



TECMINSA, S. L.
TECNICAS MINERAS DE SANTA MARTA.
Profesionales de la Tierra

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO



**“ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE LA
ZONA DE UBICACIÓN DE UNAS BALSAS DE EFLUENTES
DE ALMAZARA EN LAS PARCELAS 5044 Y 5045 DEL
POLÍGONO 19 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE
VILLANUEVA DE LA SERENA (BADAJOZ)**

PETICIONARIO: COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA

AUTOR: D. Francisco J. Fernández Amo

Geólogo Colegiado n.º: 3.214

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Generalidades.

1.2.- Descripción de la actividad.

1.3.- Características constructivas de las instalaciones:

1.3.1.- Introducción.

1.3.2.- Descripción de las obras.

1.3.3.- Impermeabilización de la balsa.

1.3.4.- Sistema de drenaje.

1.3.5.- Descripción del sistema de detección de fugas de las balsas mediante piezómetros.

1.4.- Metodología de estudio.

1.5.- Localización geográfica.

2.- ASPECTOS FISIOGRAFICOS E HIDROLOGÍA:

2.1.- Geomorfología

2.2.- Hidrología.

3.- GEOLOGÍA:

3.1.- Introducción.

3.2.- Geología regional.

3.3.- Geología local:

3.3.1.- Estratigrafía.

ÍNDICE

3.3.2.- Tectónica.

3.3.3.- Edafología.

3.3.4.- Columna estratigráfica.

4.- HIDROGEOLOGÍA.

4.1.- Marco hidrogeológico:

4.1.1.- Introducción.

4.1.2.- Presencia de acuíferos en el entorno y características geométricas y litológicas de los mismos.

4.1.3.- Tipología de los acuíferos.

4.1.4.- Características piezométricas, flujo subterráneo y funcionamiento hidrogeológico.

4.2.- Hidrogeología local:

4.2.1.- Inventario de pozos, sondeos y manantiales en el Entorno próximo.

4.2.2.- Características estructurales y análisis de la Fracturación en este tipo de acuíferos.

4.2.3.- Permeabilidad.

4.2.4.- Caracterización geológica e hidrogeológica de La zona no saturada.

4.2.5.- Situación del nivel piezométrico local.

5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

5.1.- Introducción

5.2.- Velocidad de avance del flujo.

ÍNDICE

5.3.- Ubicación de puntos de control.

6.- ESTUDIO DE LA INTERCONECTIVIDAD:

6.1.- Introducción.

6.2.- Estudio de la afección sobre las aguas superficiales.

6.3.- Estudio de la afección sobre las aguas subterráneas de la zona:

6.3.1.- Introducción.

6.3.2.- El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

6.4.- Medidas preventivas para evitar la contaminación de suelos y agua.

7.- CONCLUSIONES.

ANEXO I: MAPAS Y PLANOS

ANEXO II: DATOS GEOFÍSICOS

ANEXO III: ENSAYO LEFRANC

ANEXO III: DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE HABILITACIÓN PROFESIONAL
COMO TÉCNICO TITULADO COMPETENTE.

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Generalidades:

El presente Estudio Hidrogeológico se presenta a petición de Cooperativa del Campo “La Sagrada Familia” con CIF. F06004030, y domicilio en Zurbarán (Badajoz) en la C/ Ronda Norte s/n, C.P.: 06712, para acompañar al documentación para un autorización ambiental de dos balsas de evaporación de efluentes de almazara.

La industria que genera los efluentes es una almazara, propiedad del titular de esta solicitud, para la obtención de aceite de oliva. Las balsas de evaporación se ubicarán ocupando parte de las Parcelas 5044 y 5045 del Polígono 19 del Término Municipal de Villanueva de la Serena (Badajoz).

1.2.- Descripción de la actividad:

1.2.1.- Introducción:

Los efluentes de almazara tienen una difícil degradación en la naturaleza, es difícil básicamente debido a que contiene productos con poder antibacteriano.

