recogen las profundidades de aparición del nivel freático, o indicios de existencia, en los puntos de reconocimiento efectuados.

<i>Punto de reconocimiento</i>	<i>Profundidad reconocida (metros)</i>	<i>Prof. Nivel freático desde boca de sondeo (metros) (24/10/16)</i>
Sondeo 1	9.60	No reconocido
Sondeo 2	15.30	12.30 m
Sondeo 3	9.60	No reconocido
Sondeo 4	15.00	12.30 m

TABLA 3. Profundidad del Nivel freático

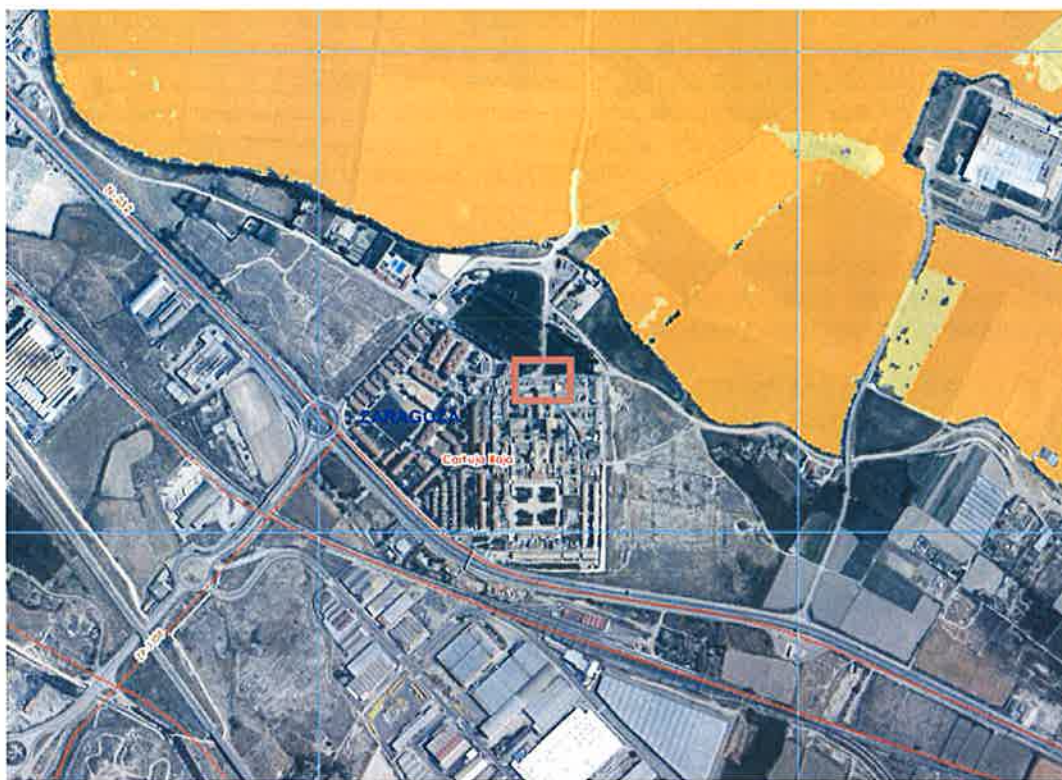
El acuífero principal de la zona de estudio es el del río Ebro que transcurre por las gravas infrayacentes y que va a estar sometido a variaciones estacionales y de política de riegos. Los trabajos de campo se han llevado a cabo con los niveles freáticos bajos, de modo que se esperan ascensos ligados con los periodos de riegos intensos y crecidas del Ebro que actuará como cedente en estos últimos casos.

## 2.5.- RIESGOS GEOLOGICOS

### 2.5.1.- Inundaciones

La parcela se encuentra en una zona que se puede catalogar a priori como "no inundable" debido a la diferencia de cota de la misma con un cauce actual. La cartografía de zonas inundables, se pueden consultar en la dirección web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, y en la figura siguiente (en colores la lámina de inundación de T=500 años):

<http://sig.magrama.es/snczi/visor.html?herramienta=DPHZI>



En la actualidad un problema añadido de este tipo puede ser debido a encharcamientos debidos a lluvias intensas o un funcionamiento deficiente de los sistemas de abastecimiento y/o saneamientos propios de la red de la propia urbanización del barrio.



### 3.- GEOTECNIA

Este capítulo hace referencia a las características geotécnicas de los terrenos sobre los que se ubican las estructuras de estudio.

#### 3.1.- CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

##### 3.1.1.- Resultados Obtenidos

##### **3.1.1.1.- Sondeos mecánicos con recuperación de testigo**

Se han llevado a cabo cuatro sondeos con recuperación de testigo hasta una profundidad máxima de 15.30 metros, en el cual se han realizando ensayos de penetración tipo SPT (Standard Penetration Test) en función de la variación del avance de la perforación. Habida cuenta de la presencia de un geólogo de la empresa Control 7 s.a.u., a pie de sondeo durante la realización de los trabajos de campo, se ha podido ir adecuando la cadencia de ensayos y tomas inicialmente expuesta a las exigencias del terreno en relación con las posibles cotas de cimentación.

El tipo de sonda utilizada ha sido de tipo rotativo, modelo Tecoinsa TP-50, montada sobre camión. La unidad va equipada con un sistema de golpeo Tecoinsa que cumple las normas UNE 103.800, y UNE 103.801, así como lo requerido en la toma de muestras inalteradas para la acreditación GTC, ensayos y pruebas "in situ" en suelos.

Por otro lado, el testigo es de tipo continuo en la totalidad de los metros de sondeo realizados, a efectos de describir la columna estratigráfica local, pudiéndose comprobar sus características en el anejo fotográfico 4 de este informe, donde se presentan las cajas con el material recuperado ordenadas por profundidades.

La perforación se ha llevado a cabo con baterías simples y en seco, con diámetro de 101 milímetros. A partir de la testificación, se ha elaborado una representación gráfica (anexo 4) donde se indica la fecha de inicio y fin de los trabajos, así como su ubicación, cota, tipo de perforación con su diámetro, el espesor de cada tramo litológico atravesado con su descripción y la profundidad a que se han tomado los testigos plastificados. Las profundidades de sondeo han sido las siguientes:

Sondeos				
Número	Profundidad reconocida (m)	SPT	Muestras inalteradas	Muestras de agua
Sondeo 1	9.60	4	3	1
Sondeo 2	15.30	6	3	-
Sondeo 3	9.60	3	1	-
Sondeo 4	15.00	6	1	-

El perfil del terreno deducido del testigo del sondeo, se adjunta en el anexo nº 4 de este informe, indicando tramos diferenciados, profundidad y golpes de los SPT y cota del nivel freático a día 24 de Octubre de 2016.

### Ensayos SPT

El ensayo SPT es uno de los denominados "in situ". Se efectúa tomando el número de golpes necesarios para introducir 30 cts. una puntaza de 2" de diámetro, con un ángulo de 60° en punta, al ser golpeada con una maza de 63.5 Kg., desde una altura de caída libre de 75 cmts. Para realizar el ensayo en primer lugar se realiza la limpieza del fondo del sondeo, procediéndose a la hincada de 15 cmts. que no se contabilizan ya que se estima que esta zona está alterada por las labores de perforación. A continuación se realiza el ensayo según lo anteriormente establecido, del cual se obtiene a su vez una muestra representativa del material atravesado, en las zonas granulares la puntaza utilizada ha sido de tipo ciego. Se ha considerado rechazo (R) cuando el golpeo es igual o superior a 50 golpes para introducir un tramo de 15 cmts. A continuación se muestra una tabla en la que se indican las profundidades a las que se han efectuado los ensayos, los resultados, el número SPT (N), los materiales en los que se han llevado a cabo y una primera aproximación a la compacidad (según Hunt, 1984) de los mismos.

Sondeo nº	Profundidad (metros)	SPT	N (nº SPT)	Material	Compacidad – Consistencia (Hunt 1984)
S-1	1.80 a 2.40	3/5/7/8	12	Limos	Media
	3.60 a 4.20	5/6/16/20	22	Gravillas	Medianamente densa
	6.00 a 6.60	15/7/11/15	18	Limos	Media
	8.00 a 8.28	35/50R	50R	Gravas	Muy densa

Sondeo nº	Profundidad (metros)	SPT	N (nº SPT)	Material	Compacidad – Consistencia (Hunt 1984)
S-2	1.80 a 2.40	2/4/6/8	10	Limos	Suelta
	3.60 a 4.20	3/4/5/10	9	Limos	Suelta
	6.60 a 7.20	15/22/32/37	54	Gravas	Muy densa
	9.00 a 9.60	29/28/26/38	54	Gravas	Muy densa
	12.00 a 12.60	13/10/9/6	19	Gravas	Medianamente densa
	14.70 a 15.30	6/7/7/9	14	Gravas	Medianamente densa

Sondeo nº	Profundidad (metros)	SPT	N (nº SPT)	Material	Compacidad – Consistencia (Hunt 1984)
S-3	1.20 a 1.80	1/1/2/1	3	Limos	Muy Suelta
	6.00 a 6.60	8/9/11/14	20	Limos	Media
	9.00 a 9.60	29/42/43/50 R	85	Gravas	Muy densa

Sondeo nº	Profundidad (metros)	SPT	N (nº SPT)	Material	Compacidad – Consistencia (Hunt 1984)
S-4	1.80 a 2.40	2/3/4/5	7	Limos	Suelta
	3.00 a 3.60	3/4/5/7	9	Gravillas	Suelta
	6.00 a 6.60	5/7/10/17	17	Limos	Media
	9.020 a 9.26	26/50R	50R	Gravas	Muy densa
	12.00 a 12.28	48/50R	50R	Gravas	Muy densa
	14.40 a 15.00	15/10/8/7	18	Gravas	Medianamente densa

Tabla 4.1 Resumen ensayos de sondeo (SPT)

Los ensayos SPT se llevan a cabo en combinación con la toma de muestras inalteradas mediante la hincas por golpeo de un tomamuestras homologado. A continuación se facilitan los golpes para hincar los 60 centímetros de la "cuchara" que a su vez dan una orientación de la resistencia ofrecida por el material. A continuación se ofrecen los golpes y muestras inalteradas obtenidas en los sondeos.

Sondeo nº	Profundidad (metros)	Golpeos	Material
S-1	1.20 a 1.80	5/5/5/3	Limos
	3.00 a 3.60	8/5/4/3	Limos
	5.40 a 6.00	6/8/16/13	Limos
S-2	1.20 a 1.80	5/3/5/6	Limos
	3.00 a 3.60	6/6/13/8	Limos
	6.00 a 6.60	7/11/16/13	Limos
S-3	3.00 a 3.60	1/2/2/8	Limos
S-4	1.20 a 1.80	3/5/5/3	Limos

Tabla 4.2. Resumen ensayos de sondeo (Muestras inalteradas)

### 3.1.1.2.- Ensayos de laboratorio

Durante las labores de descripción de los materiales atravesados se han diferenciado una serie de tramos de características litológicas-geotécnicas homogéneas, de las cuales se han seleccionado las más representativas para proceder a los ensayos de identificación y estado en el laboratorio. La relación de ensayos llevados a cabo y la metodología utilizada es la siguiente:

- **Preparación** de muestra para los ensayos de suelos, UNE 103.100
- **Granulometría** de suelos por tamizado, UNE 103.101
- **Límite líquido** por el método de la cuchara, UNE 103.103
- **Límite plástico**, UNE 103.104
- **Agresividad** de suelos al hormigón, criterio de la EHE (UNE 83963)
- **Agresividad** de suelos al hormigón, criterio de la EHE (UNE 83956: 2008)
- **Corte Directo UU** en suelos (UNE 103.401:98)

- **Consolidación unidimensional en edómetro**, UNE 103.405
- **Ensayo de colapso** en suelos NLT 254
- **Humedad** por secado en estufa UNE 103.300
- Determinación de la **densidad** de un suelo. Método balanza hidrostática UNE 103.301

En el anejo 5 el resumen de los boletines de los ensayos realizados, según las especificaciones reseñadas en las correspondientes Normas. De los resultados obtenidos se ha procedido a la clasificación de la muestra ensayada según Casagrande y otras clasificaciones. En la tabla 5 se indican los ensayos efectuados desglosados por muestras y agrupados por unidades geotécnicas.

Número	Tipo Muestreo	Tipo material	%H	Densidad	Col	Edo	CD UU	Granulo	Limites	Agresividad
170850	MI	S-1 1,20 a 1,80	1	1	1	1	1	1	1	1
170851	SPT	S-1 1,80 a 2,40	1							
170852	MI	S-1 3,00 a 3,60	1	1	1	1	1	1	1	1
170853	SPT	S-1 3,60 a 4,20	1							
170854	MI	S-1 5,40 a 6,00	1	1				1	1	1
170855	SPT	S-1 6,00 a 6,60	1							
170856	MA	S-1 8,00 a 8,30	1					1	1	1
170857	MI	S-2 1,20 a 1,80	1	1	1	1	1	1	1	1
170859	SPT	S-2 1,80 a 2,40	1							
170860	MI	S-2 3,00 a 3,60	1	1	1	1	1	1	1	1
170861	SPT	S-2 3,60 a 4,20	1							
170862	MI	S-2 6,00 a 6,60	1	1				1	1	1
170863	SPT	S-2 6,60 a 7,20	1							
170864	MA	S-2 9,00 a 9,60	1					1	1	1
TOTAL			14	6	4	4	4	8	8	8

Tabla 5. Ensayos de laboratorio realizados

### 3.1.2.- Caracterización de las Unidades Geotécnicas

Desde el punto de vista geológico podemos diferenciar una serie de Unidades Geotécnicas (en adelante UG), bajo las que se agrupan los materiales estudiados en el subsuelo de la parcela. De este modo, la diferenciación se ha hecho atendiendo a criterios morfogenéticos comunes. Esto es, cada unidad geotécnica comprende materiales depositados o generados, bajo un mismo ambiente principal, que se ve afectado por procesos comunes.

En la tabla 6 se refleja el perfil tipo establecido para la zona de estudio. A partir de éste, en el anejo 7, se ofrece una posible correlación lateral y en profundidad, de los diferentes niveles encontrados, basada en las observaciones de campo, puntos de

reconocimiento, y criterio geológico de nuestros técnicos. Dicha correlación puede estar sujeta a pequeñas variaciones puntuales que no hayan podido ser detectadas en la campaña de campo llevada a cabo.

<i>Unidad Geotécnica</i>	<i>Naturaleza del material</i>	<i>Subdivisión</i>	<i>Denominación del material</i>
UG <sub>rell</sub>	Rellenos	UG <sub>rell</sub> tramo 1	Asfalto
		UG <sub>rell</sub> tramo 2	Zahorras
UG <sub>rec</sub>	Recubrimientos	UG <sub>rec</sub> tramo 1	Limos marrones oscuros
UG <sub>gla</sub>	Cono de deyección	UG <sub>gla</sub> tramo 1	Limos yesíferos
		UG <sub>gla</sub> tramo 2	Gravillas de yeso
UG <sub>terr</sub>	Terraza	UG <sub>terr</sub> tramo 1	Gravas

**TABLA 6. Perfil tipo**

En la tabla 9 se adjuntan los espesores y profundidades de aparición de las diferentes Unidades Geotécnicas del perfil tipo para cada punto de reconocimiento directo.

	<i>Nivel/Tramo</i>		<i>Descripción</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Espesor</i>
	<b>Sondeo 1</b>	UG <sub>rell</sub>	Tramo 1	Asfalto	0.00 a 0.15
Tramo 2			Zahorras	0.15 a 0.30	0.15
UG <sub>rec</sub>		Tramo 1	Limos marrones oscuros	0.30 a 1.70	1.40
UG <sub>gla</sub>		Tramo 1	Limos yesíferos	1.70 a 4.00	2.30
		Tramo 2	Gravillas de yeso	4.00 a 4.60	0.60
		Tramo 1	Limos yesíferos	4.60 a 6.80	2.20
UG <sub>terr</sub>		Tramo 1	Gravas	6.80 a 9.60	2.80

<b>Sondeo 2</b>	<b>Nivel/Tramo</b>		<b>Descripción</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Espesor</b>
	UG <sub>rell</sub>	Tramo 1	Asfalto	0.00 a 0.15	0.15
		Tramo 2	Zahorras	0.15 a 0.30	0.15
	UG <sub>rec</sub>	Tramo 1	Limos marrones oscuros	0.30 a 1.80	1.50
	UG <sub>gla</sub>	Tramo 1	Limos yesíferos	1.80 a 3.30	1.50
		Tramo 2	Gravillas de yeso	3.30 a 3.60	0.30
		Tramo 1	Limos yesíferos	3.60 a 4.10	0.50
		Tramo 2	Gravillas de yeso	4.10 a 4.30	0.20
		Tramo 1	Limos yesíferos	4.30 a 4.70	0.40
		Tramo 2	Gravillas de yeso	4.70 a 6.00	1.30
UG <sub>terr</sub>	Tramo 1	Gravas	6.00 a 6.80	0.80	
	UG <sub>terr</sub>	Tramo 1	Gravas	6.80 a 15.30	8.50

<b>Sondeo 3</b>	<b>Nivel/Tramo</b>		<b>Descripción</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Espesor</b>
	UG <sub>rell</sub>	Tramo 1	Asfalto	0.00 a 0.15	0.15
		Tramo 2	Zahorras	0.15 a 0.30	0.15
	UG <sub>rec</sub>	Tramo 1	Limos marrones oscuros	0.30 a 1.80	1.50
	UG <sub>gla</sub>	Tramo 1	Limos yesíferos	1.80 a 3.50	1.70
		Tramo 2	Gravillas de yeso	3.50 a 4.40	0.90
		Tramo 1	Limos yesíferos	4.40 a 7.30	2.90
UG <sub>terr</sub>	Tramo 1	Gravas	7.30 a 9.60	2.30	

<b>Sondeo 4</b>	<b>Nivel/Tramo</b>		<b>Descripción</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Espesor</b>
	UG <sub>rell</sub>	Tramo 1	Asfalto	0.00 a 0.15	0.15
		Tramo 2	Zahorras	0.15 a 0.30	0.15
	UG <sub>rec</sub>	Tramo 1	Limos marrones oscuros	0.30 a 2.10	1.80
	UG <sub>gla</sub>	Tramo 1	Limos yesíferos	2.10 a 3.00	0.90
		Tramo 2	Gravillas de yeso	3.00 a 4.50	1.50
		Tramo 1	Limos yesíferos	4.50 a 6.60	2.10
UG <sub>terr</sub>	Tramo 1	Gravas	6.60 a 15.00	8.40	

**TABLA 7. Profundidad y espesor de las UG.**

Las características básicas del perfil tipo que compone el subsuelo de la parcela se recogen en la tabla 8. En la misma se ofrecen los parámetros geotécnicos básicos, diferenciando los que se toman directamente a partir de ensayos y los que se ofrecen a partir

de correlaciones comúnmente aceptadas y obtenidas mediante el programa informático Dynamic probing 2005. Éste, permite el procesado de los datos recabados en campo aplicando una serie de correlaciones indirectas basadas en los trabajos de varios autores de prestigio (Peak, Hanson, Thornburn, Meyerhof, Gibbs y Holtz) siempre después de experiencias geológicas adquiridas en la zona.

Nivel/Tramo	Material	Angulo de Roz. Interno	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo de deformación (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad humeda gr/cm <sup>3</sup>	Humedad (%)	Hinchamiento	Colapso (%)	
UG <sub>rell</sub>	Tr 1	Asfalto	-	-	-	-	-	-	
	Tr 2	Zahorras	-	-	-	-	-	-	
UG <sub>rec</sub>	Tr 1	Limos marrones oscuros	27-31°	0.28-0.30	150 <sub>(3)</sub>	1.69-1.73	3.7-19.3	No	2.11-3.50
UG <sub>gla</sub>	Tr 1	Limos yesíferos	30-36°	0.17-0.31	150 <sub>(3)</sub>	1.79	3.7-4.4	No	1.47-3.12
	Tr 2	Gravillas de yeso	36° <sub>(1)</sub>	0.00 <sub>(2)</sub>	250 <sub>(3)</sub>	1.90 <sub>(4)</sub>	4.4	No	No
UG <sub>terr</sub>	Tr 1	Gravas	38° <sub>(1)</sub>	0.00 <sub>(2)</sub>	500 <sub>(3)</sub>	2.35 <sub>(4)</sub>	2.0-3.4	No	No

- (1) Correlación de Meyerhof  
 (2) Peck-Hanson-Thornburn- Meyerhof 1956  
 (3) Malcev  
 (4) Correlación de Meyerhof et altri  
 (5) Vallejo et al

**TABLA 8. Características geotécnicas básicas de las UG.**

A continuación se ofrece una descripción detallada para cada unidad geotécnica, así como para cada tramo en que se subdividen:

**Unidad Geotécnica Rellenos (UG<sub>rell</sub>):** En todos los sondeos se han encontrado unos rellenos que forman parte de los materiales integrantes de la urbanización de las calles de La Cartuja. Se han detectado espesores poco potentes de asfalto y zahorra natural por debajo, como norma hasta los -0.30 metros de profundidad.

**Unidad Geotécnica Recubrimientos (UG<sub>rec</sub>):** En todos los sondeos hemos encontrado bajo la urbanización de las calles unos recubrimientos de tonos marrones oscuros que se diferencian por ese color y por un ligero contenido mayor en arcillas que la capa infrayacente. Se trata de unos limos marrones oscuros con cantos dispersos y eflorescencias salinas blanquecinas filamentosas.

Los ensayos de laboratorio (ver anejo 5) muestran unos materiales muy húmedos, sobre todo en la zona del sondeo 1, y con un potencial de colapso muy alto que incluso

sobrepasa el 3.50 %, lo cual supone un potencial de pérdida de volumen si le entra agua muy alto, afectando a todo lo que tenga apoyado por encima.

Es un material que no presenta dificultad a ser ripado y excavado, con medios mecánicos habituales (retro giratoria). De cara a las cimentaciones y recalces de estructuras con hormigón y según los criterios determinados en la EHE (Capítulo II, artículo 8º), se ha determinado que este nivel **sí** presenta agresividad al hormigón, **en grado Qb**

**Unidad Geotécnica Cono de deyección (UG<sub>gla</sub>):** En todos los sondeos hemos encontrado bajo estos recubrimientos superiores, un paquete de materiales que integran el cuerpo de los depósitos de cono de deyección, que citábamos en el encuadre geológico de la zona. Se trata básicamente de limos yesíferos con intercalaciones de gravillas de yesos.

El estudio de los limos según los ensayos de laboratorio (ver anejo 5) muestran unos materiales moderadamente húmedos, sobre todo en la zona del sondeo 1, y con un potencial de colapso muy alto que incluso sobrepasa el 3.00 %, lo cual supone un potencial de pérdida de volumen si le entra agua muy alto, afectando a todo lo que tenga apoyado por encima. En el sondeo 3 este material sí que está muy húmedo y blando.

Es un material que no presenta dificultad a ser ripado y excavado, con medios mecánicos habituales (retro giratoria). De cara a las cimentaciones y recalces de estructuras con hormigón y según los criterios determinados en la EHE (Capítulo II, artículo 8º), se ha determinado que este nivel **sí** presenta agresividad al hormigón, **en grado Qb**

**Unidad Geotécnica Terraza (UG<sub>terr</sub>):** En los sondeos se han reconocido una serie de depósitos de recubrimiento cuaternario aluvial pertenecientes a una terraza baja del río Ebro, formados por gravas de cantos redondeados poligénicos heterométricos, con bolos, matriz arenosa poco limosa marrón clara. Tramo seco de compacidad elevada, que a partir de la aparición del nivel freático se saturan y ofrecen menor resistencia a la penetración.

Atendiendo a la estructura de la capa es esperable una deformabilidad baja ante tensiones de servicio moderadas a altas, con módulos de deformación altos de en torno a 500 Kg/cm<sup>2</sup>.

No se esperan fenómenos de hinchamiento importantes que puedan afectar al tramo, puesto que la nula plasticidad es un claro indicador de la ausencia de estos fenómenos. Igualmente, debido a la escasa proporción de elementos solubles reconocidos en la estructura del suelo, y al elevado grado de saturación del tramo, no se esperan fenómenos de colapso por disolución.

A tenor de los resultados de los ensayos de penetración llevados a cabo y correlaciones comúnmente aceptadas el tramo presenta una densidad moderada a alta, con valores de 2.35 gr/cm<sup>3</sup> en densidad húmeda.

Es un material que no presenta dificultad a ser ripado y excavado, con medios mecánicos habituales (retro giratoria). De cara a las cimentaciones de estructuras con hormigón y según los criterios determinados en la EHE (Capítulo II, artículo 8º), se ha determinado que este nivel **no** presenta agresividad al hormigón.



#### 4.- CONCLUSIONES

A petición del **Área de Urbanismo y Sostenibilidad del Gobierno de Zaragoza**, se nos encomienda la realización del reconocimiento geológico-geotécnico del subsuelo del terreno sobre el que se levanta desde el siglo XVII el edificio de la Portería de la Cartuja considerado Bien de Interés Cultural (BIC).

El objeto del estudio pretende conocer la sucesión de materiales existentes en profundidad bajo la parcela así como las características geotécnicas de éstos, para determinar, su posible contribución en la formación de una serie de patologías que sufre el edificio de reciente restauración.

El edificio objeto de estudio se localiza en la cara norte del recinto que ocupaba la Cartuja baja en la localidad de Zaragoza. Constituía desde su construcción la puerta de entrada del recinto amurallado de la orden monástica. En el año 2010 se inicia el proceso que da lugar a las tareas de restauración que se dejaron sin terminar debido a la aparición de un importante conjunto de patologías en forma de grietas que rompían solados, paredes y baldosas.

Como consecuencia de ello se nos encargan una serie de trabajos de investigación y determinación de soluciones técnico constructivas valoradas, dentro de los cuales se enmara este estudio del terreno. Cuyo principal objetivo es servir de base al apartado técnico del trabajo.

El terreno bajo el edificio y las calles que lo rodean, está compuesto por un paquete de materiales colapsables de un espesor cercano a los 7.00 metros, bajo los que aparecen las gravas del río Ebro muy firmes.

En el anejo 7 se ofrece una posible correlación geotécnico-geológica, basada en los datos obtenidos en la campaña de campo, criterios geológicos y geomorfológicos. Ésta se adjunta a título informativo con el fin de facilitar la comprensión del perfil tipo de la zona estudiada.

De este modo se han descrito terrenos que llegan a presentar un potencial de colapso del 3.50 %, en un espesor razonable como para que el edificio apoye en ellos, según las técnicas constructivas de la época en que se levantó.

A su vez según el perfil de humedades (ver anejo 5) se aprecia como las capas más superficiales se encuentran más húmedas que las profundas, lo cual indica que pese al asfalto y hormigón de las aceras el agua ha entrado o está entrando en la capa.

El nivel freático se encuentra a 12.30 metros ligado al acuífero de la terraza del Ebro, sometido a variaciones estacionales y dependientes de la política de riegos local. Por lo que no se cree que el acceso de aguas al paquete colapsable pueda venir del nivel freático local.

Así pues y dado que todavía le queda un remanente potencial de colapso al terreno (ver ensayos de colapos sobre muestra inalterada), pese a su humedad, el proceso se puede reactivar en cualquier momento siempre que se produzca acceso de aguas al terreno.



De este modo, atendiendo al criterio geológico-geotécnico, habrá que comprobar si el edificio se sigue moviendo en la actualidad. A partir de allí se podrá valorar si no se realizan actuaciones de consolidación, en cuyo caso si se reactiva el proceso de colapso las patologías muy posiblemente se vuelvan a presentar. Y si se decide actuar sobre el conjunto paquete colapsable – Edificio, se deberá buscar una solución técnica de recalce que transmita la carga sobre las gravas de la terraza del Ebro, bien mediante inyecciones o bien mediante micropilótes con diferentes sistemas de anclaje al edificio.

Zaragoza, Noviembre de 2016

Fdo: **Javier Gracia Abadías**

*Geólogo*

*Colegiado nº 1683*

**Director de Laboratorio**

Fdo: **Sergio Gaspar Calvo**

*Geólogo*

*Colegiado nº 3673*

**Jefe del departamento de Geotecnia**

*El presente informe consta de 19 páginas de memoria técnica correlativamente numeradas, una cartografía de localización general, un mapa geológico, un plano de localización de ensayos de campo, 22 hojas de actas de resultados de ensayos de laboratorio, 4 estadillos de testificación de sondeos, un anejo fotográfico y un anejo de correlaciones geológico-geotécnicas respectivamente, todas ellas debidamente selladas y firmadas.*





**Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

**20**

## **5.-ANEJOS**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





**Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

**21**

## **Anejo 1: Mapas de situación geográfica**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA CARTUJA BAJA (ZARAGOZA)**



El edificio estudiado es el de la Portería de la Cartuja Baja (Zaragoza)



**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA CARTUJA BAJA (ZARAGOZA)**



Fachada Norte



Fachada Sur



El edificio estudiado es el de la Portería de la Cartuja Baja (Zaragoza)



Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

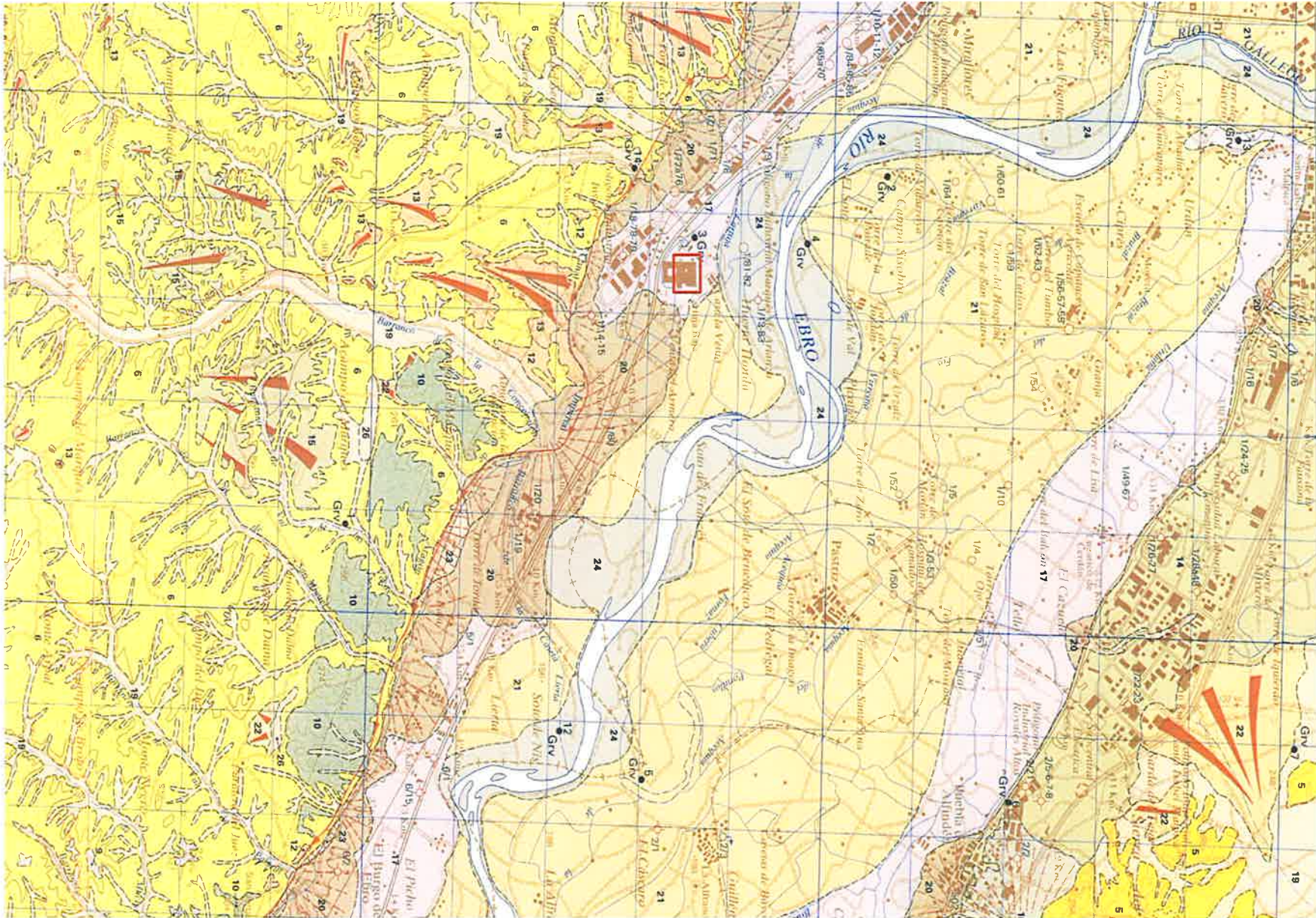
**24**

## **Anejo 2: Mapas de situación geológica**



Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179



**LOCALIZACIÓN GEOLOGICA GENERAL de  
la parcela en la localidad de La Cartuja Baja (Zaragoza)**

Basado en fotocopia de la hoja 384 del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (IGNIE) correspondiente a Fuentes de Ebro

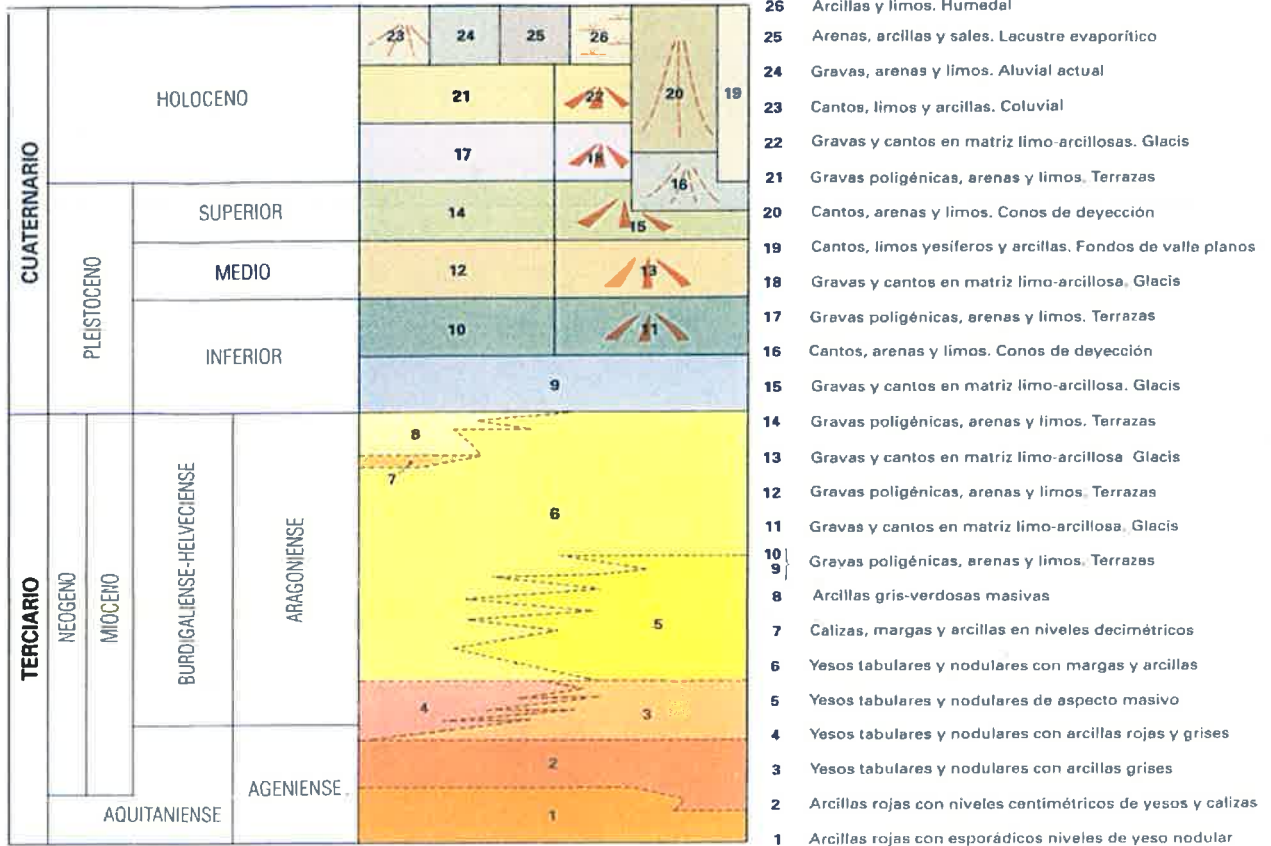




## LOCALIZACIÓN GEOLOGICA GENERAL de la parcela en la localidad de La Cartuja Baja (Zaragoza)

Basado en fotocopia de la hoja 384 del Mapa Geológico de España a escala 1:50,000 (IGME) correspondiente a Fuentes de Ebro

### L E Y E N D A





**Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

**27**

### **Anejo 3: Croquis de situación de trabajos de campo**

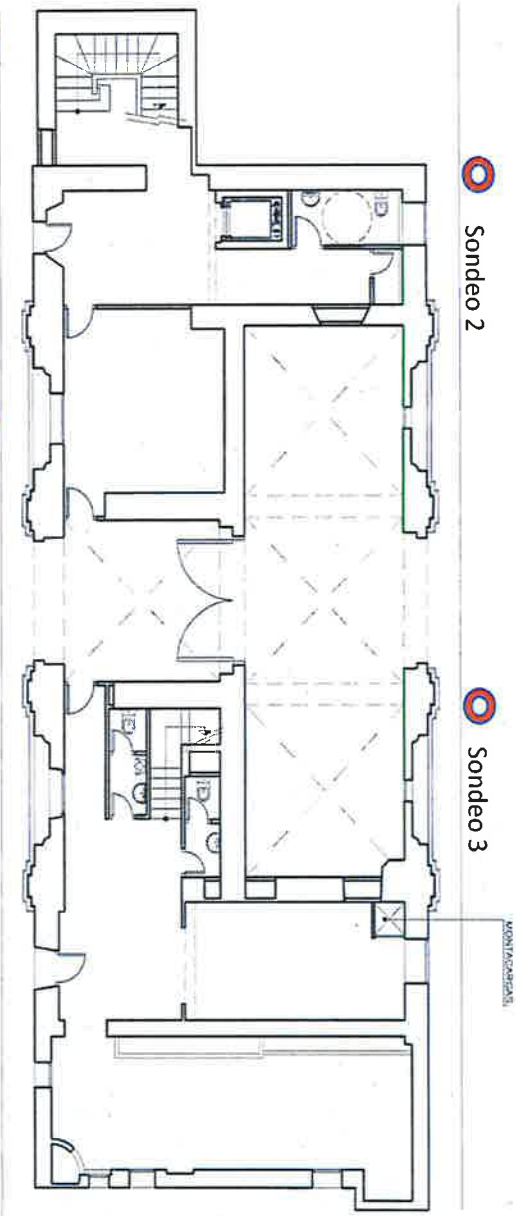


Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179



**PLANO DE LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS DE CAMPO**



**Sondeo de reconocimiento: S-1, S-2, S-3 y S-4**



**Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

**29**

#### **Anejo 4: Perfil del terreno, testificación de los sondeos**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179







Foto 1

**Sondeo 1**  
caja 1  
de 0.00 a 3.00 metros



Foto 2

**Sondeo 1**  
caja 2  
de 3.00 a 6,00 metros





Foto 3

**Sondeo 1**  
caja 3  
de 6.00 a 9.00 metros



Foto 4

**Sondeo 1**  
caja 4  
de 9.00 a 9.60 metros





ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código Acta: 170846  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2		Códigos Muestra  170846
	Tipo:		Tomada por:	

<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Toma de muestra en Sondeo/ Ensayo de penetración y toma de muestras con el penetrometro de toma de muestras estándar (SPT) / Toma de muestras de agua para análisis químico	XP P94-202 / UNE 103800:1992 / Anejo 8 de EHE

RESULTADOS OBTENIDOS

Batería	Tubería	Prof. mts	Cota mts	Espesor	Corte terreno	Descripción	Edad	Nivel	tramo	muestra, tipo y profundidad	Nivel freático	
B W 101 mm			0,00									
		1	-0,15	0,15		Hormigón		UGrel	TR 1			
			-0,30	0,15		Zahorras de aportación			TR 2			
		2	-1,80	1,50		Limos marrones oscuros con cantos dispersos y eflorescencias salinas blanquecinas filamentosas		UGrel	TR 1	MI.-1 1,20 a 1,80 m 3/3/5/6		
		3	-3,30	1,50		Limos yesíferos marrones claros húmedos, con eflorescencias salinas blanquecinas			TR 1	SPT.-1 1,80 a 2,40 m 2/4/6/8		
		4	-3,60	0,30		Gravillas de cantos angulosos calizos y yesíferos			TR 2	MI.-2 3,00 a 3,60 m 6/6/13/8		
		5	-4,70	0,20		Gravillas de cantos angulosos calizos y yesíferos			TR 2			
			-4,70	0,40		Limos yesíferos marrones claros húmedos, con eflorescencias salinas			TR 1	SPT.-2 3,60 a 4,20 m 3/4/5/10		
		6	-6,00	1,30		Gravillas de cantos angulosos calizos y yesíferos			TR 2			
		7	-6,80	0,80		Limos yesíferos marrones claros húmedos, con eflorescencias salinas blanquecinas			TR 1	MI.-3 6,00 a 6,60 m 7/11/16/13		
		8				Gravas de cantos redondeados poligénicos de tamaño milimétrico a centimétrico, con bolos dispersos, con matriz arenosa poco limosa de color marrón claro. De compactidad alta. Tramo seco hasta la aparición del nivel freático.	Cuaternario			SPT.-3 6,60 a 7,20 m 15/22/32/37	nf: -12,30 metros	
		9										SPT.-4 9,00 a 9,60 m 29/28/26/38
		10										
		11										
		12										
		13										
	14											
	15									SPT.-5 12,00 a 12,60 m 13/10/9/6		
	16		-15,30						SPT.-6 14,70 a 15,30 m 6/7/7/9			

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sittos) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza. Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494. CONTROL 7 S.A.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja 2-683, suscripción 1.ª - OF. A-30361179

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio   Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Area   Sergio Gaspar Calvo
--	--



Laboratorio Acreditado nº registro: HA (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000) SE (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000) SF (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000)  
Acreditación ENAC nº 384-LEB-19 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas de Consumo, Continentales y Residuales.





Foto 1

**Sondeo 2**  
caja 1  
de 0.00 a 3.00 metros



Foto 2

**Sondeo 2**  
caja 2  
de 3.00 a 6.00 metros





Foto 4

Sondeo 2  
caja 4  
de 9.00 a 12.00 metros



Foto 3

Sondeo 2  
caja 3  
de 6.00 a 9.00 metros





Foto 5

**Sondeo 2**  
caja 5  
de 12.00 a 15.30 metros





ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código Acta: 170847  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 3
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 3		Códigos Muestra  170847
	Tipo:		Tomada por: Ricardo / Javi	

<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Tomada de muestra en Sondeo/ Ensayo de penetración y toma de muestras con el penetrometro de toma de muestras estándar (SPT) / Toma de muestras de agua para análisis químico	XP P94-202 / UNE 103800:1992 / Anejo 8 de EHE

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Batería	Tubería	Prof. mts	Cota mts	Espesor	Corte terreno	Descripción	Edad	Nivel	Tramo	muestra, tipo y profundidad	Nivel freático		
B W 101 mm			0,00				Cuaternario	UGrec	TR 1		nif: -no reconocido		
			-0,15	0,15		Hormigón				TR 2			
		1	-0,30	0,15		Zahorras de aportación							
		2	-1,80	1,50		Limos marrones oscuros con cantos dispersos y eflorescencias salinas blanquecinas filamentosas				UGrec		TR 1	SPT.-1 1,20 a 1,80 m 1/1/2/1
		3	-3,50	1,70		Limos yesíferos marrones claros muy húmedos, con eflorescencias salinas blanquecinas				UGrec		TR 1	ML-1 3,00 a 3,60 m 1/2/2/8
		4	-4,40	0,90		Gravillas de cantos angulosos calizos y yesíferos				UGrec		TR 2	
		6	-7,30	2,90		Limos yesíferos marrones claros húmedos, con eflorescencias salinas blanquecinas				UGrec		TR 1	SPT.-2 6,00 a 6,60 m 8/9/11/14
		8	-9,60	2,30		Gravas de cantos redondeados poligénicos de tamaño milimétrico a centimétrico, con bolos dispersos, con matriz arenosa poco limosa de color marrón claro. De compacidad alta. Tramo seco.				UGterr		TR 1	SPT.-3 9,00 a 9,60 m 29/42/43/50R
		10											
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
	16												

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza, Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494. CONTROL 7 SAU. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja 2, 683, suscripción 1,3 - CIF: A-50361179

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Area  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Laboratorio Acreditado nº registro: HA (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000) SE (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000) SI (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000)  
Acreditación ENAC nº 384 LER-19 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas de Consumo, Continentales y Residuales.



Foto 1

**Sondeo 3**  
caja 1  
de 0.00 a 3.00 metros



Foto 2

**Sondeo 3**  
caja 2  
de 3.00 a 6.00 metros





Foto 3

**Sondeo 3**  
caja 3  
de 6.00 a 9.60 metros





<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>		Código Acta: 170848
		Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición N°:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 4
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 4		Códigos Muestra  170848
	Tipo:		Tomada por:	

<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Toma de muestra en Sondeo/ Ensayo de penetración y toma de muestras con el penetrometro de toma de muestras estándar (SPT) / Toma de muestras de agua para análisis químico	XP P94-202 / UNE 103800:1992 / Anejo 8 de EHE

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Batería	Tubería	Prof. mts	Cota mts	Espesor	Corte terreno	Descripción	Edad	Nivel	tramo	muestra, tipo y profundidad	Nivel freático	
B W 101 mm			0,00									
		1	-0,15	0,15		Hormigón		UGrec	TR 1			
			-0,30	0,15		Zahorras de aportación			TR 2			
		2	-1,10	1,80		Limos marrones oscuros con cantos dispersos y eflorescencias salinas blanquecinas filamentosas		UGrec	TR 1	MI.-1 1,20 a 1,80 m 3/5/5/3		
		3	-2,10	0,90		Limos yesíferos marrones claros húmedos, con eflorescencias salinas blanquecinas			TR 1	SPT.-1 1,80 a 2,40 m 2/3/4/5		
		4	-3,00	1,50		Gravillas de cantos angulosos calizos y yesíferos			TR 2	SPT.-2 3,00 a 3,60 m 3/4/5/7		
		5	-4,50					UGgla				
		6	-5,10	2,10		Limos yesíferos marrones claros húmedos, con eflorescencias salinas blanquecinas			TR 1			
		7	-6,60							SPT.-3 6,00 a 6,60 m 5/7/10/17		
		8						Cuaternario				
		9										
		10									SPT.-4 9,00 a 9,26 m 26/50R	
		11		8,40		Gravas de cantos redondeados poligénicos de tamaño milimétrico a centimétrico, con bolos dispersos, con matriz arenosa poco limosa de color marrón claro. Tramo seco hasta la aparición del nivel freático.			UGterr	TR 1		
		12									SPT.-5 12,00 a 12,28 m 48/50R	
		13									SPT.-6 14,40 a 15,00 m 15/10/8/7	
		14										
	15		-15,00									
	16											

mf: -12,20 metros



Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sikos) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza, Telf: 976 571227 - Fax: 976 573494, CONTROL 7 SAU, Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50361179

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Area  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Laboratorio Acreditado nº registro: HA (B.O.A. Nº 136 de 10/11/2000) SE (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000) SV (B.O.A. nº 136 de 10/11/2000)  
Acreditación ENAC nº 384 LE849 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas de Consumo, Contingentes y Residuales.