La composición química de los efluentes es la siguiente:

Por ser un producto natural su composición no es constante, variando con el tipo de aceituna, la estación, el tipo de recogida y sobre todo con el proceso, industrial utilizado para obtener el aceite. Su composición aproximada es la siguiente:

- Agua: 83,5 %
- Materia orgánica: 15 %
- Minerales: 1,8 %

Estas sustancias contaminantes deben de estar debidamente almacenadas sobre balsas efectivamente impermeabilizadas como es el caso de la balsa que se pretende impermeabilizar, ya que con la ingeniería de impermeabilización aplicada en este tipo de balsas se anula cualquier posibilidad de filtración, ello unido a la dimensión y profundidad de las misma, evita cualquier posibilidad de colmatación, ya que el volumen de los efluentes dista mucho de sobrepasar la cota de riesgo de colmatación de la balsa existente.

La almazara procesa en un proceso continuo de dos fases, que comienza con la molienda de la aceituna para romper sus tejidos y facilitar la salida del aceite. La masa obtenida se somete a un termobatido para facilitar la separación de las fases sólida y líquida, que pasan a la centrífuga horizontal o decanter donde se produce la separación de los tres componentes de la masa, ocupando dos fases distintas.

Al tratarse de un sistema de dos fases, el agua de vegetación de la aceituna sale del decanter junto con la materia seca desengrasada, formando un orujo húmedo o alperujo que es almacenado en unas tolvas exteriores hasta su posterior expedición.

La total separación de las fases oleosa y acuosa se realiza por medio de la centrifuga vertical. La utilización de un sistema de extracción de aceite en el que se producen fundamentalmente dos fases (aceite y orujo húmedo), reduce notablemente el consumo de agua y por tanto la producción de aguas residuales que quedan reducidas al 20-40% de las producidas por el sistema de tres fases. Asimismo, la carga orgánica del nuevo efluente se reduce al 6-15%. El nuevo orujo (alperujo) contiene un 55-60% de agua y la mayor parte de los componentes del alpechín.

Las aguas procedentes del lavado de las aceitunas y del lavado del aceite en la centrifugadora vertical serán recogidas y transportadas hasta las futuras balsas de recepción.

1.3.- Características constructivas de las instalaciones:

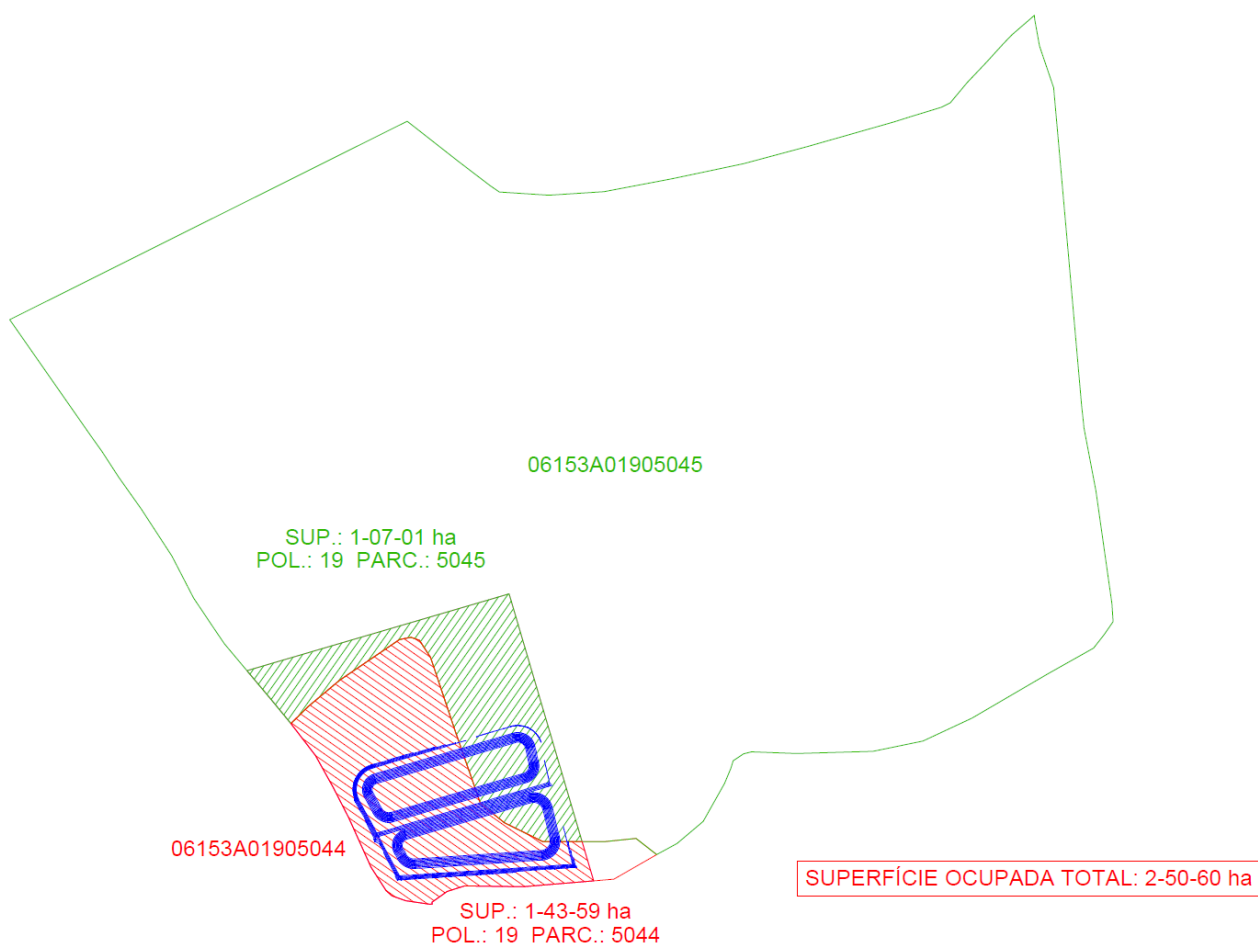
1.3.1.- Introducción:

Las balsas tendrán una profundidad de 2,00 m, siendo el calado de 1,50 m, quedando 0,50 m de reserva en previsión de lluvias, las principales características de las instalaciones son las siguientes:

- o Fondo de las balsas regularizado y con red de drenaje.
- o Muros perimetrales con talud 2/1 en el exterior y 3/1 en el interior con materiales seleccionados y debidamente compactados.
- o Interior de las balsas recubierto con una primera membrana de geotextil y sobre ella una lámina impermeabilizante de polietileno.
- o Camino perimetral para control.
- o Se dispondrán pozos de monitoreo conectados a la red de drenaje para controlar posibles fugas.
- o Se dispondrá de un cerramiento perimetral de toda la instalación.
- o Las balsas irán dotadas de una cuneta perimetral que eviten el acceso de las aguas de escorrentías.

En cuanto a las dimensiones, las principales características de las balsas son las siguientes:

	Balsa A	Balsa B	Total
Superficie fondo (m ²)	1.946,72	1.986,21	3.932,93
Superficie superior (m ²)	3.433,23	3.407,32	6.840,55
Lámina de agua (m ²)	3.040,27	3.030,41	6.070,68
Capacidad (m ³)	3.740,00	3.793,00	7.533,00



1.3.2.- Descripción de las obras:

Las obras que se van a efectuar tendrán la siguiente secuencia:

- Arranque y retirada de los árboles frutales.