Foto 1

**Sondeo 4**  
caja 1  
de 0.00 a 3.00 metros



Foto 2

**Sondeo 4**  
caja 2  
de 3.00 a 6.00 metros







Foto 3

**Sondeo 4**  
caja 3  
de 6.00 a 9.00 metros



Foto 4

**Sondeo 4**  
caja 4  
de 9.00 a 12.00 metros





Foto 5

**Sondeo 4**  
caja 5  
de 12.00 a 15.00 metros





**Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

**Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

**Noviembre de 2016**

**44**

## **Anejo 5: Actas de resultados de ensayos de laboratorio**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494





Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios)  
Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170865  
Fecha emisión: 16/11/2016

Pág. 1 de 22

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotecnico	Petición N°:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	26-10-16	Lugar:	-
	Plan de control:	-	Procedimiento:	-
	Condiciones:	-		
Muestra:	Denominación:	S-1 MI de 1,20 a 1,80m		Códigos Muestra  170865
	Tipo:	Agua	Tomada por:	

<b>ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL (apto. Agresividad)</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS AL HORMIGÓN, CONTENIDO EN SULFATOS.	UNE 83956: 2008

**RESULTADOS OBTENIDOS**

SULFATOS (mg/L SO <sub>4</sub> )	1132
----------------------------------	------

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50361179

*El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.*

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo	Fdo. Jefe de Área Medio Ambiente  Eva Perisé Polo
--	--	---





ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO

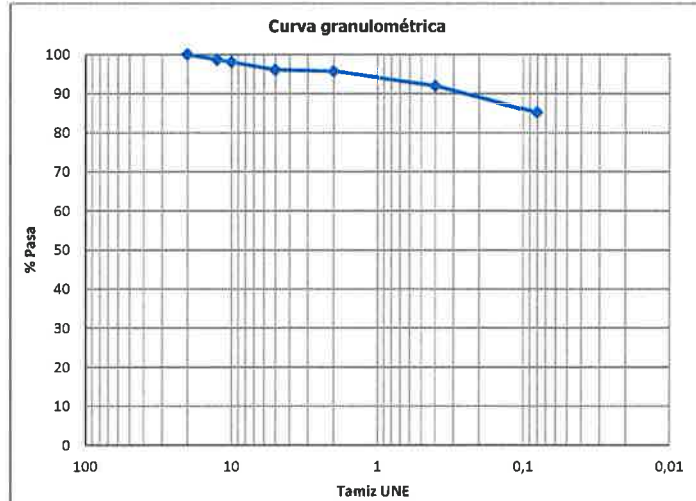
Código Acta: 170850  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición N°:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 1,20 a 1,80 m		Códigos Muestra  170850
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Determinación de la densidad de un suelo. Método balanza hidrostática	UNE 103301
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

RESULTADOS OBTENIDOS

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	
25	
20	100,0
12,5	98,7
10	98,1
5	96,1
2	95,7
0,4	92,0
0,080	85,2



LÍMITES DE ATTERBERG	Límite Líquido	25,5
	Límite Plástico	15,5
	Índice de Plasticidad	10,0

Clasificación	Casagrande	CL
	Índice de Grupo	8,00
	H.R.B.	A-4

Resultados obtenidos:	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,45
	Humedad natural (%)	19,3
	Peso específico partículas (gr/cm <sup>3</sup> )*	*2,68
	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,730
	Porosidad (%)	45,3
	Índice de huecos	0,83
	Huecos de aire (%)	17,30
	Grado de saturación (%)	61,80
	Densidad saturación (gr/cm <sup>3</sup> )	1,90
Densidad sumergida (gr/cm <sup>3</sup> )	0,90	

ANÁLISIS QUÍMICO	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	4745
------------------	-----------------------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

\*Valor asumido

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
---	--





<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: <b>170850</b> Fecha emisión: <b>24/10/2016</b>
-------------------------------------	--

Peticionario:	Nombre:	<b>Ayuntamiento de Zaragoza</b>			
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza			
	Obra/trabajo:	<b>Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza</b>			
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición N°:		
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:		
	Fecha solicitud:	18/07/2016			
	Observaciones:				
Muestreo:	Fecha:	<b>24/10/2016</b>	Lugar:	<b>Sondeo 1</b>	Códigos Muestra  <b>170850</b>
	Hora:	<b>Estudio Geotécnico</b>	Procedimiento:		
	Condiciones:				
Muestra:	Denominación:	<b>Sondeo 1 MI de 1,20 a 1,80 m</b>			
	Tipo:		Tomada por:	<b>Ricardo / Javi</b>	

<b>ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Corte Directo en suelos	UNE 103.401:98

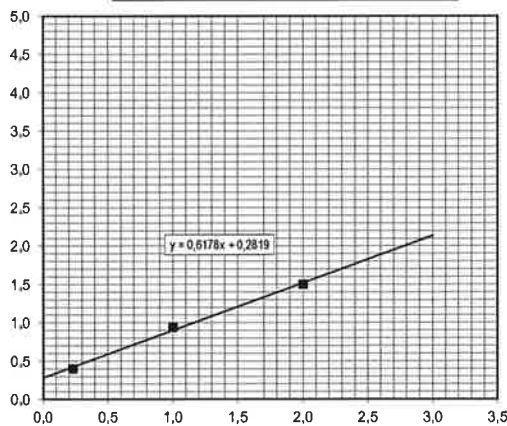
Ensayo:	<b>Corte Directo en suelos (UNE 103.401:98)</b>	Tipo ensayo:	No consolidado-No drenado (UU)
Velocidad rotura:	-	Tipo muestra:	Limos yesíferos
Máquina:	Aparato motorizado para corte directo / residual marca ELE	Profundidad:	1,20 a 1,80 m
Toma datos:	<i>Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE</i>	Muestra:	Inalterada

Tipo de célula:	<b>Redonda</b>		
Dimensiones:	diámetro	<b>49,6</b>	mm
	altura	<b>18,6</b>	mm

<b>Parámetros previos del material</b>	
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1,73</b>
Humedad (%)	<b>19,3</b>

		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	
<b>DATOS ENSAYO</b>	Tensión Normal	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>
	Inicio consolidación	fecha	14-nov	15-nov	16-nov
	Tiempo de consolidación	tiempo (h:min)			
	Asiento probeta	mm			
	Inicio ensayo corte	fecha	15-nov	16-nov	17-nov
	Velocidad desplazamiento horizontal Vmax. (mm/min):		1,000	1,000	1,000
	Tensión tangencial (PICO)	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,40</b>	<b>0,94</b>	<b>1,50</b>
	Tensión tangencial (RESIDUAL)	kg/cm <sup>3</sup>			

Gráfico de la relación entre Tensión Normal y Tangencial



		<b>Resultados</b>	
		<b>PICO</b>	<b>RESIDUAL</b>
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>C'</b>	<b>0,28</b>	-
Angulo rozamiento interno (°)	<b>Φ'</b>	<b>31°</b>	-

■ LRI pico en trazo negro continuo (cuadrados)

*El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.*

Fdo. Director Laboratorio   <b>Javier Gracia Abadías</b>	Fdo. Jefe de Área   <b>Sergio Gaspar Calvo</b>
---	---





Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle  
E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Tel.: 976 571227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170850  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47 Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Hora:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 1,20 a 1,80 m		
	Tipo:		Tomada por:	Ricardo / Javi

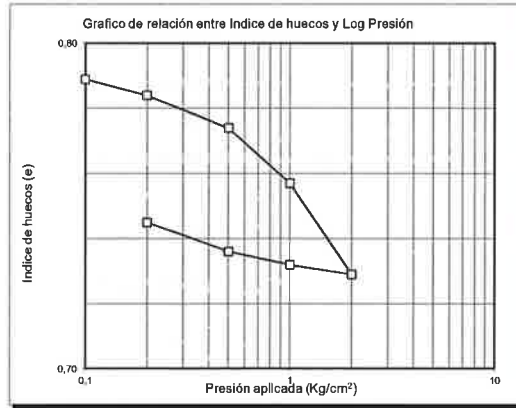
ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Consolidación unidimensional en edómetro	UNE 103.405

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Toma datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo muestra	Inalterada. Arcillas de 2,40 a 3,00 metros de profundidad				
Tipo de ensayo	Drenado con 7 escalones de carga y 3 de descarga				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	63,3*20mm	Volumen	62,94 cm <sup>3</sup>

Fecha de inicio ensayo	07/11/2016
Fecha fin de ensayo	16/11/2016

Parámetros	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	18,570	18,134
Humedad (%)	19,3	28,6
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,77	1,95
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,48	1,52
Índice de huecos (e)	0,787	0,745
% Saturación	65,0	94,7



Denominación del escalón	Cuadro resumen de resultados por intervalos				Coeficientes de laboratorio	
	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura de probeta (mm)	Índice de huecos	Módulo de compresibilidad mv (m <sup>2</sup> /MN)	Coefficiente de Consolidación cv (m <sup>2</sup> /año)
	0	0,00	18,570	0,787	-	-
A1	0,05	-0,045	18,615	0,791	-	-
A2	0,10	0,023	18,592	0,789	0,25	11,27
A3	0,20	0,05	18,542	0,784	0,27	25,05
A4	0,50	0,106	18,436	0,774	0,19	20,97
A5	1,00	0,182	18,254	0,757	0,20	20,68
A7	2,00	0,288	17,966	0,729	0,16	46,86
A8	1,00	-0,031	17,997	0,732	-	-
A9	0,50	-0,043	18,040	0,736	-	-
A10	0,20	-0,094	18,134	0,745	-	-

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC n° 384/EB49 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, EHA; Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotecnia, GTL; Área de suelo y Mezclas Bituminosas, UNG; Área de control de soldaduras, EAS; Área de control de Puzas de Hormigón, APH; y Área de control de morteros de albañilería, AIC

CONTROL 7, inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50361179



Polleno Melpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle  
E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza  
Telf: 976 571227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170850  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
Petición:	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
Muestreo:	Observaciones:			
	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Horas:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 1,20 a 1,80 m		Códigos Muestra  170850
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Ensayo de colapso en suelos	NLT 254

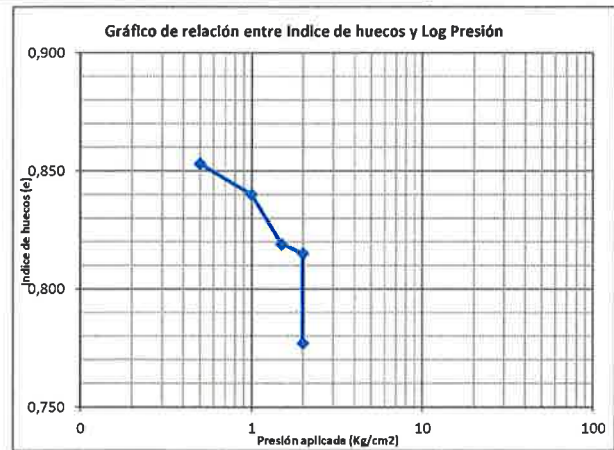
**RESULTADOS OBTENIDOS**

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Tipo de ensayo	4 escalones de carga en seco y 1 de carga en saturado				
Toma de datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	50,03*17,8 mm	Volumen	34,97 cm <sup>3</sup>

Tipo muestra:	Tallada
Descripción:	límos yesíferos
Observaciones:	Ensayo nº 1

Fecha inicio ensayo	9 de noviembre de 2016
Fecha fin ensayo	10 de noviembre de 2016

Resultados obtenidos	Valor inicial	Valor final
Allura probeta (mm)	19,870	18,866
Humedad (%)	19,3	25,3
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,69	1,87
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,42	1,49
Índice de huecos (e)	0,871	0,777
% Saturación	58,7	86,3



Cuadro resumen de resultados por intervalos				
Denominación del escalón	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Índice de huecos
	0	0,000	19,870	0,871
Carga en seco A1	0,5	0,191	19,679	0,853
Carga en seco A2	1,0	0,143	19,536	0,84
Carga en seco A3	1,5	0,224	19,312	0,819
Carga en seco A4	2,0	0,039	19,273	0,815
Carga en saturado S4	2,0	0,407	18,866	0,777

Índice de Colapso (I)	2,11	%
Potencial porcentual de colapso (Ic)	2,05	%

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadlas	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC nº 384/LEB49 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, EHA; Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotécnica, GTL; Área de suelos y Mezclas Bituminosas, ISG; Área de control de soldaduras, EAS; Área de control de Piezas de Hormigón, AFH; y Área de control de morteros de albañilería, AAC

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50361179





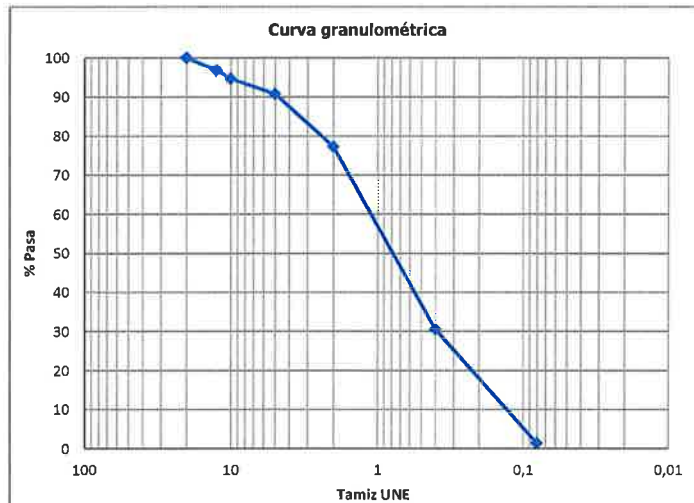
<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: 170852 Fecha emisión: 24/10/2016
-------------------------------------	--

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 3,00 a 3,60 m		Códigos Muestra  170852
	Tipo:		Tomada por: Ricardo / Javi	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Limites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Determinación de la densidad de un suelo. Método balanza hidrostática	UNE 103301
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	
25	
20	100,0
12,5	96,8
10	94,7
5	90,8
2	77,3
0,4	30,6
0,080	1,4



<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	Límite Líquido	No tiene
	Límite Plástico	No tiene
	Índice de Plasticidad	No tiene

<b>Clasificación</b>	Casagrande	SP
	Índice de Grupo	0,00
	H.R.B.	A-1-b

<b>Resultados obtenidos:</b>	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,73
	Humedad natural (%)	3,7
	Peso específico partículas (gr/cm <sup>3</sup> )	*2,68
	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,794
	Porosidad (%)	34,7
	Índice de huecos	0,53
	Huecos de aire (%)	28,32
	Grado de saturación (%)	18,44
	Densidad saturación (gr/cm <sup>3</sup> )	2,08
Densidad sumergida (gr/cm <sup>3</sup> )	1,08	

<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	8272
-------------------------	-----------------------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

\*Valor asumido

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio   Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área   Sergio Gaspar Calvo
---	--



Polígono Málpica-Santa Isabel (Agrupación los Sitios) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza. Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494. CONTROL 7 S.A.U. inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja 2-683, inscripción 11 - CIF. A-50361179



<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: 170852
	Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición N°:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Horas:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 3,00 a 3,60 m		Códigos Muestra  170852
	Tipo:		Tomada por: Ricardo / Javi	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Corte Directo en suelos	UNE 103.401:98

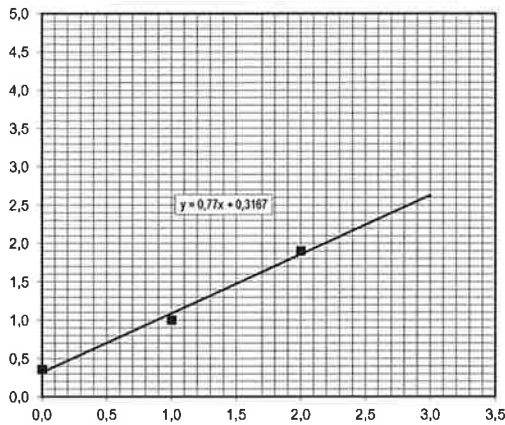
Ensayo:	Corte Directo en suelos (UNE 103.401:98)	Tipo ensayo:	No consolidado-No drenado (UU)
Velocidad rotura:	-	Tipo muestra:	Arenas yesíferas
Máquina:	Aparato motorizado para corte directo / residual marca ELE	Profundidad:	3,00 a 3,60 m
Toma datos:	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE	Muestra:	Inalterada

Tipo de célula:	Redonda		
Dimensiones:	diámetro	49,6	mm
	altura	18,6	mm

Parámetros previos del material	
Densidad aparente (gr/cm³)	1,80
Humedad (%)	3,7

			Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
DATOS ENSAYO	Tensión Normal	kg/cm²	0,0	1,0	2,0
	Inicio consolidación	fecha	14-nov	15-nov	16-nov
	Tiempo de consolidación	tiempo (h:min)			
	Asiento probeta	mm			
	Inicio ensayo corte	fecha	15-nov	16-nov	17-nov
	Velocidad desplazamiento horizontal Vmax. (mm/min):		1,000	1,000	1,000
	Tensión tangencial (PICO)	kg/cm²	0,36	1,00	1,90
	Tensión tangencial (RESIDUAL)	kg/cm³			

Gráfico de la relación entre Tensión Normal y Tangencial



		Resultados	
		PICO	RESIDUAL
Cohesión (kg/cm²)	C'	0,31	-
Angulo rozamiento interno (°)	Φ'	36°	-

— LRI pico en trazo negro continuo (cuadrados)

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio   Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área   Sergio Gaspar Calvo
--	--





Polygono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios)  
E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494

Calle

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código Acta: 170852  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Hora:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 3,00 a 3,60 m		
	Tipo:		Tomada por:	Ricardo / Javi
				Códigos Muestra
				170852

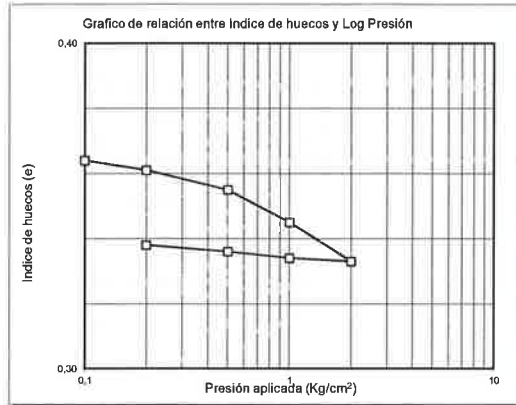
ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Consolidación unidimensional en edómetro	UNE 103.405

RESULTADOS OBTENIDOS

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Toma datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo muestra	Inalterada. Arcillas de 2,40 a 3,00 metros de profundidad				
Tipo de ensayo	Drenado con 7 escalones de carga y 3 de descarga				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	63,3*20mm	Volumen	62,94 cm <sup>3</sup>

Fecha de inicio ensayo	07/11/2016
Fecha fin de ensayo	16/11/2016

Parámetros	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	17,750	17,396
Humedad (%)	3,7	7,2
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	2,01	2,12
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,94	1,98
Índice de huecos (e)	0,365	0,338
% Saturación	26,8	52,5



Denominación del escalón	Cuadro resumen de resultados por intervalos				Coeficientes de laboratorio	
	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura de probeta (mm)	Índice de huecos	Módulo de compresibilidad mv (m <sup>2</sup> /MN)	Coefficiente de Consolidación cv (m <sup>2</sup> /año)
	0	0,00	17,750	0,365	-	-
A1	0,05	0,004	17,746	0,365	0,01	-
A2	0,10	0,017	17,729	0,364	0,22	4,01
A3	0,20	0,038	17,691	0,361	0,22	10,04
A4	0,50	0,078	17,613	0,355	0,15	14,40
A5	1,00	0,130	17,483	0,345	0,15	6,06
A7	2,00	0,154	17,329	0,333	0,09	16,71
A8	1,00	-0,019	17,348	0,334	-	-
A9	0,50	-0,027	17,375	0,336	-	-
A10	0,20	-0,021	17,396	0,338	-	-

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC n° 3841 E849 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, EHA: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotécnica, GTL: Área de suelos y Mezclas Bituminosas, ISG; Área de control de soldaduras, EAS: Área de control de Piezas de Hormigón, AFH; y Área de control de morteros de albañilería, ALC

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 69, hoja Z-683, suscripción 1ª - CIF: A-50361179



Polligono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Siltos) Calle  
E. Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170852  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
Petición:	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
	Solicitado:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
Muestreo:	Observaciones:			
	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Horas:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 3,00 a 3,60 m		Códigos Muestra  170852
	Tipo:		Tomada por:	

<b>ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Ensayo de colapso en suelos	NLT 254

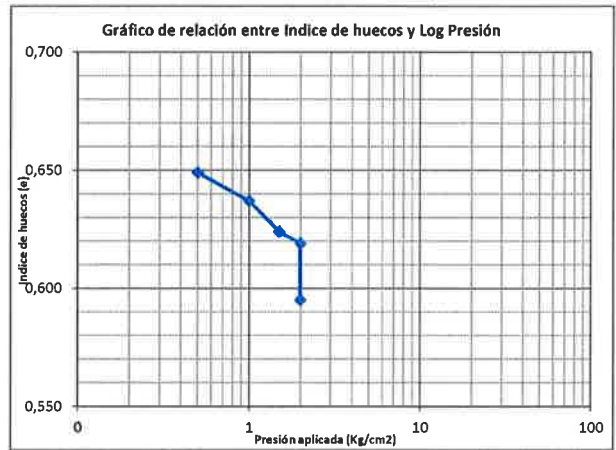
**RESULTADOS OBTENIDOS**

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Tipo de ensayo	4 escalones de carga en seco y 1 de carga en saturado				
Toma de datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	50,03*17,8 mm	Volumen	34,97 cm <sup>3</sup>

Tipo muestra:	<b>Tallada</b>
Descripción:	arenas yesíferas
Observaciones:	Ensayo nº 1

Fecha inicio ensayo	9 de noviembre de 2016
Fecha fin ensayo	10 de noviembre de 2016

Resultados obtenidos	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	19,860	19,056
Humedad (%)	3,7	14,6
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,65	1,9
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,59	1,66
Índice de huecos (e)	0,662	0,595
% Saturación	14,8	65,1



Cuadro resumen de resultados por intervalos				
Denominación del escalón	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Índice de huecos
	0	0,000	19,860	0,662
Carga en seco A1	0,5	0,152	19,708	0,649
Carga en seco A2	1,0	0,153	19,555	0,637
Carga en seco A3	1,5	0,152	19,403	0,624
Carga en seco A4	2,0	0,062	19,341	0,619
Carga en saturado S4	2,0	0,285	19,056	0,595

Índice de Colapso (I)	1,47	%
Potencial porcentual de colapso (Ic)	1,44	%

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7.  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC nº 3841/E049 para la realización de Análisis Físico Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, EHA; Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotecnia, GTL; Área de suelos y Mezclas Bituminosas, TSG; Área de control de soldaduras, EAS; Área de control de Piezas de Hormigón, AFH; y Área de control de morteros de albañilería, AIC

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª - CIF. A-50361779



**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

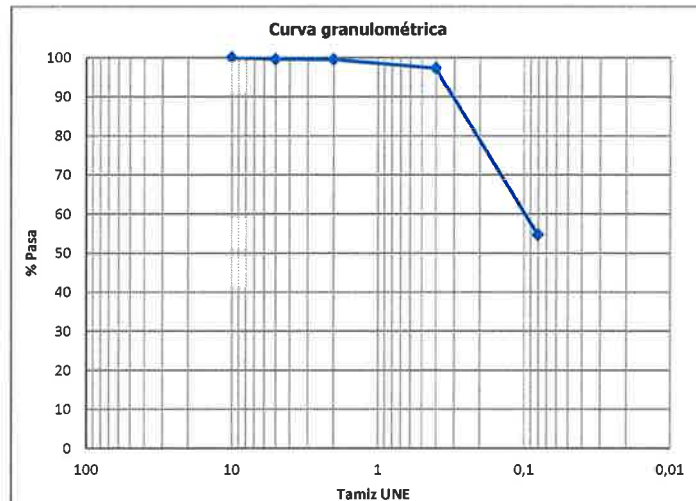
Código Acta: 170854  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MI de 5,40 a 6,00 m		Códigos Muestra  170854
	Tipo:		Tomada por: Ricardo / Javi	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Determinación de la densidad de un suelo. Método balanza hidrostática	UNE 103301
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	
25	
20	
12,5	
10	100,0
5	99,6
2	99,5
0,4	97,3
0,080	54,7



LÍMITES DE ATTERBERG	Límite Líquido	No tiene
	Límite Plástico	No tiene
	Índice de Plasticidad	No tiene

Clasificación	Casagrande	ML
	Índice de Grupo	3,94
	H.R.B.	A-4

Resultados obtenidos:	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,62
	Humedad natural (%)	8,0
	Peso específico partículas (gr/cm <sup>3</sup> )*	2,68
	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,750
	Porosidad (%)	38,9
	Índice de huecos	0,64
	Huecos de aire (%)	25,91
	Grado de saturación (%)	33,34
	Densidad saturación (gr/cm <sup>3</sup> )	2,01
Densidad sumergida (gr/cm <sup>3</sup> )	1,01	

ANÁLISIS QUÍMICO	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	3565
------------------	-----------------------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