- Retirada de tierra vegetal del conjunto del corte de trabajo, con extendido de la misma en zonas limítrofes o cercanas.
- Replanteo de la obra.
- Trabajos de desmonte y terraplenado simultáneo con retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado.
- Ejecución de la red de drenaje.
- Perfilado de terraplenes y camino de coronación.
- Colocación de geotextil.
- Ejecución de la zanja de coronación
- Colocación de lámina de polietileno mediante soldadura.
- Sujeción de la lámina en la zanja mediante relleno de la zanja con hormigón y tierra.
- Colocación de chimeneas de ventilación.
- Acondicionamiento de puntos singulares como el área de descarga y la zona de comunicación entre balsas.
- Colocación de pozos de monitoreo para el control de las filtraciones.
- Ejecución de camino perimetral. - Instalación del cerramiento.

Durante toda la ejecución del proyecto se contará con el apoyo de un laboratorio homologado que realizará el control de calidad, que para el caso de las soldaduras será para la totalidad de las mismas y con el seguimiento de un equipo de topografía, así como los elementos de seguridad que sean precisos para controlar los riesgos de un movimiento de equipos mecánicos de este tipo, mención especial merece la necesidad de que el promotor y la empresa constructora se coordinen para gestionar cuantos permisos y medios para garantizar la seguridad sean necesarios cuando la maquinaria se mueva en caminos públicos y/o carretera.

1.3.3.- Impermeabilización de la balsa:

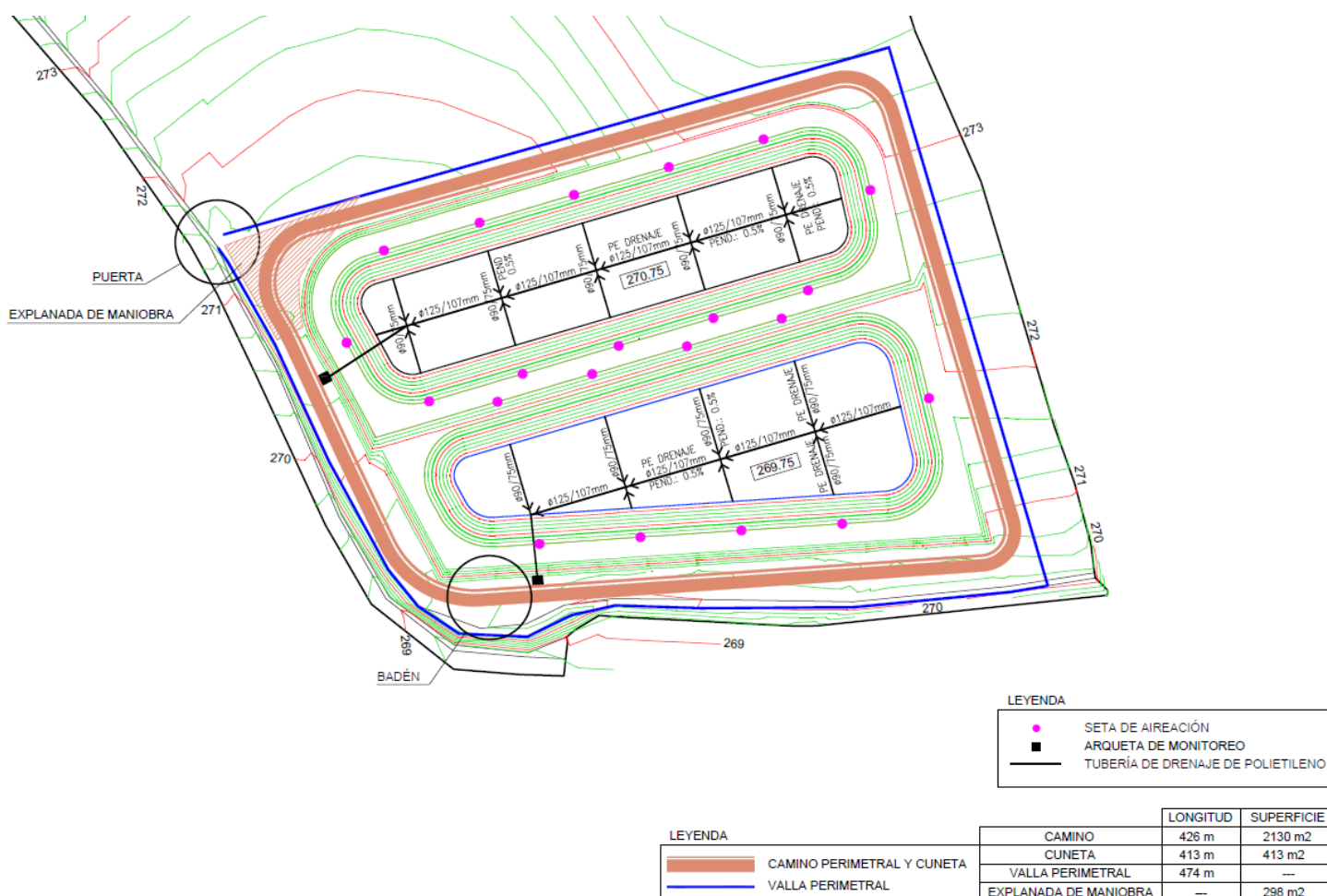
La impermeabilización se llevara a cabo mediante una geomembrana, negra a base de polietileno de baja densidad (PEBD), obtenida por extrusión.

Colocación de geotextil de poliéster de 200 gr/m² entre el terreno y la lámina de polietileno como barrera anti-punzante, anti-drenaje y anti-filtrante.

En los taludes se colocaran tubos de PVC, desde la lámina de PE al exterior para que existan corrientes de aire que eviten la condensación y la humedad de bajo de la geomembrana.

1.3.4.- Sistema de drenaje:

El sistema de drenaje en ambas balsas, se dispone como se muestra en el dibujo y consta de un zuncho de 0,40 x 0,40 en la base de la balsa y debajo del geotextil y la lámina de PEAD, que tiene la forma que muestra el plano y va relleno de bolos, el cual estará unido a las arquetas de monitoreo, cuya función va ser atestiguar que la balsa no tiene ninguna fuga.



1.3.5.- Descripción del sistema de detección de fugas de las balsas mediante piezómetros:

Es fundamental la colocación de piezómetros de control para una detección inmediata de cualquier filtración de efluentes en la zona, y poder así tener una rápida respuesta en la contención de la contaminación, en base a ello y a las características de las zonas de flujo favorable se diseña la siguiente red de piezómetros.

Los piezómetros tienen que tener al menos 4 metros de profundidad. Para el entubado del piezómetro, se colocará a todo lo largo del agujero realizado por máquina de sondeo, una tubería de presión con un diámetro de 180 mm., todo el material empleado debe ser de buena calidad, la tubería de revestimiento de los piezómetros será de PVC, con una presión de 6 atms, siendo perfectamente cilíndrica con el fin de facilitar la maniobra de entrada y salida de los aparatos para realizar analíticas de control, procediéndose a su rasurado o colocación de puentecillos coincidiendo con la totalidad del tramo de cuaternario atravesado; entre el tubo de P. V. C. y la pared del sondeo, se procederá al relleno de este con grava de río.

El eje de los sondeos es vertical en toda su profundidad, colocando la tubería de PVC lo más coincidente posible al eje de perforación, no llegando al fondo de la perforación, ya que debido a posibles derrumbes, podría existir el riesgo de que no bajara hasta quedar perfectamente enfrentados ranurado y zona de acuífero detrítico.

El control de analíticas debe ser semestral, para que el tiempo de respuesta en caso de encontrar contaminantes sea rápida.

1.4.- Metodología de estudio:

El objetivo del presente estudio no es otro que determinar el carácter hidrogeológico de los materiales sobre los que se asienta la actividad y estudiar la posible influencia hidrogeológica de la misma sobre el suelo, hidrología e hidrogeología del entorno inmediato.