\*Valor asumido

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
---	--





**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

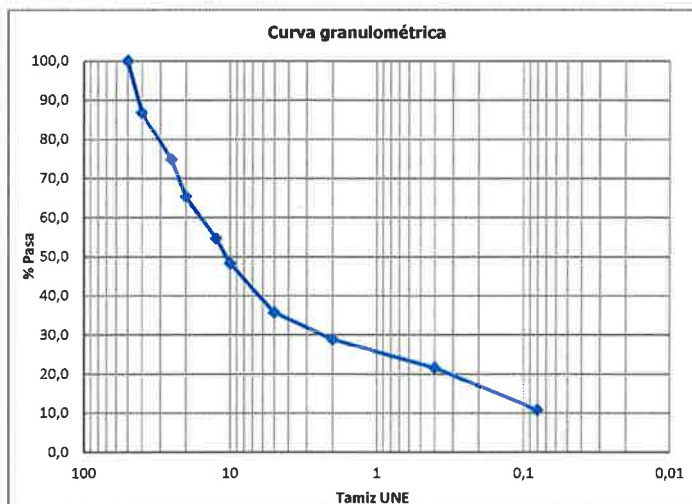
Código Acta: 170856  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotecnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 1
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 1 MA de 8,00 a 8,30 m		Códigos Muestra  170856
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	100
40	86,8
25	74,8
20	65,3
12,5	54,7
10	48,3
5	35,7
2	28,8
0,4	21,6
0,080	10,8



LÍMITES DE ATTERBERG	Límite Líquido	No tiene
	Límite Plástico	No tiene
	Índice de Plasticidad	No tiene

Clasificación	Casagrande	GM-GP
	Índice de Grupo	0,00
	H.R.B.	A-1-a

Humedad natural (%)	2,0
---------------------	-----

ANÁLISIS QUÍMICO	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	1277
------------------	-----------------------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

Polígono Málpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sítios) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza, Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494, CONTROL 7 S.A.U. inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja 2-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50961179

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
---	--





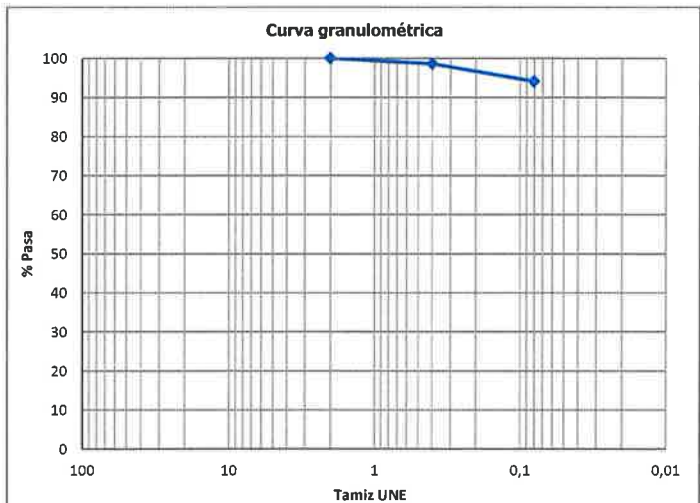
<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: 170857 Fecha emisión: 24/10/2016
-------------------------------------	--

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MI de 1,20 a 1,80 m		Códigos Muestra  170857
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Determinación de la densidad de un suelo. Método balanza hidrostática	UNE 103301
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	
25	
20	
12,5	
10	
5	
2	100,0
0,4	98,6
0,080	94,1



<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	Límite Líquido	24,8
	Límite Plástico	14,1
	Índice de Plasticidad	10,7

<b>Clasificación</b>	Casagrande	CL
	Índice de Grupo	8,28
	H.R.B.	A-6

<b>Resultados obtenidos:</b>	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,63
	Humedad natural (%)	3,7
	Peso específico partículas (gr/cm <sup>3</sup> )	2,68
	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,690
	Porosidad (%)	38,5
	Índice de huecos	0,63
	Huecos de aire (%)	32,46
	Grado de saturación (%)	15,67
	Densidad saturación (gr/cm <sup>3</sup> )	2,01
Densidad sumergida (gr/cm <sup>3</sup> )	1,01	

<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	5567
-------------------------	-----------------------------------	------

*\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)*

\*Valor asumido

*El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.*

Fdo. Director Laboratorio   Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área   Sergio Gaspar Calvo
---	--





<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: 170857
	Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	<b>Ayuntamiento de Zaragoza</b>			
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47, Zaragoza			
	Obra/trabajo:	<b>Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza</b>			
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición N°:		
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:		
	Fecha solicitud:	18/07/2016			
	Observaciones:				
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2	Códigos Muestra  <b>170857</b>
	Hora:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:		
	Condiciones:				
Muestra:	Denominación:	<b>Sondeo 2 MI de 1,20 a 1,80 m</b>			
	Tipo:		Tomada por:	<b>Ricardo / Javi</b>	

<b>ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Corte Directo en suelos	UNE 103.401:98

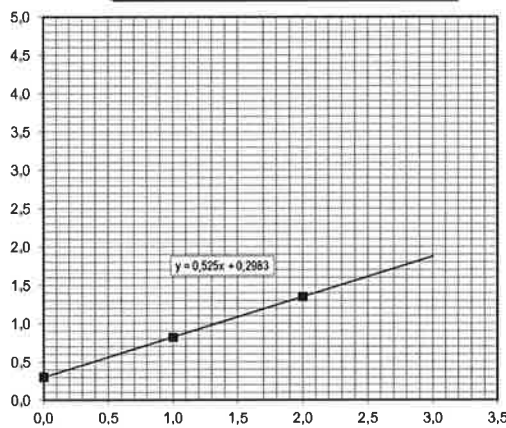
Ensayo:	Corte Directo en suelos (UNE 103.401:98)	Tipo ensayo:	No consolidado-No drenado (UU)
Velocidad rotura:	-	Tipo muestra:	Límos yesíferos
Máquina:	Aparato motorizado para corte directo / residual marca ELE	Profundidad:	1,20 a 1,80
Toma datos:	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE	Muestra:	Inalterada

Tipo de célula:	<b>Redonda</b>		
Dimensiones:	diámetro	49,6	mm
	altura	18,6	mm

<b>Parámetros previos del material</b>	
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,69
Humedad (%)	3,7

			Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
<b>DATOS ENSAYO</b>	Tensión Normal	kg/cm <sup>2</sup>	0,0	1,0	2,0
	Inicio consolidación	fecha	14-nov	15-nov	16-nov
	Tiempo de consolidación	tiempo (h:min)			
	Asiento probeta	mm			
	Inicio ensayo corte	fecha	15-nov	16-nov	17-nov
	Velocidad desplazamiento horizontal Vmax. (mm/min):		1,000	1,000	1,000
	Tensión tangencial (PICO)	kg/cm <sup>2</sup>	0,30	0,82	1,35
	Tensión tangencial (RESIDUAL)	kg/cm <sup>3</sup>			

Gráfico de la relación entre Tensión Normal y Tangencial



		<b>Resultados</b>	
		PICO	RESIDUAL
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	C'	0,30	-
Angulo rozamiento interno (°)	Φ'	27°	-

— LRI pico en trazo negro continuo (cuadrados)

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio   <b>Javier Gracia Abadías</b>	Fdo. Jefe de Área   <b>Sergio Gaspar Calvo</b>
---	---



Acreditación ENAC n° 384/LE949 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, EILU, Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC, Área de Geotécnica, GTL, Área de suelos y Mezclas Bituminosas, ISG, Área de control de soldaduras, EAS, Área de control de Piezas de Hormigón, APH, y Área de control de morteros de albañilería, AUC





Polígono Melpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle  
E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza  
Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170857  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza			
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza			
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza			
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:		
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:		
	Fecha solicitud:	18/07/2016			
	Observaciones:				
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2	Códigos Muestra  170857
	Hora:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:		
	Condiciones:				
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MI de 1,20 a 1,80 m			
	Tipo:		Tomada por:	Ricardo / Javi	

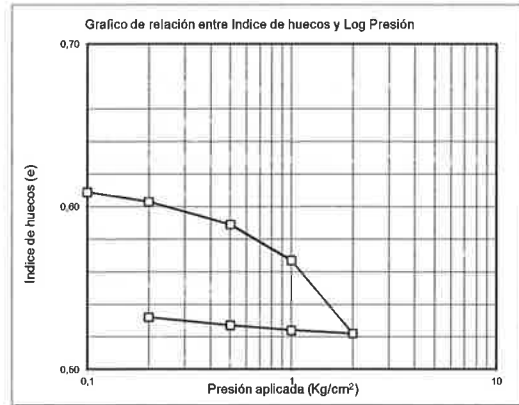
ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Consolidación unidimensional en edómetro	UNE 103.405

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Toma datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo muestra	Inalterada. Arcillas de 2,40 a 3,00 metros de profundidad				
Tipo de ensayo	Drenado con 7 escalones de carga y 3 de descarga				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	63,3*20mm	Volumen	62,94 cm <sup>3</sup>

Fecha de inicio ensayo	07/11/2016
Fecha fin de ensayo	16/11/2016

Parámetros	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	17,790	17,026
Humedad (%)	3,7	10,2
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,72	1,91
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,73
Índice de huecos (e)	0,601	0,532
% Saturación	16,3	47,3



Cuadro resumen de resultados por intervalos					Coeficientes de laboratorio	
Denominación del escalón	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura de probeta (mm)	Índice de huecos	Módulo de compresibilidad mv (m <sup>2</sup> /MN)	Coefficiente de Consolidación cv (m <sup>2</sup> /año)
	0	0,00	17,790	0,601	-	-
A1	0,05	-0,010	17,890	0,610	-	-
A2	0,10	0,013	17,877	0,609	-	8,52
A3	0,20	0,061	17,816	0,603	0,35	10,73
A4	0,50	0,159	17,657	0,589	0,30	14,01
A5	1,00	0,240	17,417	0,567	0,27	49,19
A7	2,00	0,505	16,912	0,522	0,29	40,85
A8	1,00	-0,023	16,935	0,524	-	-
A9	0,50	-0,033	16,968	0,527	-	-
A10	0,20	-0,058	17,026	0,532	-	-

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC nº 384/LE849 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hornigonías y sus componentes, EHA: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC: Área de Geotécnica, GTL: Área de suelos y Mezclas Bituminosas, IASG: Área de control de soldaduras, EAS: Área de control de Piezas de Hornigón, APH: y Área de control de morteros de albañilería, ALC

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50361779



Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle  
E. Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Telf.: 976 57 1227 - Fax: 976 573494

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código Acta: 170857  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
Petición:	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
Muestreo:	Observaciones:			
	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Horas:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
Muestra:	Condiciones:			
	Denominación:	Sondeo 2 MI de 1,20 a 1,80 m		
	Tipo:		Tomada por:	Ricardo / Javi
				Códigos Muestra 170857

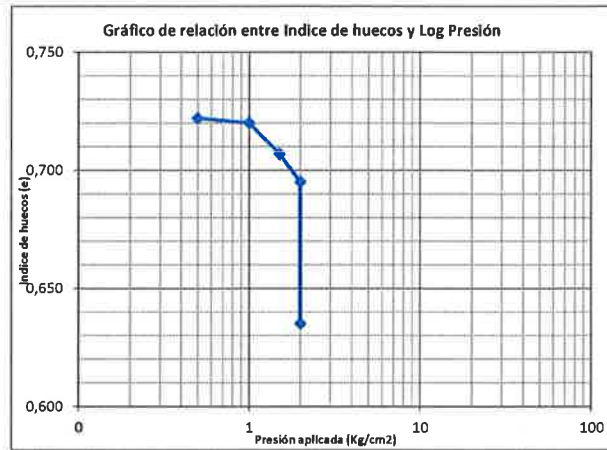
ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Ensayo de colapso en suelos	NLT 254

RESULTADOS OBTENIDOS

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Tipo de ensayo	4 escalones de carga en seco y 1 de carga en saturado				
Toma de datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	50,03*17,8 mm	Volumen	34,97 cm <sup>3</sup>

Tipo muestra:	Tallada
Descripción:	limos yesíferos
Observaciones:	Ensayo nº 1
Fecha inicio ensayo	9 de noviembre de 2016
Fecha fin ensayo	10 de noviembre de 2016

Resultados obtenidos	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	19,870	18,872
Humedad (%)	3,7	10,1
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,60	1,78
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,54	1,62
Índice de huecos (e)	0,722	0,635
% Saturación	13,6	42,3



Cuadro resumen de resultados por intervalos				
Denominación del escalón	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Índice de huecos
	0	0,000	19,870	0,722
Carga en seco A1	0,5	-0,004	19,874	0,722
Carga en seco A2	1,0	0,027	19,847	0,72
Carga en seco A3	1,5	0,147	19,7	0,707
Carga en seco A4	2,0	0,144	19,556	0,695
Carga en saturado S4	2,0	0,684	18,872	0,635

Índice de Colapso (I)	3,50	%
Potencial porcentual de colapso (Ic)	3,44	%

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC nº 384/LE849 para la realización de Análisis Físico Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hornigones y sus componentes, EHA; Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotécnica, GTL; Área de suelos y Mezclas Bituminosas, YSG; Área de control de soldaduras, EAS; Área de control de Puzos de Hornigón, AFH; y Área de control de morteros de albañilería, AMC

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-693, suscripción 1.ª - CIF. A-50361179

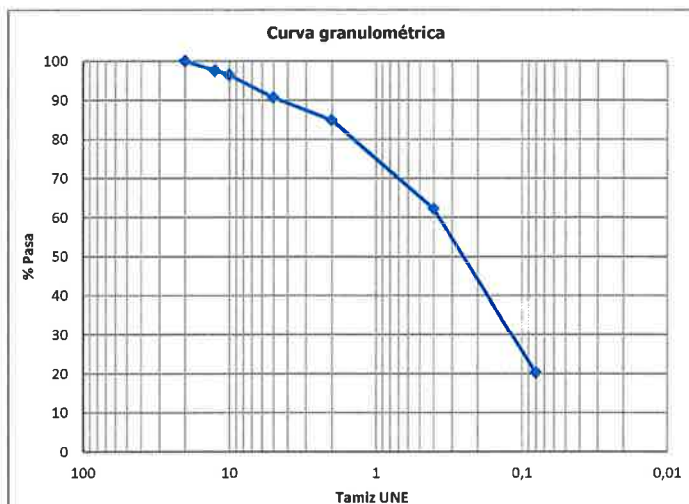
**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**Código Acla: 170860  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MI de 3,00 a 3,60 m		Códigos Muestra  170860
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Determinación de la densidad de un suelo. Método balanza hidrostática	UNE 103301
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	
25	
20	100,0
12,5	97,6
10	96,5
5	90,7
2	84,9
0,4	62,2
0,080	20,3



LÍMITES DE ATTERBERG	Límite Líquido	No tiene
	Límite Plástico	No tiene
	Índice de Plasticidad	No tiene

Clasificación	Casagrande	SM
	Índice de Grupo	0,00
	H.R.B.	A-2-4

Resultados obtenidos:	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,65
	Humedad natural (%)	4,4
	Peso específico partículas (gr/cm <sup>3</sup> )*	2,68
	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,796
	Porosidad (%)	35,1
	Índice de huecos	0,54
	Huecos de aire (%)	27,53
	Grado de saturación (%)	21,56
	Densidad saturación (gr/cm <sup>3</sup> )	2,07
Densidad sumergida (gr/cm <sup>3</sup> )	1,07	

ANÁLISIS QUÍMICO	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	4168
------------------	-----------------------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

\*Valor asumido

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
---	--





<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: 170860
	Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Hora:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MI de 3,00 a 3,60 m		Códigos Muestra  170860
	Tipo:		Tomada por: Ricardo / Javi	

<b>ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Corte Directo en suelos	UNE 103.401:98

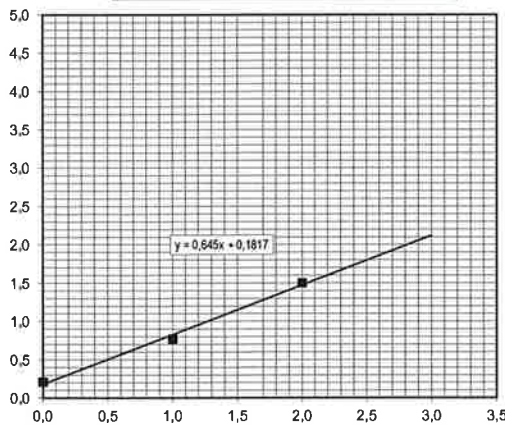
Ensayo:	Corte Directo en suelos (UNE 103.401:98)	Tipo ensayo:	No consolidado-No drenado (UU)
Velocidad rotura:	-	Tipo muestra:	Arenas Yesíferas
Máquina:	Aparato motorizado para corte directo / residual marca ELE	Profundidad:	3,00 a 3,60 m
Toma datos:	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE	Muestra:	Inalterada

Tipo de célula:	Redonda		
Dimensiones:	diámetro	49,6	mm
	altura	18,6	mm

Parámetros previos del material	
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,72
Humedad (%)	4,4

		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	
<b>DATOS ENSAYO</b>	Tensión Normal	kg/cm <sup>2</sup>	0,0	1,0	2,0
	Inicio consolidación	fecha	14-nov	15-nov	16-nov
	Tiempo de consolidación	tiempo (h:min)			
	Asiento probeta	mm			
	Inicio ensayo corte	fecha	15-nov	16-nov	17-nov
	Velocidad desplazamiento horizontal Vmax. (mm/min):		1,000	1,000	1,000
	Tensión tangencial (PICO)	kg/cm <sup>2</sup>	0,21	0,77	1,50
	Tensión tangencial (RESIDUAL)	kg/cm <sup>3</sup>			

Gráfico de la relación entre Tensión Normal y Tangencial



		Resultados	
		PICO	RESIDUAL
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	C'	0,17	-
Angulo rozamiento interno (°)	Φ'	30°	-

■ LRI pico en trazo negro continuo (cuadrados)

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio   Javier Gracia Abadias	Fdo. Jefe de Área   Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC nº 384/LE849 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, E.H.A.; Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotecnia, GTI; Área de suelos y Mezclas Bituminosas, ISG; Área de control de soldaduras, E.S.; Área de control de Piezas de Hormigón, APH; y Área de control de morteros de albanilería, AIC



Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle  
E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170860  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Hora:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MI de 3,00 a 3,60 m		
	Tipo:		Tomada por:	Ricardo / Javi
				Códigos Muestra <b>170860</b>

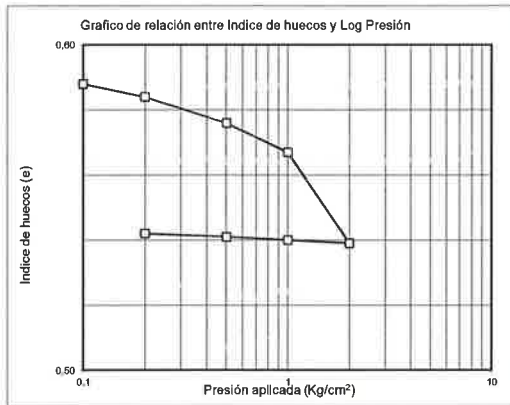
<b>ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL</b>	<b>NORMA / PROCEDIMIENTO</b>
Consolidación unidimensional en edómetro	UNE 103.405

**RESULTADOS OBTENIDOS**

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Toma datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo muestra	Inalterada. Arcillas de 2,40 a 3,00 metros de profundidad				
Tipo de ensayo	Drenado con 7 escalones de carga y 3 de descarga				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	63,3*20mm	Volumen	62,94 cm <sup>3</sup>

Fecha de inicio ensayo	07/11/2016
Fecha fin de ensayo	16/11/2016

Parámetros	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	19,940	19,333
Humedad (%)	4,4	13,3
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,74	1,95
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,72
Índice de huecos (e)	0,591	0,542
% Saturación	19,7	60,5



Denominación del escalón	Cuadro resumen de resultados por intervalos				Coeficientes de laboratorio	
	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura de probeta (mm)	Índice de huecos	Módulo de compresibilidad mv (m <sup>2</sup> /MN)	Coefficiente de Consolidación cv (m <sup>2</sup> /año)
	0	0,00	19,940	0,591	-	-
A1	0,05	0,008	19,932	0,590	0,08	162,17
A2	0,10	0,022	19,910	0,588	0,23	50,66
A3	0,20	0,057	19,853	0,584	0,28	2,41
A4	0,50	0,101	19,752	0,576	0,17	12,82
A5	1,00	0,108	19,644	0,567	0,11	4,85
A7	2,00	0,344	19,300	0,539	0,18	18,73
A8	1,00	-0,001	19,301	0,540	-	-
A9	0,50	-0,014	19,315	0,541	-	-
A10	0,20	-0,018	19,333	0,542	-	-

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



Acreditación ENAC nº 384/LE849 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas Continentales y Residuales.

Laboratorio Acreditado por el Gobierno de Aragón (BOA 120, 10/10/2007) en: Área de Hormigones y sus componentes, EHA; Área de sondas, toma de muestras y ensayos "in situ", GTC; Área de Geotecnia, GTL; Área de suelos y Mezclas Bituminosas, FSG; Área de control de soldaduras, EAS; Área de control de Piezas de Hormigón, AFH; y Área de control de morteros de albañilería, AMC

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja 2-683, suscripción 1.ª - CIF. A-50361179



Polígono Melpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) Calle  
E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza.  
Telf.: 976 574227 - Fax: 976 573494

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

Código Acta: 170860  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47 Zaragoza		
Petición:	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
	Solicitante:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
Muestreo:	Observaciones:			
	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Horas:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
Muestra:	Condiciones:			
	Denominación:	Sondeo 2 MI de 3,00 a 3,60 m		
	Tipo:		Tomada por:	Ricardo / Javi
				Códigos Muestra 170860

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GTL	NORMA / PROCEDIMIENTO
Ensayo de colapso en suelos	NLT 254

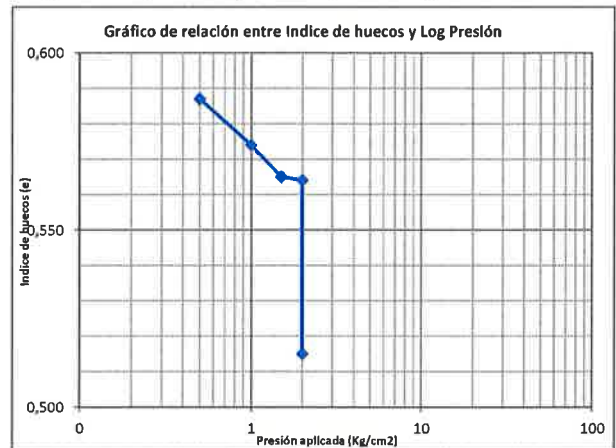
**RESULTADOS OBTENIDOS**

Máquina	Edómetro consolidación Unidimensional marca ELE				
Tipo de ensayo	4 escalones de carga en seco y 1 de carga en saturado				
Toma de datos	Automatizados mediante ADU, ordenador y software Datasystem 7.0 de ELE				
Tipo célula	Cilíndrica	Dimensión	50,03*17,8 mm	Volumen	34,97 cm <sup>3</sup>

Tipo muestra:	Tallada
Descripción:	Arenas yesíferas
Observaciones:	Ensayo nº 1

Fecha inicio ensayo	9 de noviembre de 2016
Fecha fin ensayo	10 de noviembre de 2016

Resultados obtenidos	Valor inicial	Valor final
Altura probeta (mm)	19,860	18,818
Humedad (%)	4,4	11,0
Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,94
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,75
Índice de huecos (e)	0,599	0,515
% Saturación	19,5	56,5



Denominación del escalón	Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Asiento probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Índice de huecos
	0	0,000	19,860	0,599
Carga en seco A1	0,5	0,157	19,703	0,587
Carga en seco A2	1,0	0,159	19,544	0,574
Carga en seco A3	1,5	0,100	19,437	0,565
Carga en seco A4	2,0	0,013	19,424	0,564
Carga en saturado S4	2,0	0,606	18,818	0,515

Índice de Colapso (I)	3,12	%
Potencial porcentual de colapso (Ic)	3,05	%

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javier Gracia Abadías	Fdo. Jefe de Área  Sergio Gaspar Calvo
--	--



CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-663, suscripción 1ª - CIF: A-50361179