La metodología usada en el presente estudio es la más usada para el tipo de problemas que aquí se nos presenta y es la que sigue:

1ª Fase: La primera fase ha consistido en una exploración de campo donde se ha estudiado los distintos materiales aflorantes y la vulnerabilidad de posibles acuíferos de la zona de ubicación de la balsa y del entorno inmediato a las mismas, además se ha efectuado un estudio geofísico del subsuelo junto a las balsas, para estudiar en profundidad la posible existencia de aguas subterráneas y las características del acuífero.

El objetivo que se ha perseguido en esta fase es el de estudiar que unidades hidrogeológicas son las receptoras de los posibles acuíferos, los cauces superficiales y suelos existentes en la zona y el estudio de la posible vulnerabilidad con la existencia de las balsas.

2ª Fase: Estudio hidrogeológico de los materiales existentes y su posible vulnerabilidad hidrogeológica.

3ª Fase: Estudio del riesgo de contaminación.

1.5.- Localización Geográfica:

Las instalaciones estarán emplazadas ocupando parte de las Parcelas 5044 y 5045 del Polígono 19 del Término Municipal de Villanueva de la Serena (Badajoz). Los datos principales de estas parcelas son los siguientes:

POLÍGONO	PARCELA	SUPERFICIE (m ²)	REFERENCIA CATASTRAL
19	5044	15.163	06153A019050440000KQ
19	5045	220.249	06153A019050450000KP

En Proyección U.T.M. Datum Europeo (ETRS89) HUSO 29.

X = 0265731 Y = 4325889

El acceso a estas instalaciones se hará desde el punto Km 2 de la Carretera BA-162 que une las localidades de Zurbarán y Valdivia.

2.- ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E HIDROLOGÍA:

2.1.- Geomorfología:

La morfología general de la zona está condicionada por los distintos materiales que conforman el contexto geológico así como la tectónica regional, este junto con la acción de agentes exógenos, conforman una penillanura donde destacan algunos relieves residuales como alineaciones hercínicas.

La zona donde se ubica la balsa presenta un relieve marcado por una peneplanización donde afloran sedimentos detríticos terciarios y cuaternarios.

En el área estudiada se presenta un relieve marcado por zonas llanas con suaves ondulaciones. El área donde se ubican la balsa presenta un paisaje con una morfología semiplana donde los cauces fluviales ocupan pequeños valles con escasa diferencia de cota con respecto al resto de la topografía del lugar. Las cotas topográficas en la zona de ubicación de la balsa oscilan entre los 269 y los 275 m.

2.2.- Hidrología:

La hidrología de la zona estudiada está marcada por la presencia del Río Gargáligas y sus afluentes. Las instalaciones se encuentran alejadas de la zona de policía de cualquier cauce fluvial, el Río Gargáligas se sitúa a una distancia superior a 700 m de las futuras instalaciones.

La cuenca del Río Gargáligas se encuentra integrada en la Red Hidrográfica formada principalmente por el Río Guadiana.

En base a esto mencionar las balsas están fuera del área que cubre la llanura de inundación de cualquier cauce fluvial del entorno y fuera del área de influencia hidrológica del entorno.

3.- GEOLOGÍA:

3.1.- Introducción:

Para el objetivo marcado por el presente estudio hidrogeológico se antoja como básico conocer el contexto geológico que rodea la zona de ubicación de las instalaciones. El presente capítulo pretende dar a conocer las diferentes formaciones geológicas sobre las que se localiza la ubicación de aquella.

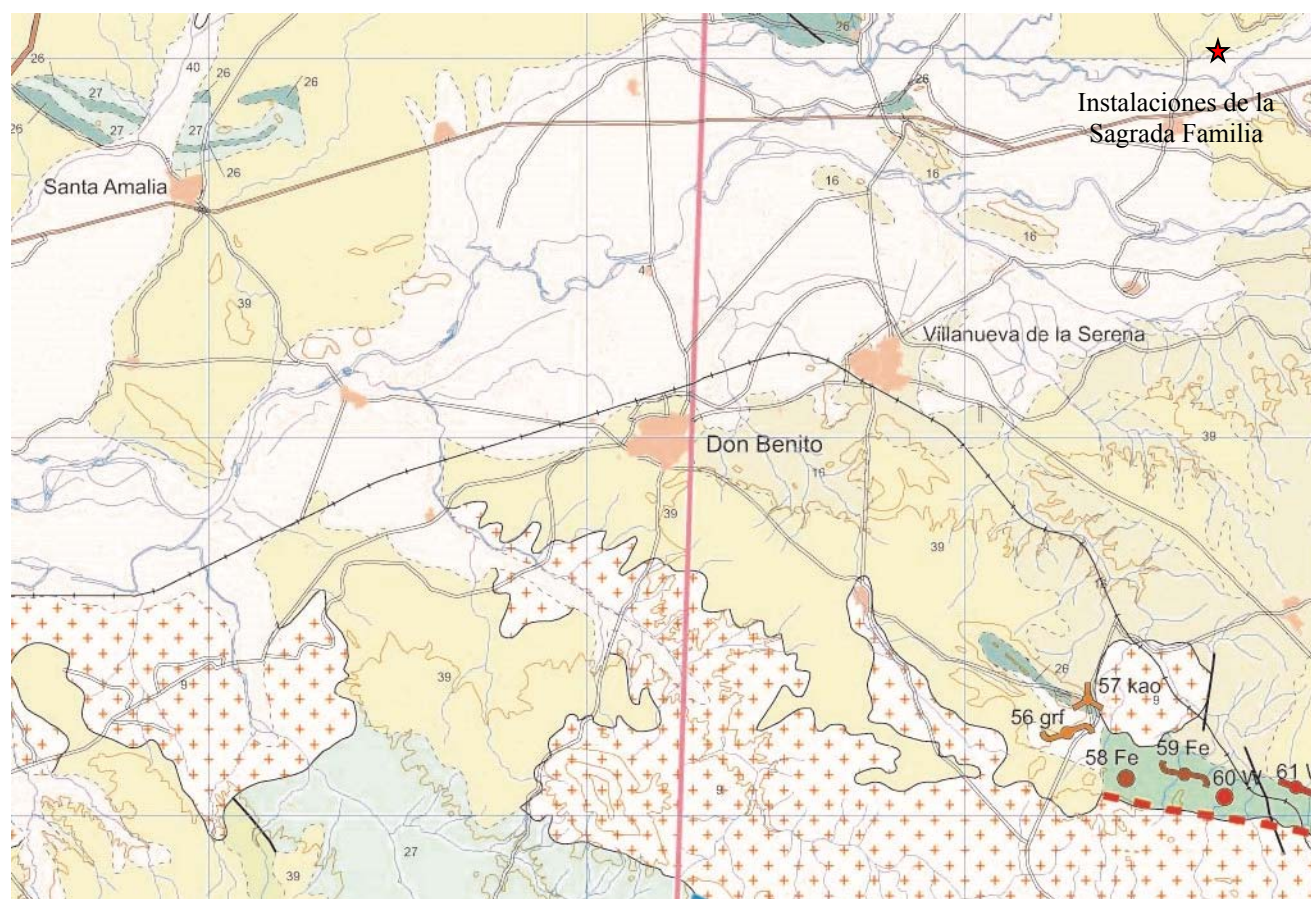
Estudiar las litologías y la tectónica de estas formaciones geológicas afectadas nos puede aportar datos precisos acerca de las diferentes unidades hidrogeológicas, el funcionamiento hidrogeológico de los distintos acuíferos que pudieran existir en la zona de estudio; y sobre todo este conocimiento nos puede indicar la posible incidencia que podría tener el uso de la balsa sobre las aguas subterráneas y superficiales de la zona.