**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

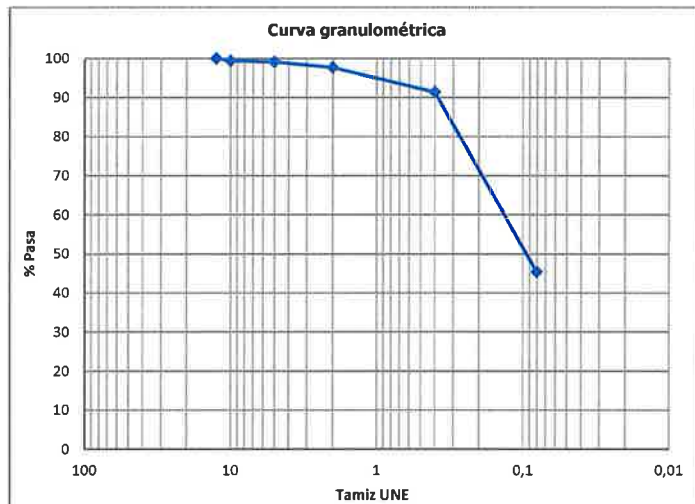
Código Acta: 170862  
Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Via Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MI de 6,00 a 6,60 m		Códigos Muestra  170862
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Determinación de la densidad de un suelo, Método balanza hidrostática	UNE 103301
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	
25	
20	
12,5	100
10	99,4
5	99,1
2	97,7
0,4	91,4
0,080	45,4



LÍMITES DE ATTERBERG	Límite Líquido	No tiene
	Límite Plástico	No tiene
	Índice de Plasticidad	No tiene

Clasificación	Casagrande	SM
	Índice de Grupo	2,08
	H.R.B.	A-4

ANÁLISIS QUÍMICO	SULFATOS (mg/kg SO <sub>4</sub> )	4267
------------------	-----------------------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

Resultados obtenidos:	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,81
	Humedad natural (%)	10,9
	Peso específico partículas (gr/cm <sup>3</sup> )*	*2,68
	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2,007
	Porosidad (%)	31,7
	Índice de huecos	0,46
	Huecos de aire (%)	11,97
	Grado de saturación (%)	62,24
	Densidad saturación (gr/cm <sup>3</sup> )	2,13
	Densidad sumergida (gr/cm <sup>3</sup> )	1,13

\*Valor asumido

El contenido de este Acto no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio  Javi Abadías	Fdo. Jefe de Area  Sergio Gaspar Calvo
---	--





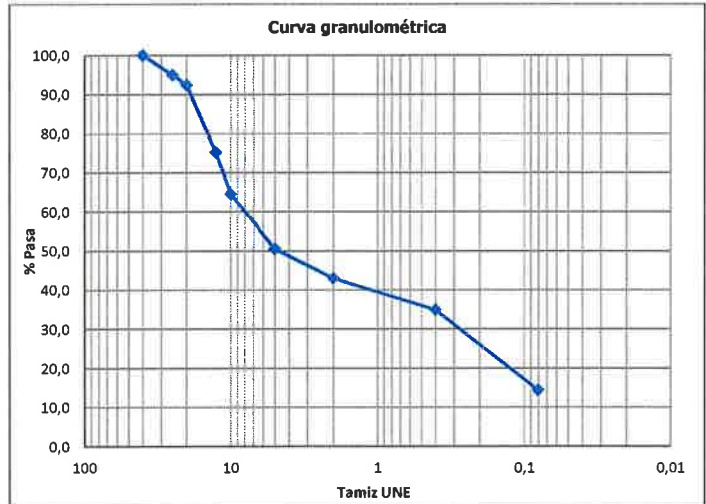
<b>ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Código Acta: 170864
	Fecha emisión: 24/10/2016

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición N°:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	24/10/2016	Lugar:	Sondeo 2
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:	Sondeo 2 MA de 9,00 a 9,60 m		Códigos Muestra  170864
	Tipo:		Tomada por: Ricardo / Javi	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101
Límites de Atterberg	UNE 103103, UNE 103104
Humedad por secado en estufa	UNE 103300
Agresividad al hormigón	UNE 83.963

**RESULTADOS OBTENIDOS**

GRANULOMETRÍA	
Tamiz UNE	% pasa
80	
63	
50	
40	100,0
25	95,0
20	92,4
12,5	75,2
10	64,6
5	50,5
2	43,0
0,4	34,9
0,080	14,4



<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	Límite Líquido	No tiene
	Límite Plástico	No tiene
	Índice de Plasticidad	No tiene

Clasificación	Casagrande	GM
	Índice de Grupo	0,00
	H.R.B.	A-1-b

Humedad natural (%)	3,4
---------------------	-----

ANÁLISIS QUÍMICO	SULFATOS (mg/kg SO4)	1872
------------------	----------------------	------

\*Resultado ponderado a granulometría (tamiz 2mm UNE)

Polígono Málpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sítos) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza. Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494. CONTROL 7 S.A.U. inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1.A - CIF. A-50861179

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio   Javi Abadías	Fdo. Jefe de Área   Sergio Gaspar Calvo
---	--







**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO**

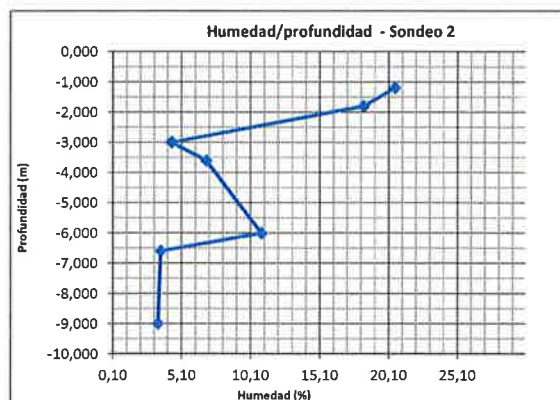
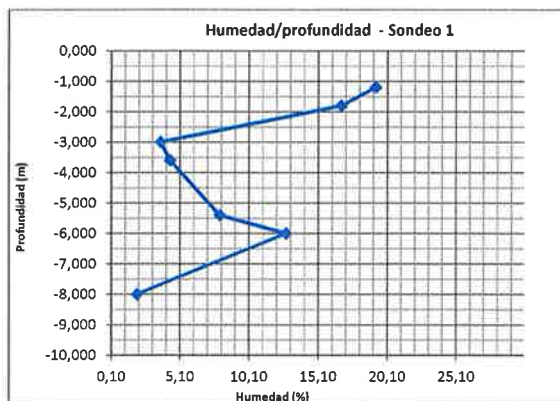
Código Acta: 0  
Fecha emisión: 00/01/1900

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47, Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotécnico	Petición Nº:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:		Lugar:	
	Plan de control:	Estudio Geotécnico	Procedimiento:	
	Condiciones:			
Muestra:	Denominación:			Códigos Muestra
	Tipo:		Tomada por:	

ENSAYO SOLICITADO EN ÁREA GT	NORMA / PROCEDIMIENTO
Humedad por secado en estufa	UNE 103300



**RESULTADOS OBTENIDOS**

Referencia muestra	Denominación	Humedad (%)
170850	MI S-1 1,20 a 1,80	19,3
170851	SPT S-1 1,80 a 2,40	16,8
170852	MI S-1 3,00 a 3,60	3,7
170853	SPT S-1 3,60 a 4,20	4,4
170854	MI S-1 5,40 a 6,00	8,0
170855	SPT S-1 6,00 a 6,60	12,8
170856	MA S-1 8,00 a 8,30	2,0
170857	MI S-2 1,20 a 1,80	20,6
170859	SPT S-2 1,80 a 2,40	18,3
170860	MI S-2 3,00 a 3,60	4,4
170861	SPT S-2 3,60 a 4,20	6,9
170862	MI S-2 6,00 a 6,60	10,9
170863	SPT S-2 6,60 a 7,20	3,6
170864	MA S-2 9,00 a 9,60	3,4



Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Siron) Calle E, Parcela 59-61, nave 9 - 57057 Zaragoza, Telf.: 976 571227 - Fax: 976 573494, CONTROL 7 S.A.U. inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja 2-683, suscripción 1.ª - CIF: A-90361179

El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

<p>Fdo. Director Laboratorio</p>  <p>Javi Abadías</p>	<p>Fdo. Jefe de Área</p>  <p>Sergio Gaspar Calvo</p>
--	---





Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

**67**

## **Anejo 6: Fotográfico de los trabajos de campo**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





Foto 1

Fotografía de la parcela de estudio a día de realización de los trabajos de campo. Se aprecia el emplazamiento del sondeo 1



Foto 2

Fotografía de la parcela de estudio a día de realización de los trabajos de campo. Se aprecia el emplazamiento del sondeo 2





Foto 3

Fotografía de la parcela de estudio a día de realización de los trabajos de campo. Se aprecia el emplazamiento del sondeo 3



Foto 4

Fotografía de la parcela de estudio a día de realización de los trabajos de campo. Se aprecia el emplazamiento del sondeo 4





Estudio geotécnico del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171108-16**

Noviembre de 2016

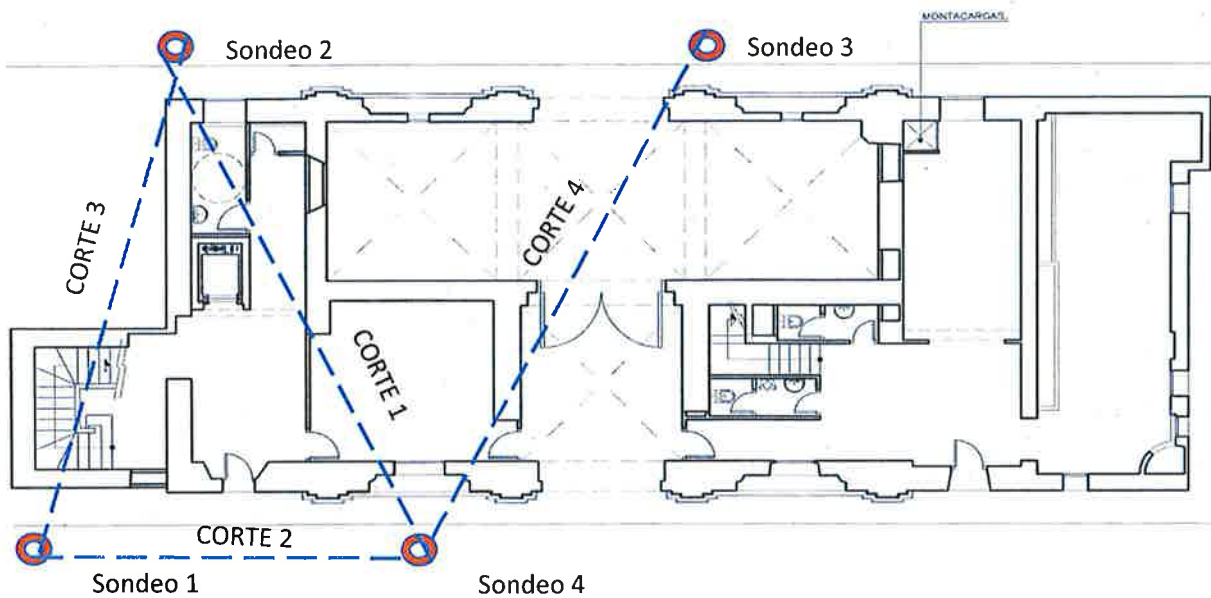
**70**

## **Anejo 7: Perfiles y Correlaciones geotécnico-geológicas**

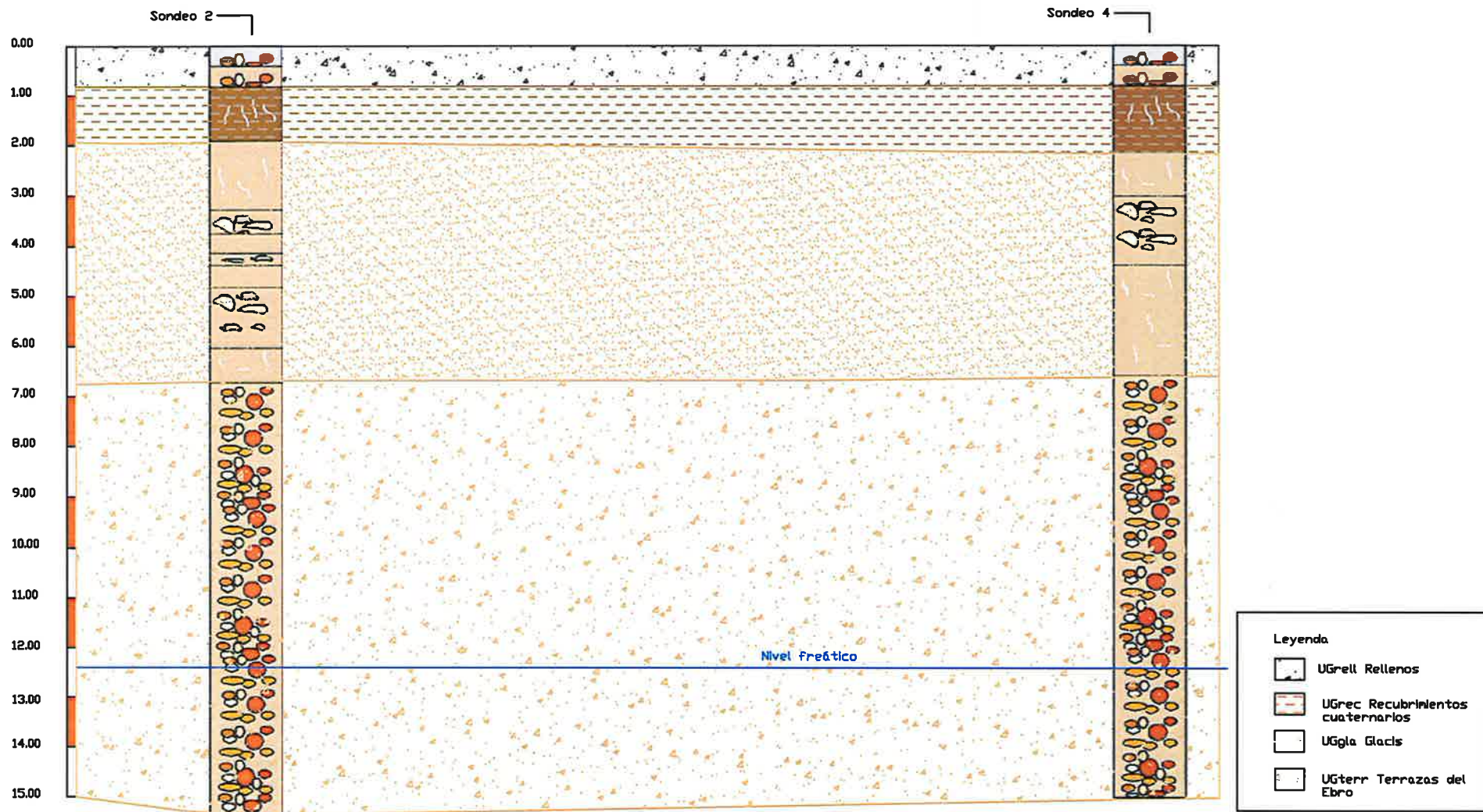




PLANO DE LOCALIZACIÓN DE CORTES GEOLÓGICOS



 Sondeo de reconocimiento: S-1, S-2, S-3 y S-4

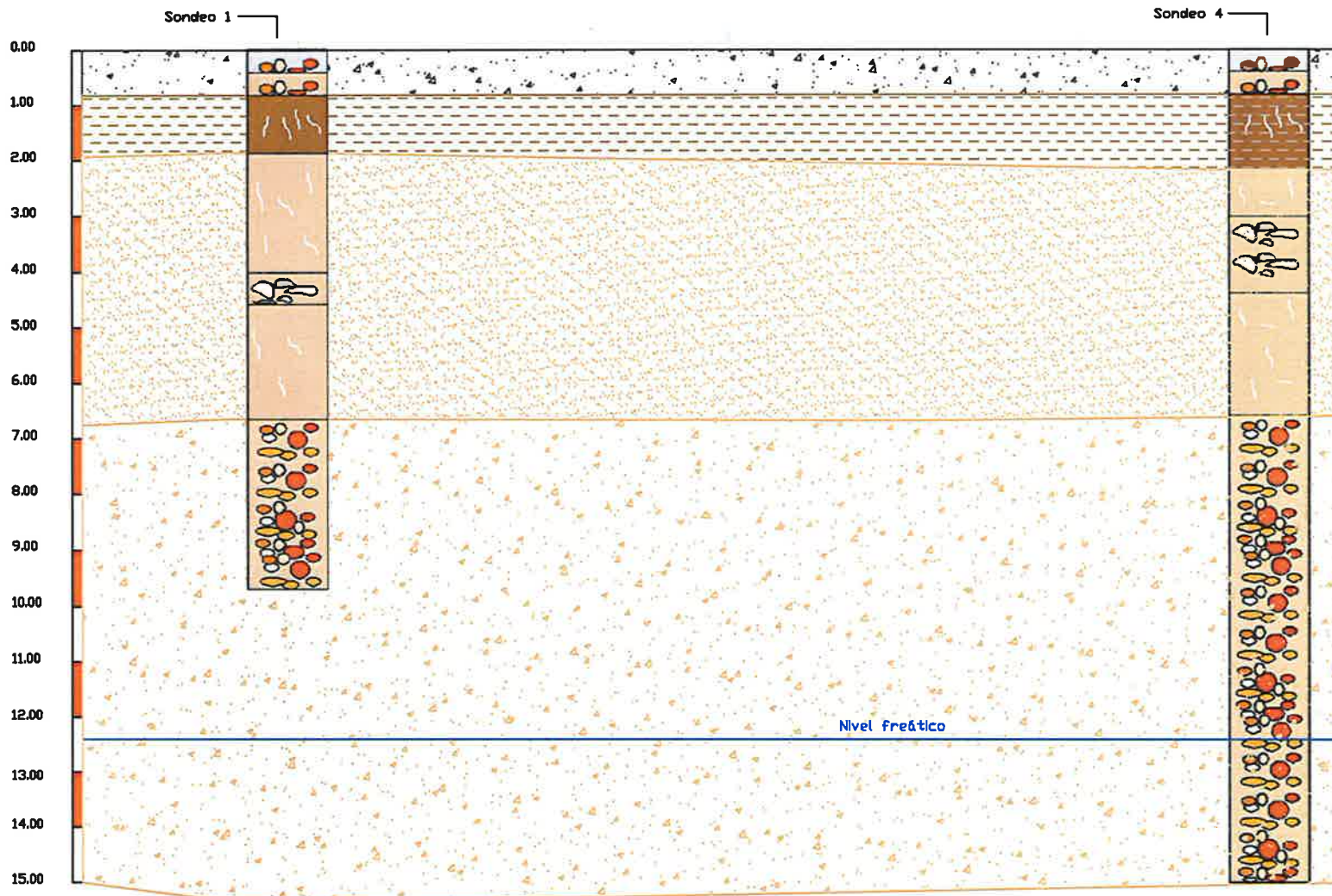


obra: Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza

Título: Perfil Geológico - Geotécnico 1

PLANO: 1 de 4



Leyenda	
	UGrell Rellenos
	UGrec Recubrimientos cuaternarios
	UGglac Glacis
	UGterr Terrazas del Ebro



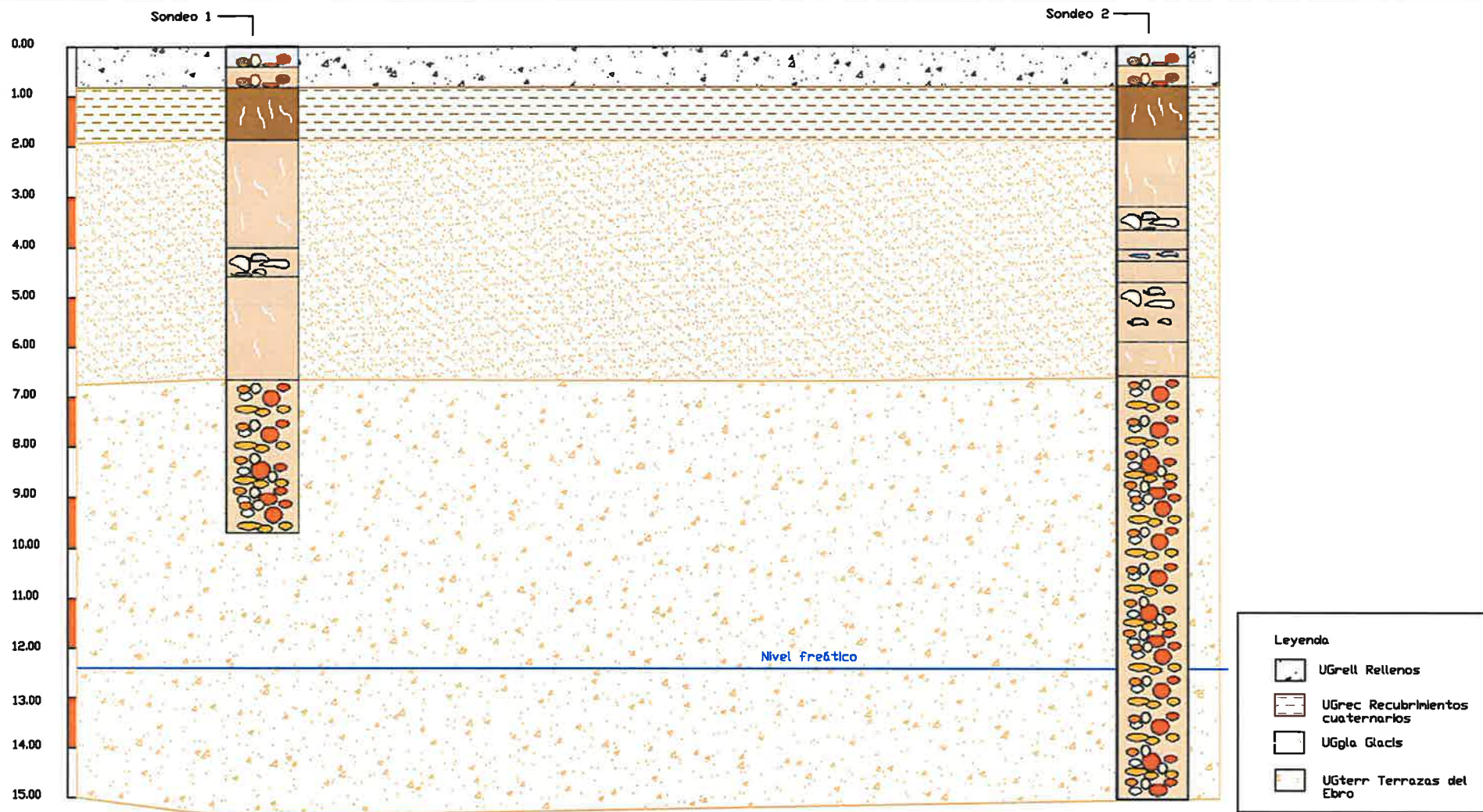
Obra: Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza

Título: Perfil Geológico - Geotécnico 2

PLANO: 2 de 4



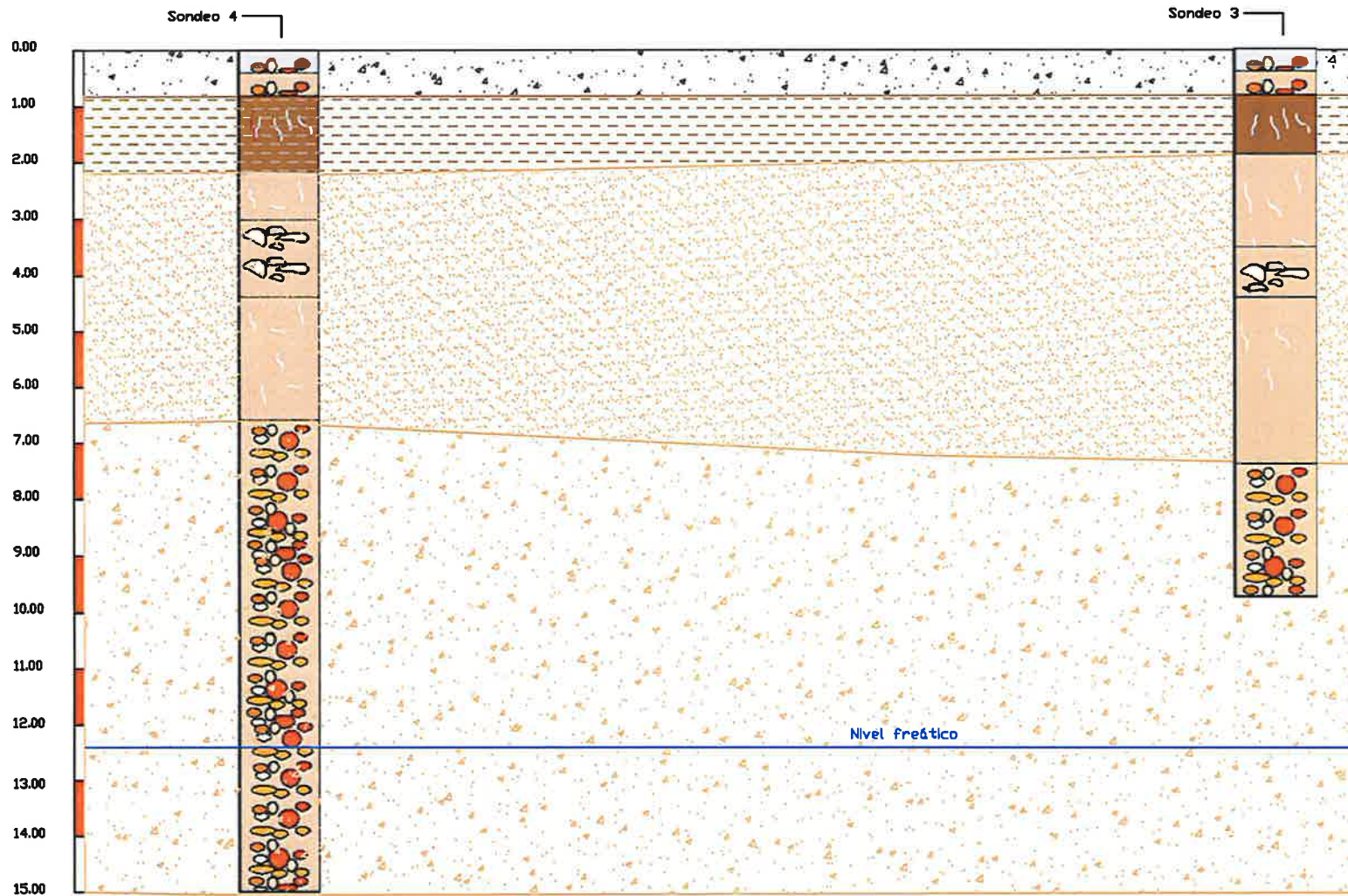






obra: Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza

Título: Perfil Geológico - Geotécnico 3

PLANO 3 de 4



- Leyenda**
-  UGrell Rellenos
  -  UGrec Recubrimientos cuaternarios
  -  UGgla Glacis
  -  UGterr Terrazas del Ebro



Obra: Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza

Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza

Título: Perfil Geológico - Geotécnico 4

PLANO: 4 de 4



**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza**

**Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-169104-16**  
Noviembre de 2016

### **6.3.- ESTUDIO DE LAS GRIETAS**

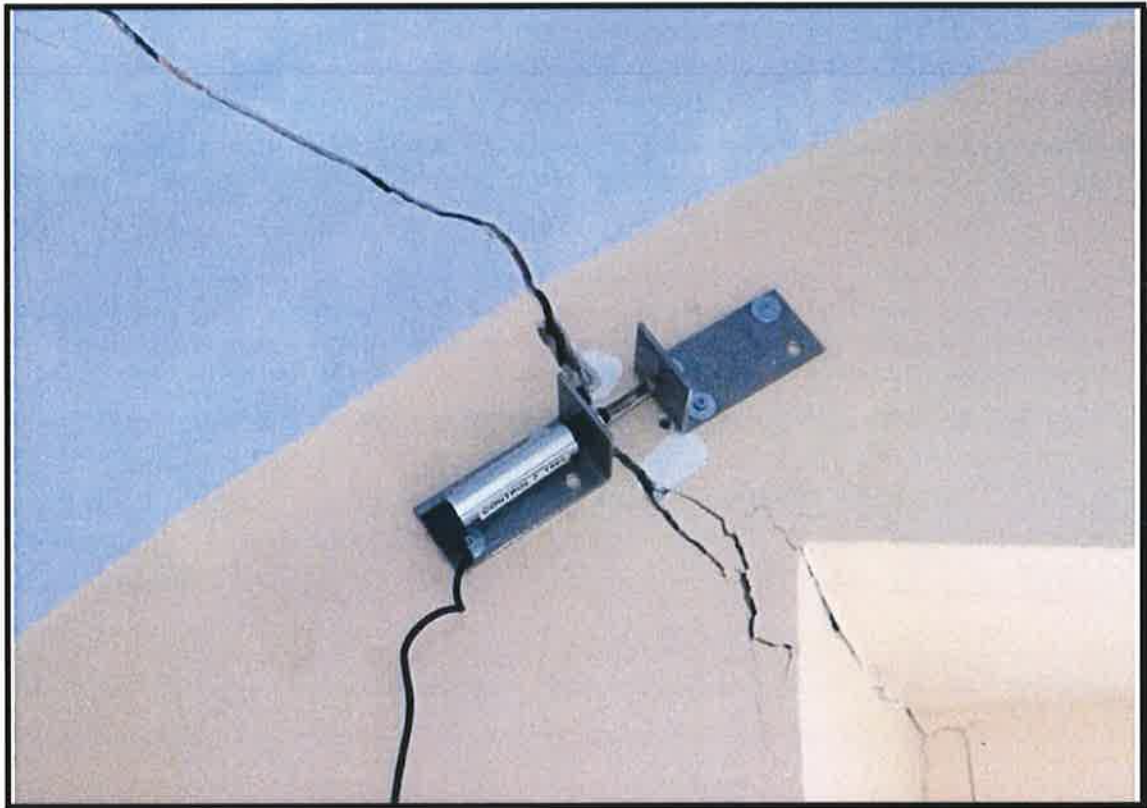
Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





## Estudio de las grietas detectadas en el edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza



Fecha: **Noviembre de 2016**

Peticionario:  
**Ayuntamiento de Zaragoza**

Ref: **GTC-1171414 -16**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A 50361179





## INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1- Objeto del estudio y localización.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2- Trabajos realizados. Metodología.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1- Inventario de grietas.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2- Seguimiento de las grietas.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.3- Trabajos de campo.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.4- Trabajos de gabinete.....</b>	<b>9</b>
<b>2.-CONCLUSIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>3.-ANEJOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.- INVENTARIO DE GRIETAS (PLANOS)</b>	
<b>3.2.- INVENTARIO DE GRIETAS (SURFER)</b>	
<b>3.3.- SEGUIMIENTO DE GRIETAS</b>	





## **1.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- OBJETO DEL ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN**

A petición del **Área de Urbanismo y Sostenibilidad del Gobierno de Zaragoza**, se nos encomienda la realización del inventario y seguimiento de las patologías del edificio de la Portería de la Cartuja considerado Bien de Interés Cultural (BIC).

Los trabajos realizados se dividen en campaña de campo y trabajos de gabinete. A continuación se pasan a describir los equipos empleados y la sistemática seguida.

### **1.2.- TRABAJOS REALIZADOS. METODOLOGÍA**

Los trabajos realizados se dividen en campaña de campo y trabajos de gabinete. A continuación se pasan a describir los equipos empleados y la sistemática seguida.

#### **1.2.1.- Inventario de grietas**

Para el inventario de grietas se ha contado con planos de cada planta, en los que se han representado las grietas orientadas y con dirección de hundimiento extrapolado de sus morfologías.

Con toda la información plasmada en los planos se han digitalizado y se ha procedido a utilizar un software informático de curvado (Surfer), con el fin de determinar en cada planta y en el edificio en global, los "puntos calientes" de mayor movimiento y si existe alguna pauta de desplazamiento.

En el anejo 1 de este informe se adjuntan los planos de inventario de grietas, y en el anejo 2 los curvados y mapas de intensidad de movimiento.



### **1.2.2.- Seguimiento de las grietas**

Con el inventario y los planos de desplazamiento del edificio, ya trazados se ha procedido a llevar a cabo la instrumentación de control de movimientos del edificio, en sus grietas más significativas. Se ha establecido un plan de control a lo largo de un año, con el fin de ver la incidencia estacional de los procesos que desencadenan los desplazamientos.

En el seguimiento de las grietas se han empleado dos tipos de fisurómetros, los analógicos y los potenciométricos. A su vez se lleva un seguimiento de una serie de testigos de yeso ya instalados a fecha de colocación de nuestros equipos.

En el anexo 3 se adjuntan las actas de seguimiento de los fisurometros.



**Fotografía de fisurometro potenciométrico instalado.**

Se han colocado dos fisurómetros potenciométricos marca Novotechnik de las series TEX de 50 mm de máximo rango. Son equipos que se caracterizan por tener un vástago móvil que desplaza 50 mm y que está obligado por un muelle a permanecer siempre extendido. De este modo, su instalación debe realizarse mediante dos placas, ancladas a la pared a ambos de la grieta a monitorizar. Así, el fisurómetro, se fija a una de las placas y apoya el vástago, parcialmente recogido en la otra. Al estar obligado a permanecer siempre extendido, cualquier movimiento relativo entre las placas va a dar lugar a un registro de movimiento.

Este tipo de equipos se leen mediante un polímetro que se conecta a los extremos del cable que sale de ellos. De tal modo que la lectura directa que se toma en campo es una resistencia, que ofrece al paso de la corriente una resistencia interna que lleva el equipo, y que varía según lo comprimida o extendida que se encuentra.

Así pues, para realizar la conversión a desplazamiento se han debido de realizar unas operaciones de calibración previas a su instalación, y una vez instalados. Para el cálculo de la constante del equipo se debe realizar una operación muy sencilla, antes de su colocación, se comprueba que la resistencia completamente extendida no ofrece resistencia al paso de la corriente. Después, se comprime completamente el muelle y se toma una lectura. Esa lectura es única para cada resistencia, y por tanto para cada equipo. Ese dato se corresponde, por la propia construcción del equipo, con 50 mm de movimiento máximo de compresión. De este modo la relación entre los 50 mm de desplazamiento y el valor tomado de resistencia es la constante de cada potenciómetro.

Basta con aplicarla a cada medida tomada en campo y se obtiene el registro de apretura, instantáneo, que presenta la grieta.

Para conocer el movimiento relativo durante todo el tiempo que dure el seguimiento, se hace necesario tomar una medida en cero. Esto se debe a que, por las particularidades de la instalación de las sujeciones de cada potenciómetro a las paredes que circundan la grieta, no van a quedar todos los equipos a la misma distancia inicial. Por ello, nada más colocar cada equipo hay que proceder a tomar el punto de partida al cual van a ir referidas todas las posteriores lecturas.

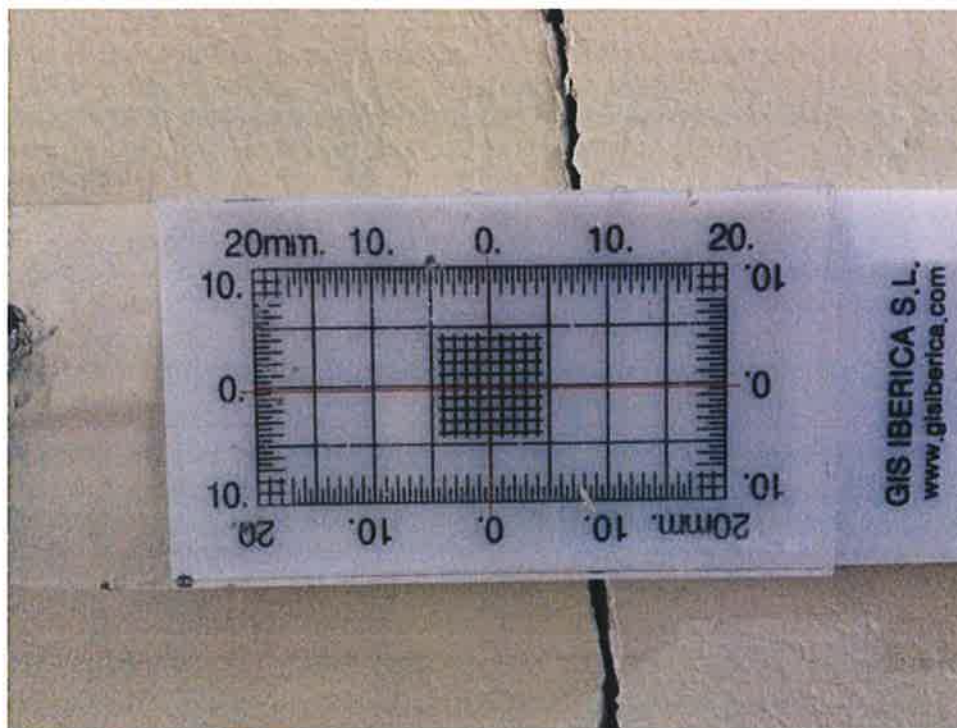
Tal y como se aprecia en la fotografía el anclaje a las paredes de los fisurómetros se llevó a cabo con placas metálicas especiales, galvanizadas, y diseñadas para la firme sujeción del conjunto durante un año, en condiciones variables de temperatura, humedad y agentes atmosféricos.

En la siguiente tabla se adjuntan los puntos de control que se han instrumentado con fisurómetros, la referencia de Control 7 del equipo empleado, y la denominación que se ha seguido en el informe. En el anejo 1 se muestra un plano con su emplazamiento.

<i>Punto de control</i>	<i>Referencia Equipo</i>	<i>Denominación</i>
<b><i>Grieta en pared oeste, último tramo de escalera</i></b>	EQ-1539	Grieta D
<b><i>Grieta en arranque de cúpula de escaleras</i></b>	EQ-1543	Grieta E

**Tabla 1. Denominación fisurómetros potenciométricos**





**Fotografía de fisurómetro analógico instalado.**

Se han instalado tres fisurómetros rectos para control de desplazamientos horizontales o verticales, con rango horizontal: -20+20 mm, mínima graduación 0,5 mm y rango vertical: -10+10 mm, mínima graduación 0,5 mm, de la marca GIS IBERICA, referencia FI 007.

El seguimiento se realiza de forma visual, ya que el equipo se compone de dos tablillas que se anclan una a cada lado de la grieta, siendo la de abajo opaca con una cuadrícula dibujada, y la superior transparente con una cruz roja pintada. Al producirse el desplazamiento de apertura o cizalla en la grieta se van moviendo relativamente las dos partes del equipo registrando los movimientos con respecto de la medida inicial, denominada lectura a cero.

<i>Punto de control</i>	<i>Referencia Equipo</i>	<i>Denominación</i>
<i>Grieta en pared Norte de la sala a la derecha del vestíbulo en planta 0</i>	-	Grieta A
<i>Grieta en pared oeste a la derecha junto acceso a las escaleras</i>	-	Grieta B
<i>Grieta en pared Sur, bajo ventana en sala enfrente de las escaleras</i>	-	Grieta C

**Tabla 2. Denominación fisurómetros analógicos**



Fotografía de fisurometro analógico instalado

Se ha instalado un fisurómetro para dos direcciones, con rango horizontal: -25+25 mm, mínima graduación 0,5 mm y rango vertical: -25+25 mm, mínima graduación 0,5 mm, de la marca GIS IBERICA, referencia FI 002.

El seguimiento se realiza de forma visual, ya que el equipo se compone de dos tablillas que se anclan una a cada lado de la grieta, siendo una opaca con una cuadrícula dibujada, y la superior transparente con una cruz roja pintada. Al producirse el desplazamiento de hundimiento de uno de los lados de la grieta se van moviendo relativamente las dos partes del equipo registrando los movimientos con respecto de la medida inicial, denominada lectura a cero.

<i>Punto de control</i>	<i>Referencia Equipo</i>	<i>Denominación</i>
<i>Grieta en pared oeste, último tramo de escalera</i>	-	Grieta D

Tabla 3. Denominación fisurómetros analógicos

Finalmente se está llevando un seguimiento de una serie de testigos de yeso ya instalados a fecha de colocación de nuestros equipos, marcando los que ya estaban rotos a fecha 19/10/16, y los que se van rompiendo o no, con las sucesivas visitas.



Fotografía de testigo de yeso en seguimiento

<i>Punto de control</i>	<i>Estado a día 19/10/16</i>	<i>Denominación</i>
<i>Junto caja de la luz en tabique habitación grieta C de planta 1</i>	Sano	Yeso 1
<i>Junto escalera en planta 1</i>	Sano	Yeso 2
<i>Ventana grieta C planta 1</i>	Roto	Yeso 3
<i>Pilar arranque escalera planta 0 cara sur</i>	Roto	Yeso 4
<i>Pilar arranque escalera planta 0 cara norte</i>	Sano	Yeso 5
<i>Jamba de la puerta de acceso escaleras planta 0</i>	Sano	Yeso 6
<i>Grieta en pared oeste a la derecha junto acceso a las escaleras Grieta B</i>	Roto	Yeso 7
<i>Puerta de acceso a la sala a la derecha del vestíbulo en planta 0</i>	Sano	Yeso 8

Tabla 4. Denominación de los testigos de yeso

### 1.1.3.- Trabajos de campo

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza

Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





Los trabajos de campo comenzaron por la visita a obra para la correcta ejecución de la instalación y seguimiento de los sistemas de monitorización. En ella se marcaron las pautas a seguir. De este modo, en estrecha colaboración con el cliente se decidió colocar los sistemas de seguimiento repartidos por las grietas más importantes que presenta el edificio.

El día 3 de Octubre de 2016 se procede a la colocación de los sistemas de auscultación del edificio.

Para la colocación de las placas de anclaje fue necesario emplear taladros de control eléctrico de perforación y tacos de anclaje roscados, con tuercas y arandelas anti-afloje. De este modo se consiguió garantizar la fijación a las paredes durante el plazo de un año marcado en los objetivos del trabajo.

El día de la instalación se procedió a la lectura inicial de cada fisurómetro y a su anotación en el correspondiente estadillo de seguimiento. Previamente se habían calculado y anotado las constantes de cada aparato, procediendo al siglado identificativo de cada equipo. Así se consiguió implementar un sistema trazable de puesta a punto de los equipos y, se aseguró la idoneidad del inicio del trabajo, ya que los ajustes a posteriori, durante las tareas de seguimiento de las grietas no resultan posibles sin perder datos. Todas las comprobaciones y lecturas se hicieron por triplicado y se recomprobaron en una segunda vuelta.

A partir de ese momento se realizó un seguimiento convencional de los equipos, según prescripciones de la dirección facultativa. Para ello se trazó un calendario de medidas puntuales, con una cadencia de una cada mes. La sistemática aplicada fue la misma que para el montaje, por triplicado, y se recomprobaron en una segunda vuelta. También, en varios días, se desplazaron dos técnicos de la empresa Control 7 s.a.u. para realizar por separado las adquisiciones, con el fin de comprobar la repetitividad del método de medida con operarios diferentes. El resultado fue satisfactorio.

Cabe reseñar que, en todos los casos, no se apreciaron diferencias entre los datos iniciales y los finales. Lo cual nos indica que la incidencia de los agentes atmosféricos fue mínima en los equipos, y que los sistemas de anclaje fueron los adecuados para el fin perseguido.

El mismo día de instalación de los fisurómetros potenciométricos se procedió a la colocación de los analógicos.

En la actualidad se siguen tomando medidas de los fisuómetros.

#### **1.2.4.- Trabajos de gabinete**

Los trabajos de gabinete han consistido en el procesado de los datos adquiridos, el seguimiento de los mismos y conducción de la información hacia el cliente y dirección de obra y la asistencia técnica previa, durante y post-trabajo.

Con toda la información recogida se ha integrado en una serie de planos de interpretación, y se ha llevado a cabo un análisis, cuyos resultados se han visto plasmados en el presente informe.





Finalmente la edición, confección y desarrollo de la información gráfica y digital generada, completan el trabajo dando sentido y valor añadido a las campañas efectuadas.

## **2.- CONCLUSIONES**

Se ha llevado a cabo un inventario de grietas, que posteriormente ha derivado en un seguimiento de las mismas.

En la actualidad todavía es pronto para comprobar la evolución de las grietas, si bien a día de hoy no se registran movimientos significativos en las grietas monitorizadas.

Se recomienda continuar con el seguimiento por lo menos en un año de duración.





**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza (GRIETAS)**

**Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171414 -16**

**Noviembre de 2016**

**11**

### **3.-ANEJOS**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179





**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza (GRIETAS)**

**Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171414 -16**

**Noviembre de 2016**

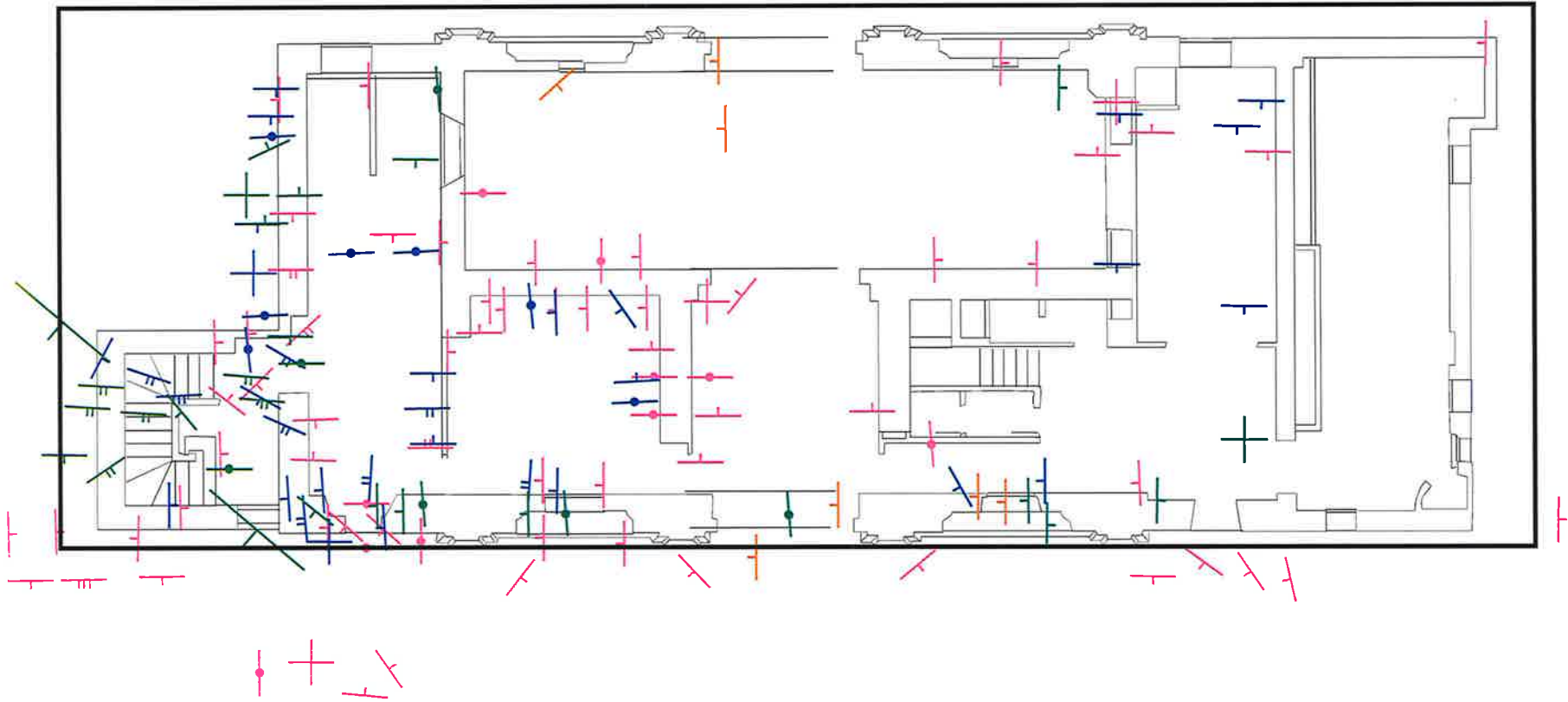
**12**

### **3.1.- INVENTARIO DE GRIETAS (PLANOS)**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

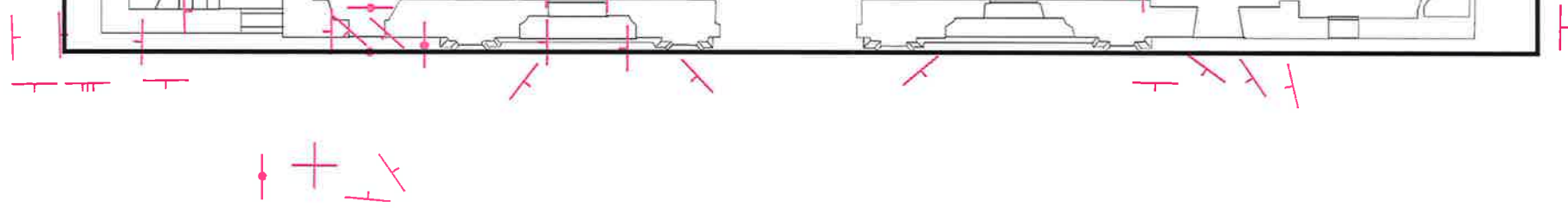
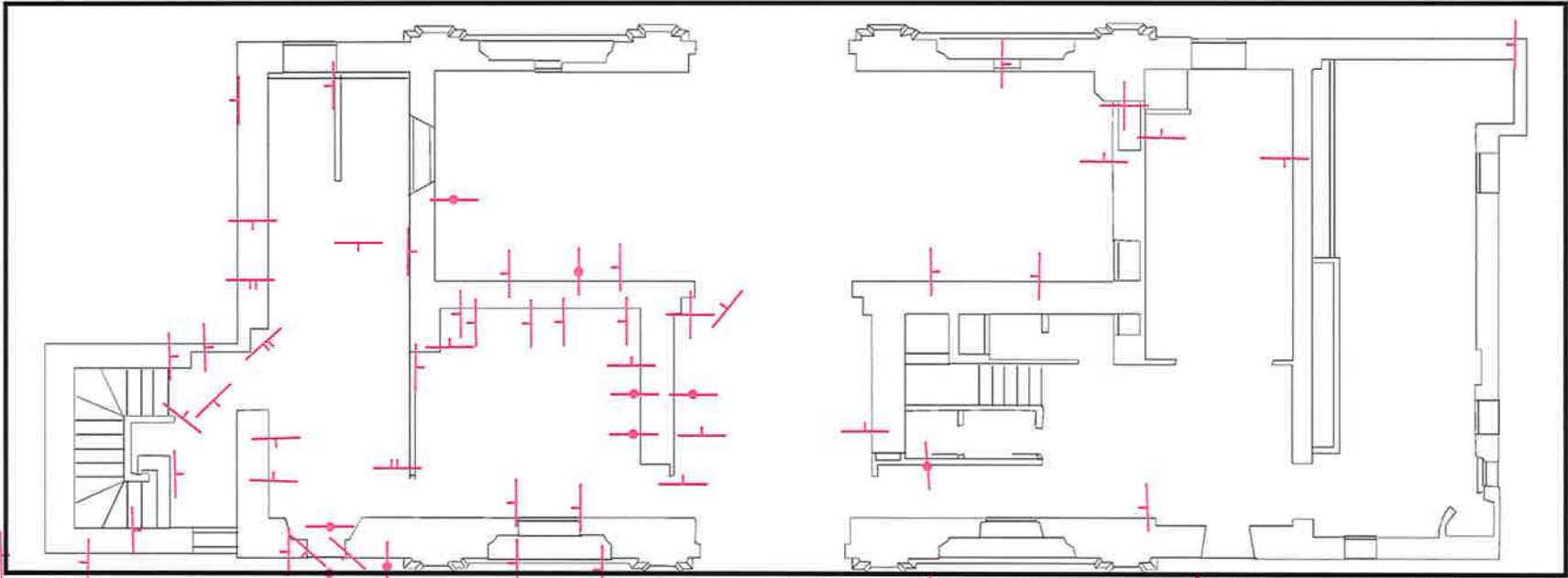
CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179








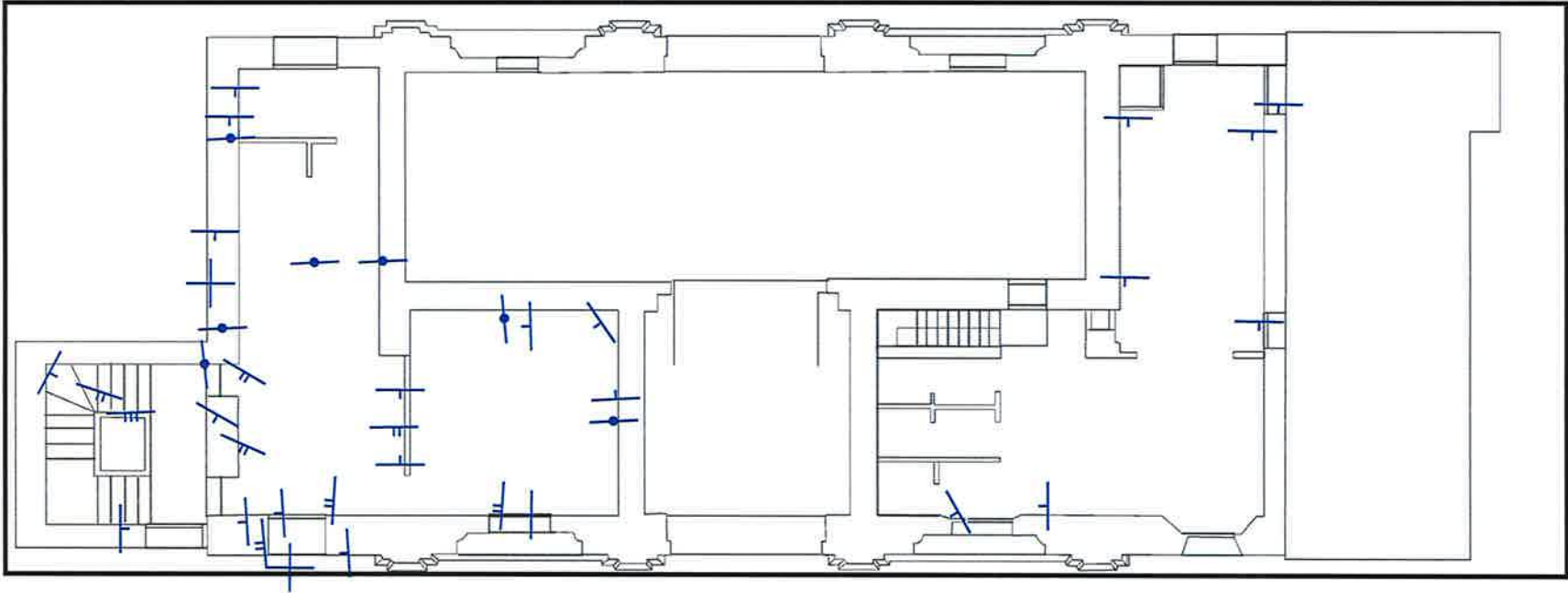






- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0

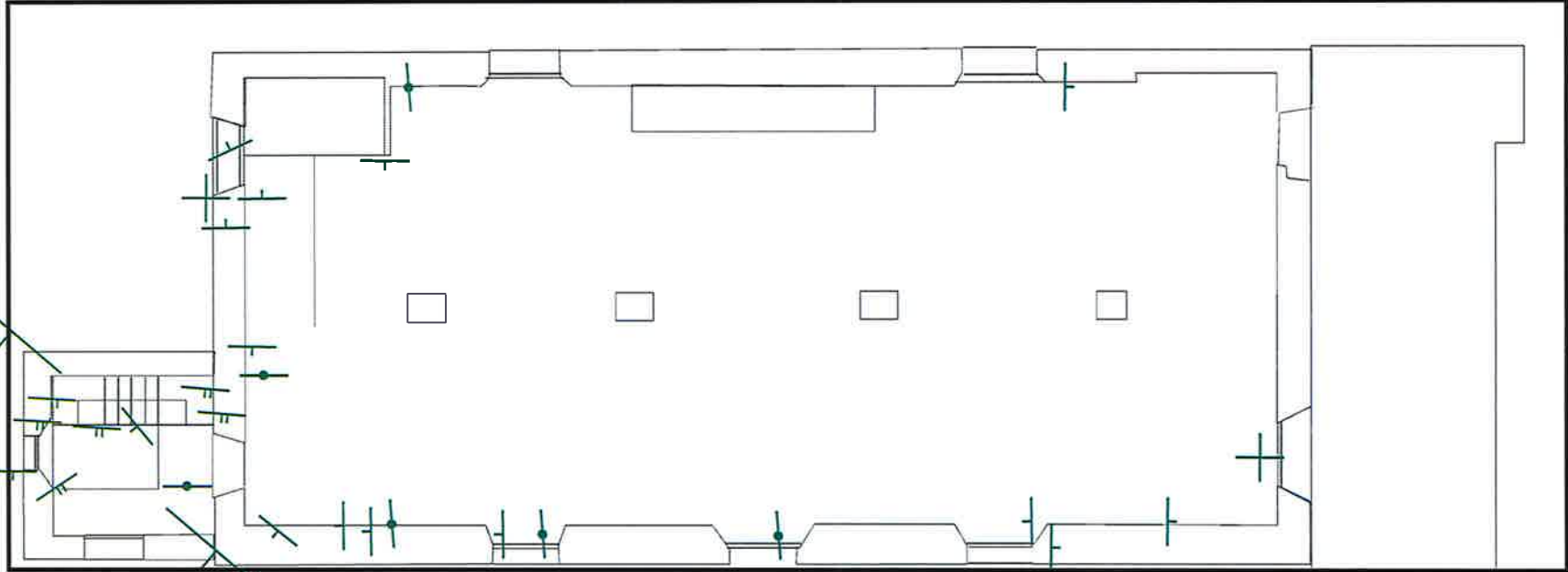




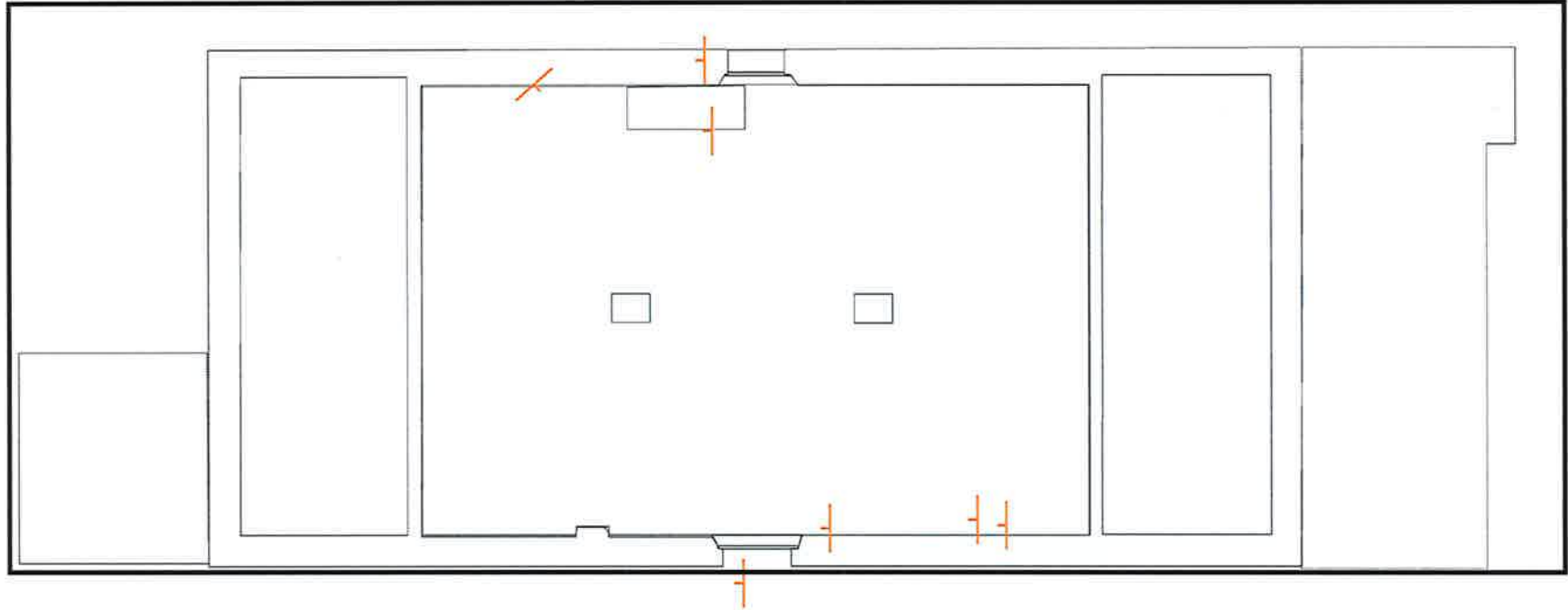
-  Planta 3
  -  Planta 2
  -  Planta 1
  -  Planta 0
-  →



-  Planta 3
-  Planta 2
-  Planta 1
-  Planta 0



- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0



- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0



**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza (GRIETAS)**

**Peticionario: Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171414 -16**

**Noviembre de 2016**

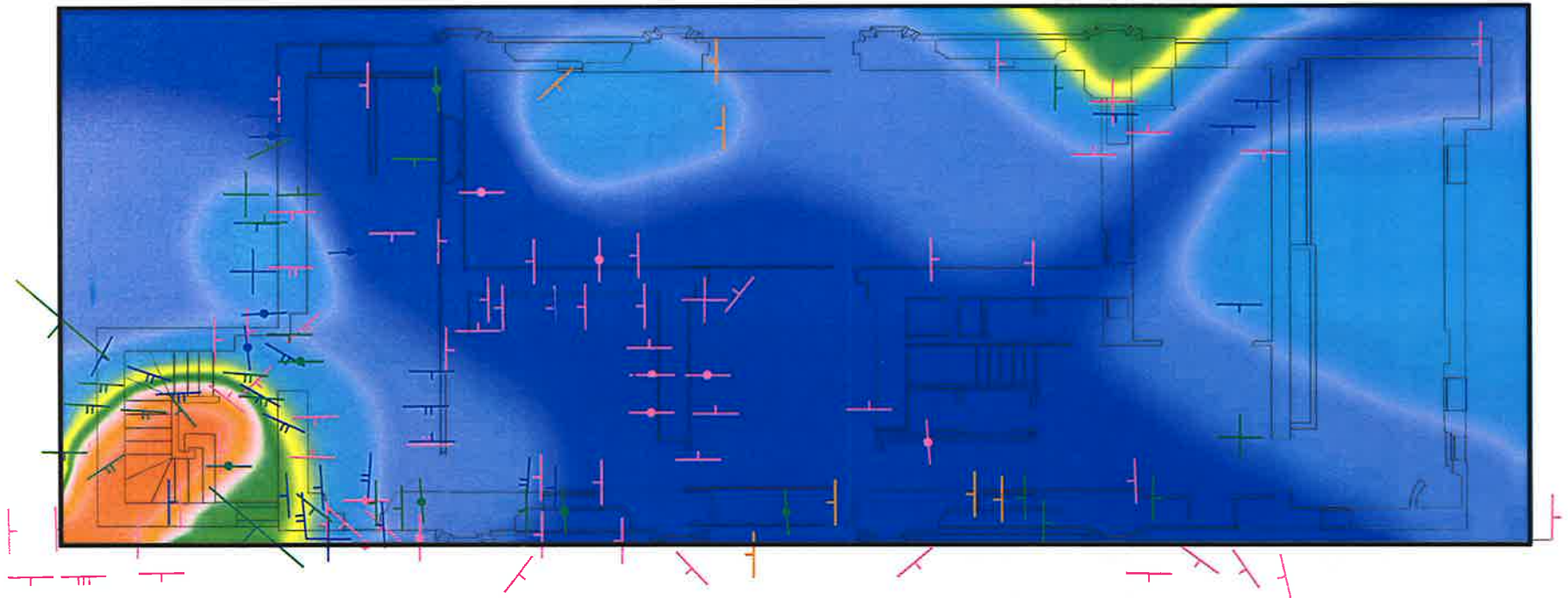
**13**

### **3.2.- INVENTARIO DE GRIETAS (SURFER)**

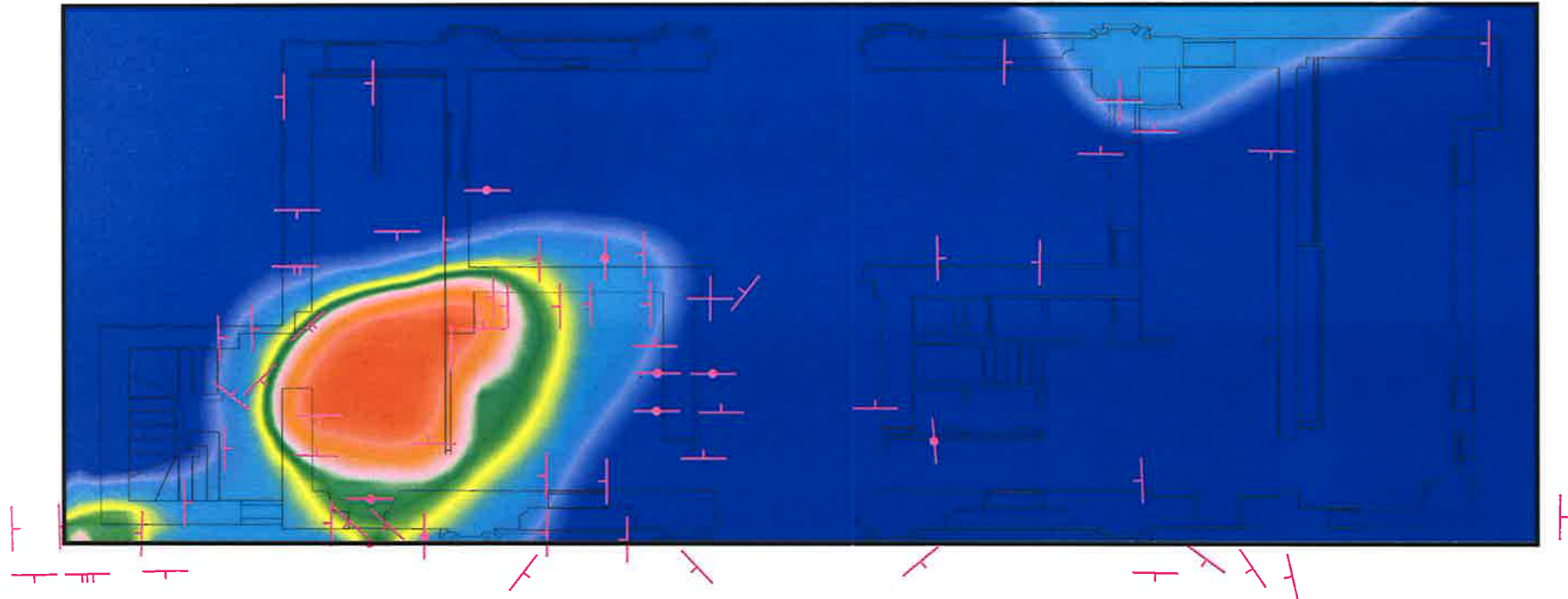
Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1ª.- C.I.F. A-50361179

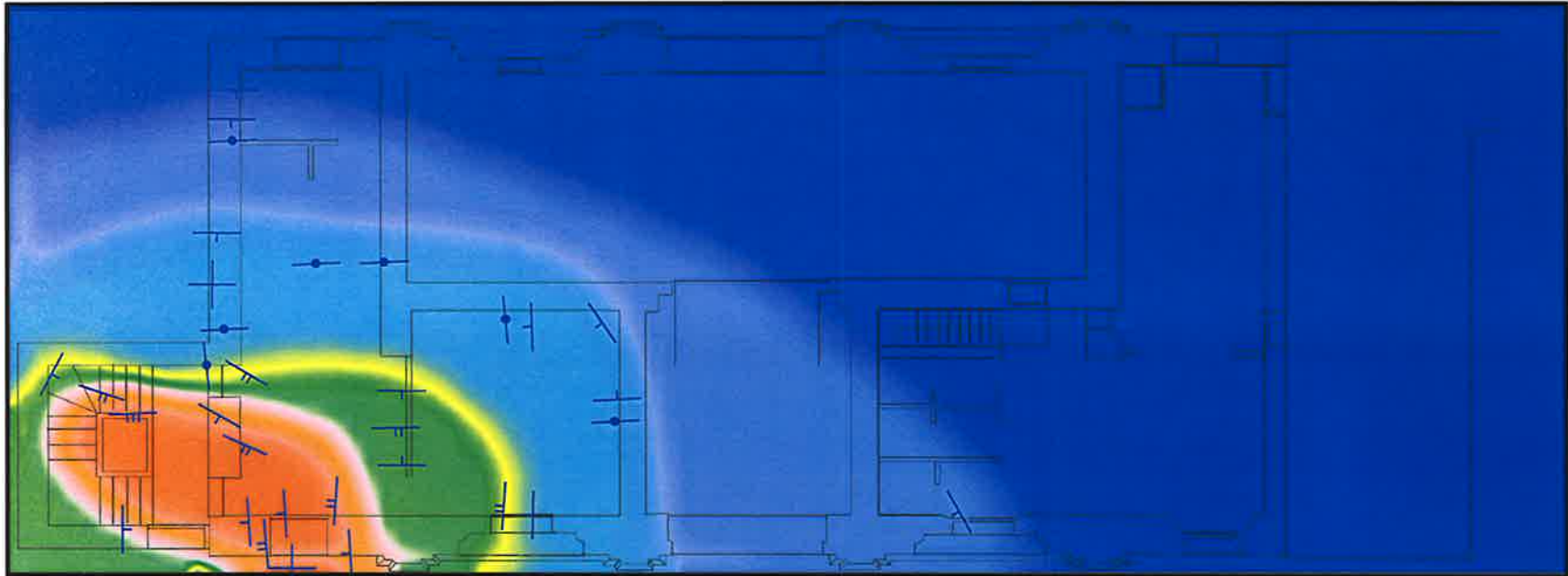




- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0

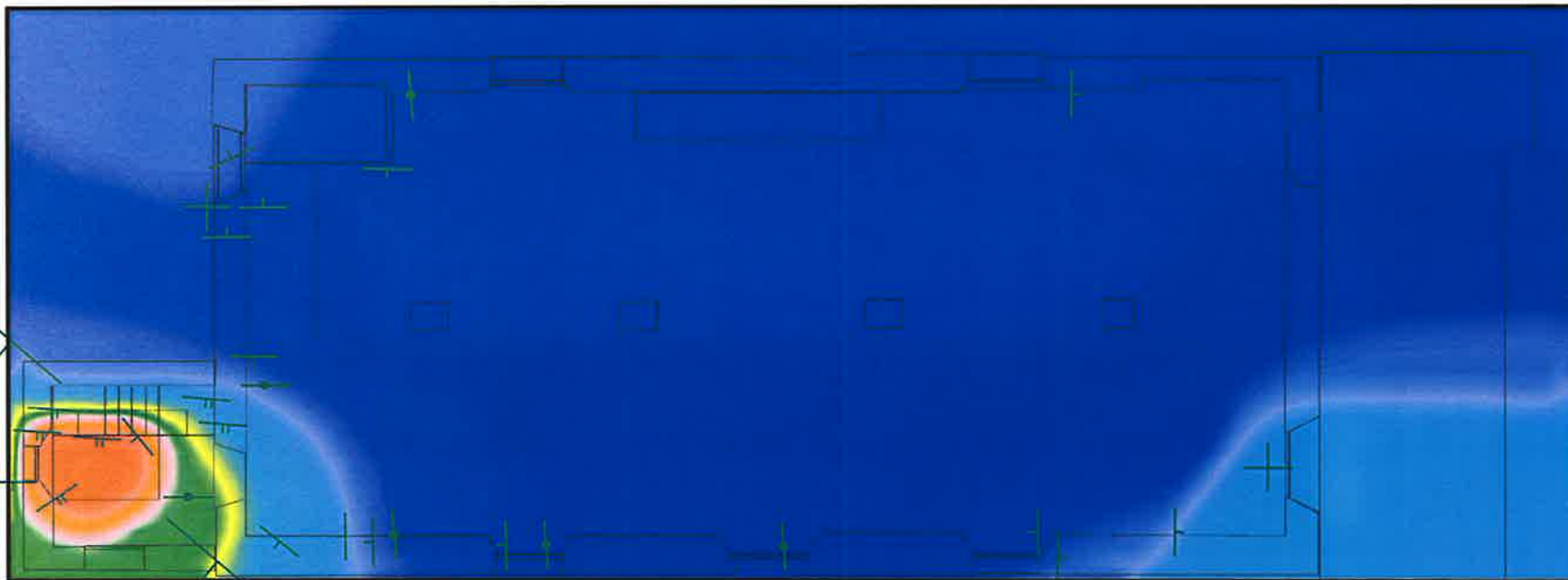


- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0

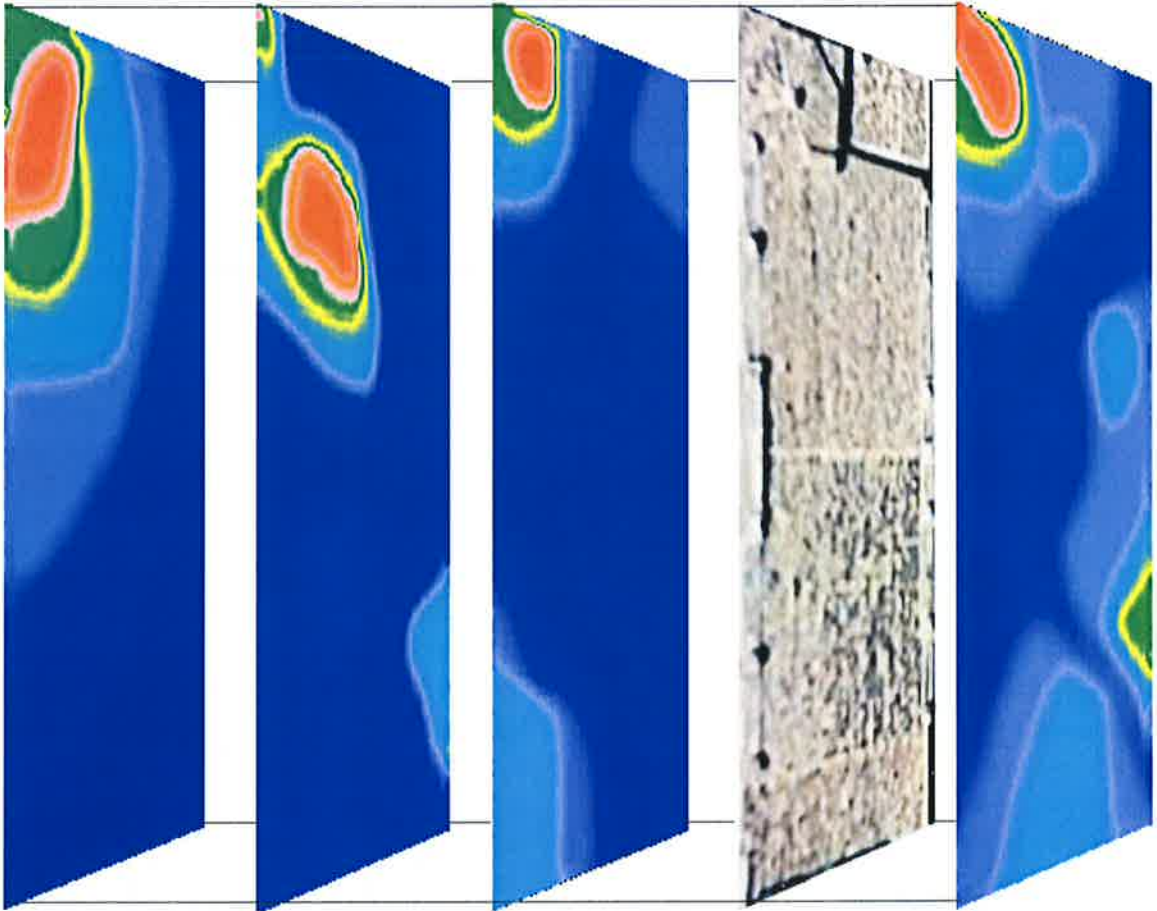
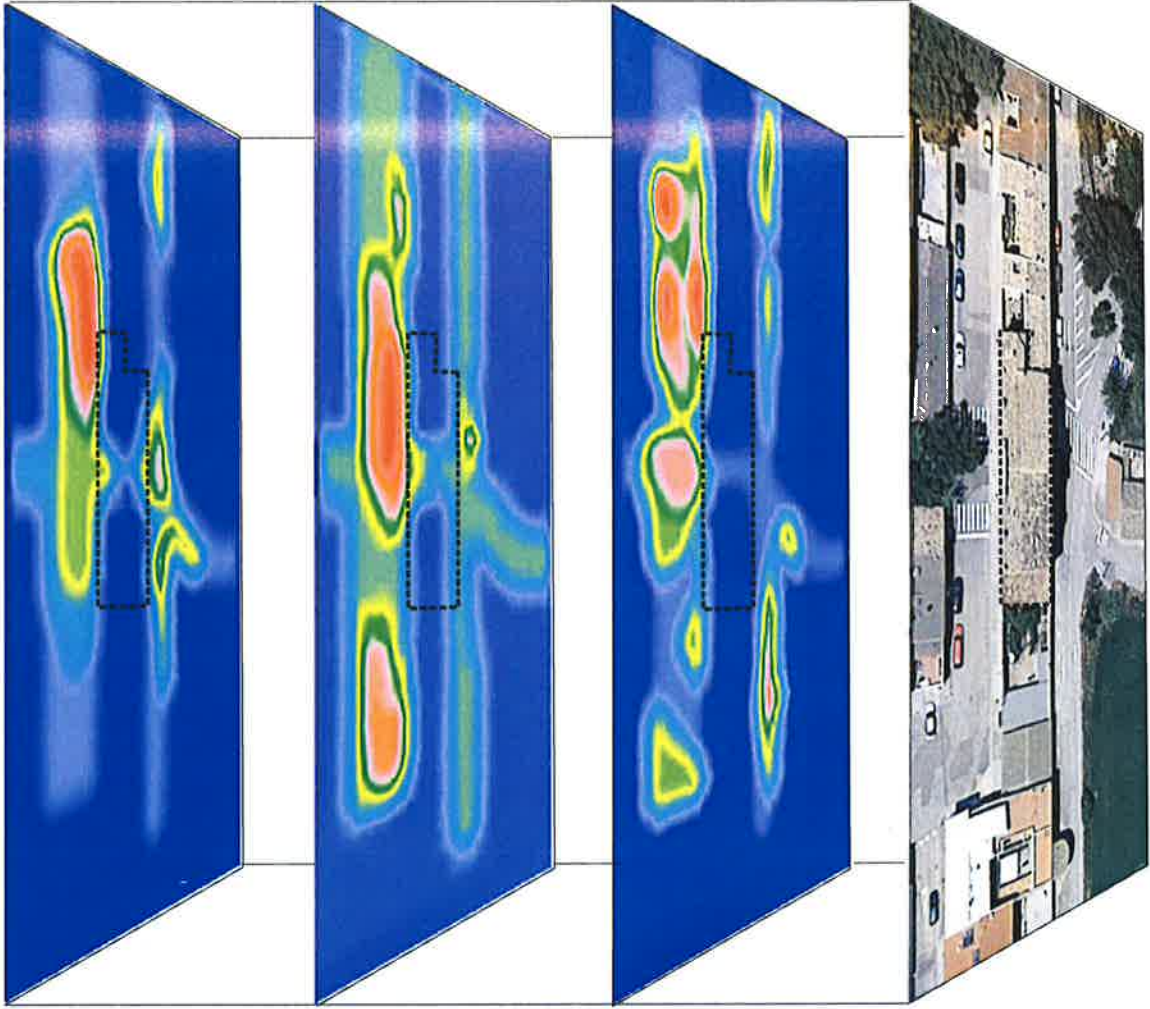


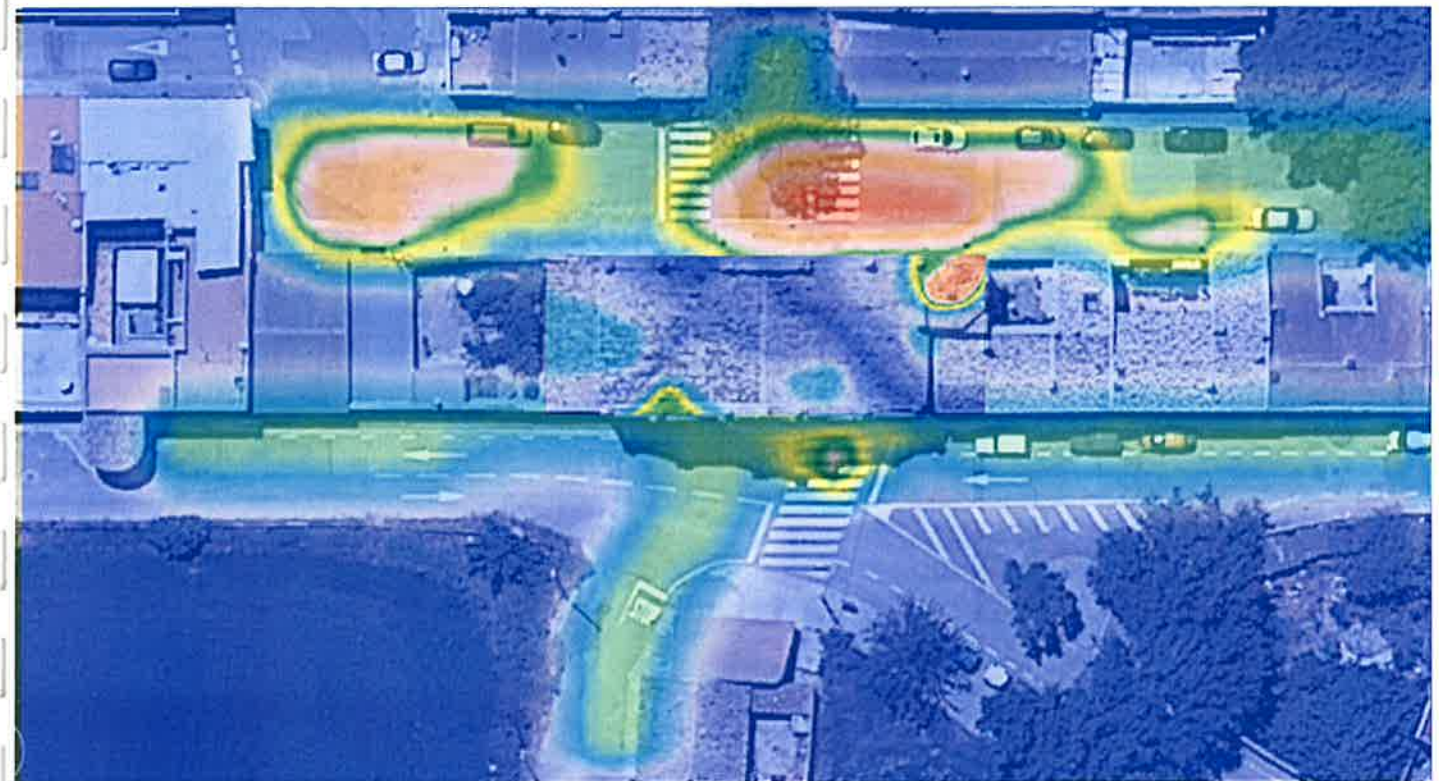
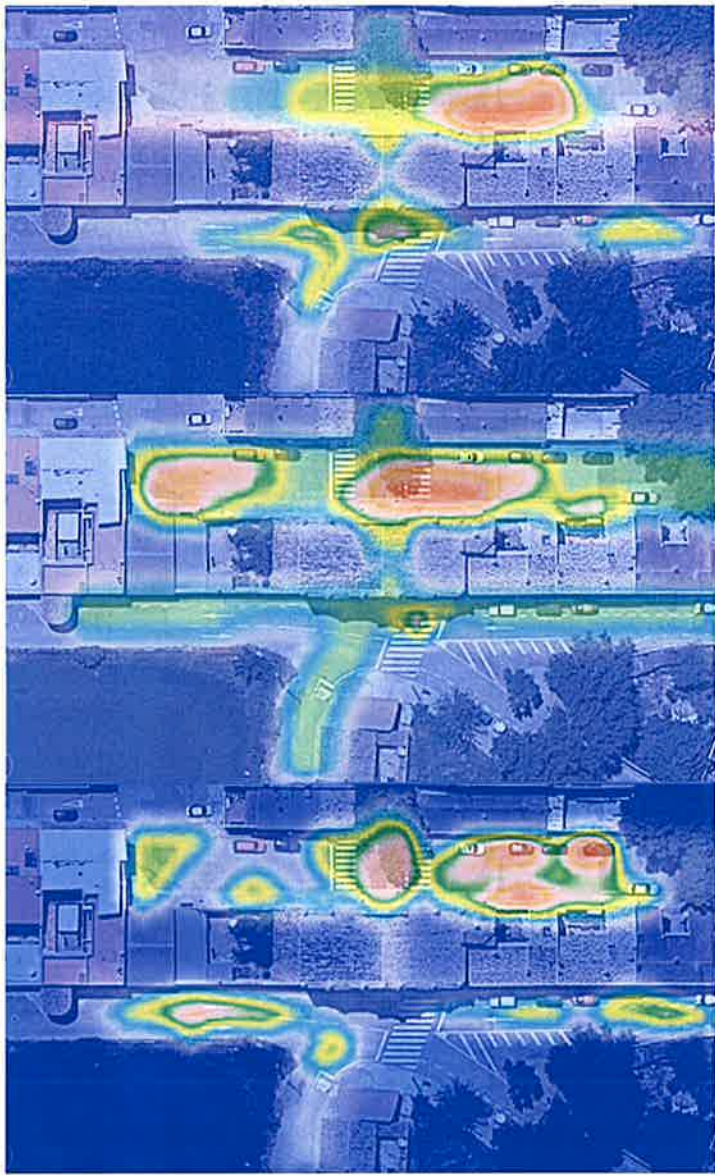
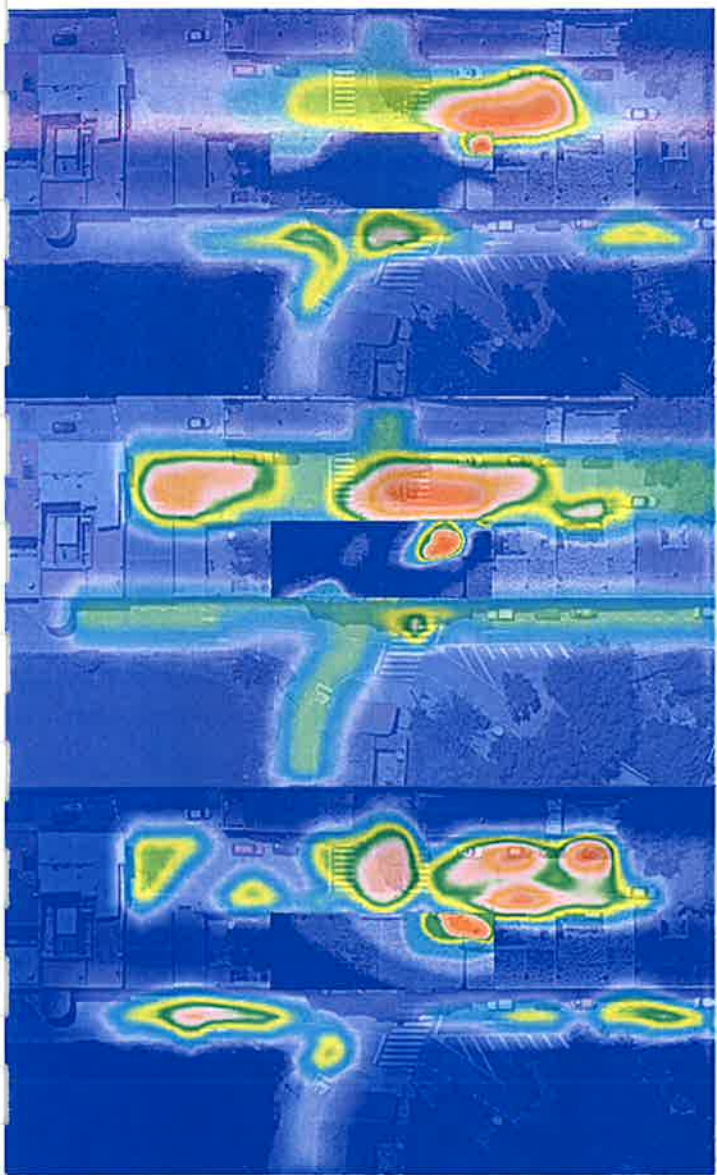
- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0





- Planta 3
- Planta 2
- Planta 1
- Planta 0







**Estudio del subsuelo y patologías del edificio  
La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza (GRIETAS)**

Peticionario: **Ayuntamiento de Zaragoza**

**GTC-171414 -16**

Noviembre de 2016

**14**

### **3.3.- SEGUIMIENTO DE GRIETAS**

Polígono Malpica-Santa Isabel (Agrupación Los Sitios) – Calle E, Parcela 59-61, nave 9 – 50057 Zaragoza  
Tels.: 976 571 227 – 976 573 754 – Fax: 976 573 494

CONTROL 7. Inscrita en el Registro Mercantil de Zaragoza, tomo 977, folio 59, hoja Z-683, suscripción 1º.- C.I.F. A-50361179





ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código Acta: -  
Fecha emisión: -

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza		
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza		
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza		
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotecnico	Petición N°:	
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:	
	Fecha solicitud:	18/07/2016		
	Observaciones:			
Muestreo:	Fecha:	-	Lugar:	Grieta D Escalera
	Plan de control:	Plan de seguimiento	Procedimiento:	Conforme norma
	Condiciones:	-		
Muestra:	Denominación:	-		Códigos Muestra
	Tipo:	-	Tomada por:	
ENSAYO SOLICITADO			NORMA / PROCEDIMIENTO	
Seguimiento de fisuras				

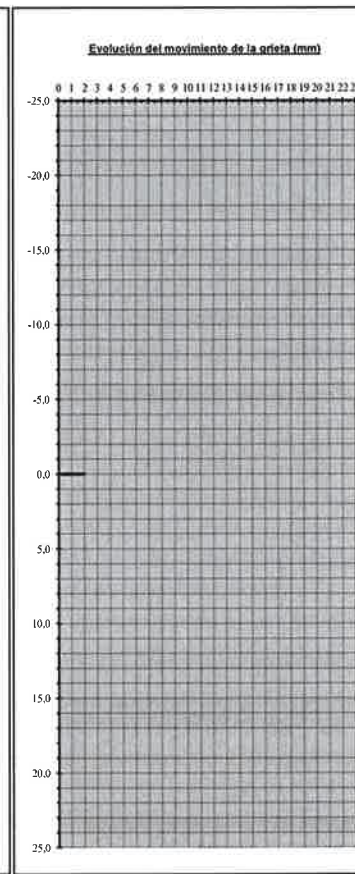
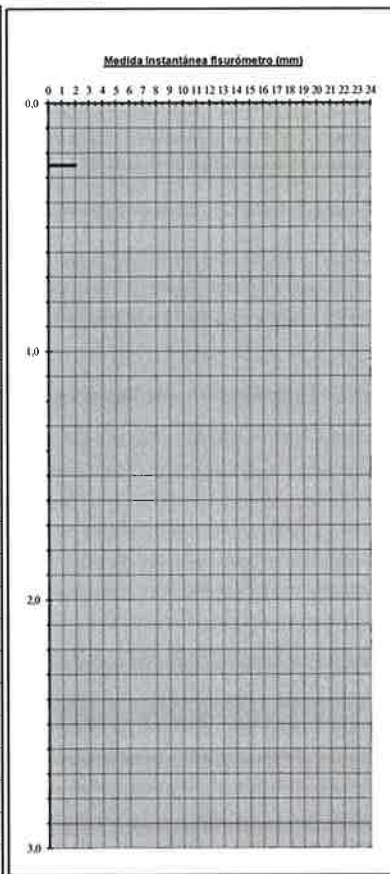
RESULTADOS OBTENIDOS



EQUIPO	EQ-1543
Fecha de calibración	03/10/2016
Fecha de colocación	03/10/2016

	Lectura polímetro	Lectura corregida (mm)
Lectura Extendido (20K)	2,14	50,00
Lectura Recojido (20K)	0,10	2,34
Lectura colocado (20K)	0,25	5,84

° orden	fecha	Lectura polímetro	Lectura desplazamiento instantánea (mm)	Lectura desplazamiento respecto a 0,00 (mm)
0	03/10/2016	0,25	5,84	0,00
1	19/10/2016	0,25	5,84	0,00
2	10/11/2016	0,25	5,84	0,00
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				



El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7. Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio	Fdo. Jefe de Area GTC	Fdo. Técnico Area GTC
Javier Gracia Abadías	Sergio Gaspar Calvo	

Laboratorio Acreditado n° registro: HA (B.O.A. N° 136 de 10/11/2000) SE (B.O.A. n° 136 de 10/11/2000) SV (B.O.A. n° 136 de 10/11/2000) Acreditación ENAC n° 384 LE849 para la realización de Análisis Físico-Químicos de Aguas de Consumo, Continentales y Residuales.

Peticionario:	Nombre:	Ayuntamiento de Zaragoza			
	Dirección:	Vía Hispanidad, 45-47. Zaragoza			
	Obra/trabajo:	Estudio del subsuelo y patologías del edificio La Portería en la Cartuja Baja de Zaragoza			
Petición:	Solicitud:	Conforme Estudio Geotecnico	Petición N°:		
	Solicitante:	Ignacio Zabala Adrada	Ref. Peticionario:		
	Fecha solicitud:	18/07/2016			
	Observaciones:				
Muestreo:	Fecha:	-	Lugar:	Grieta D Escalera	Códigos Muestra
	Plan de control:	Plan de seguimiento	Procedimiento:	Conforme norma	
	Condiciones:	-			
Muestra:	Denominación:	-			
	Tipo:	-	Tomada por:	Sergio	
ENSAYO SOLICITADO			NORMA / PROCEDIMIENTO		
Seguimiento de fisuras					

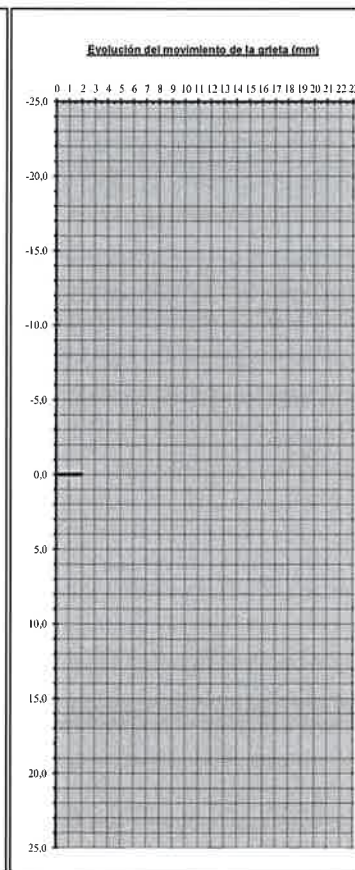
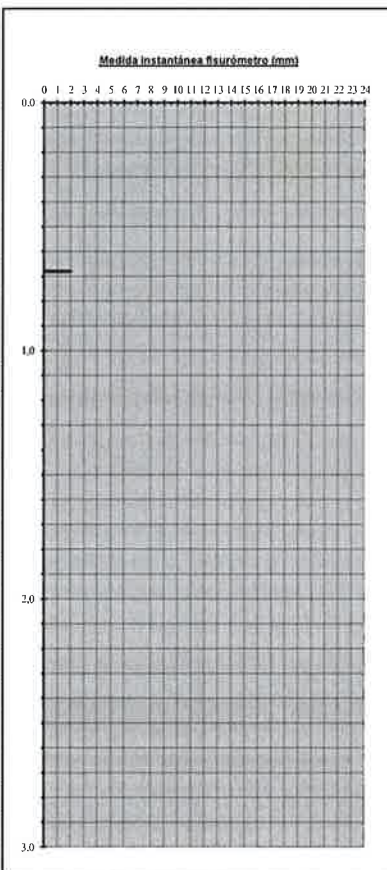
**RESULTADOS OBTENIDOS**



EQUIPO	EQ-1539
Fecha de calibración	03/10/2016
Fecha de colocación	03/10/2016

	Lectura polímetro	Lectura corregida (mm)
Lectura Extendido (20K)	2,12	50,00
Lectura Recojido (20K)	0,10	2,36
Lectura colocado (20K)	0,68	16,04

* orden	fecha	Lectura polímetro	Lectura desplazamiento instantánea (mm)	Lectura desplazamiento respecto a 0,00 (mm)
0	03/10/2016	0,68	16,04	0,00
1	19/10/2016	0,68	16,04	0,00
2	10/11/2016	0,68	16,04	0,00
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				



El contenido de este Acta no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización expresa de Control 7  
Los resultados únicamente afectan a la muestra sometida a ensayo.

Fdo. Director Laboratorio	Fdo: Jefe de Area GTC	Fdo: Técnico Area GTC
Javier Gracia Abadías	Sergio Gaspar Calvo	