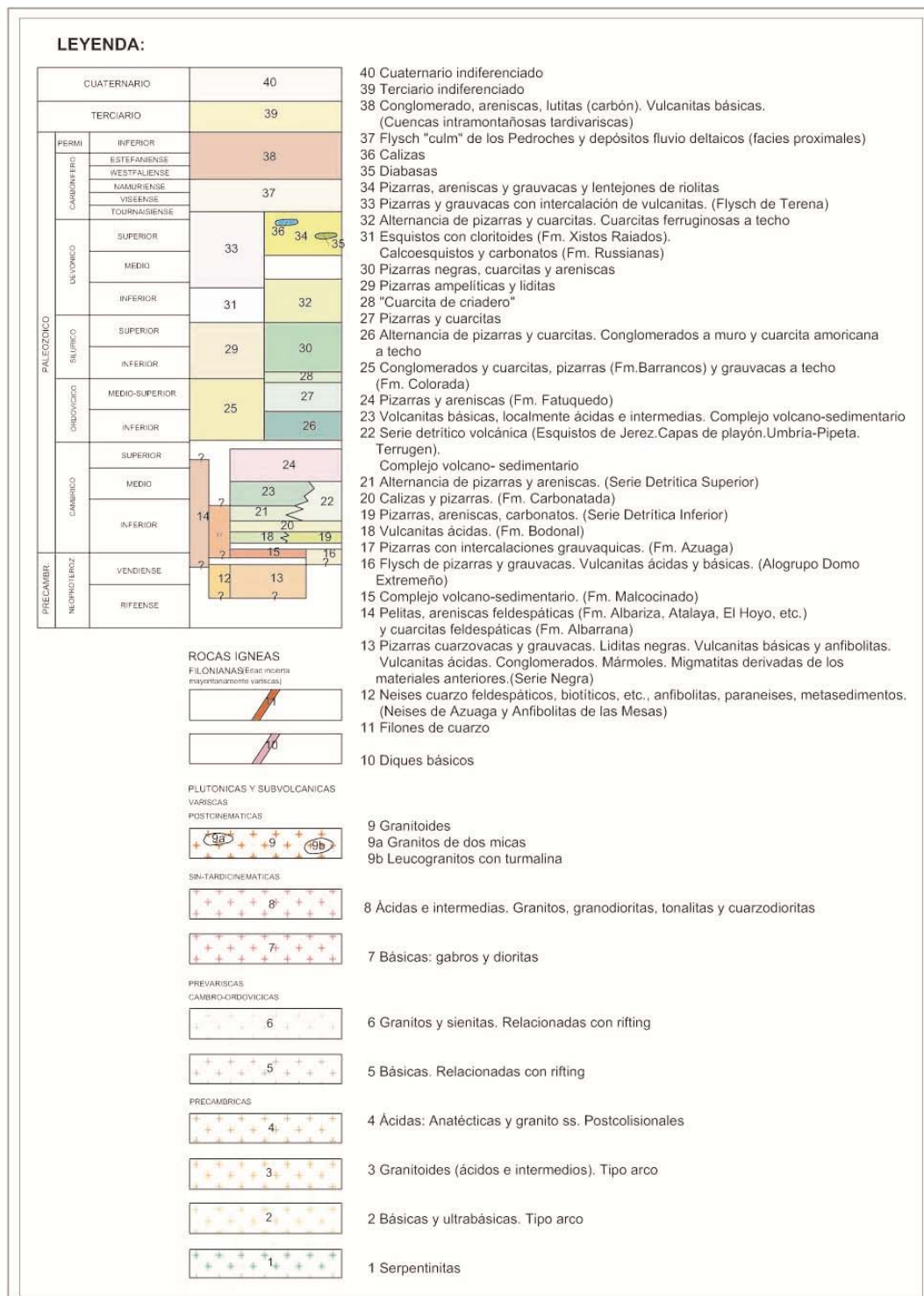
Durante el presente estudio se ha realizado una exploración de campo hidrogeológica que ha pretendido ayudar a alcanzar los objetivos mencionados anteriormente; así mismo se ha realizado un estudio geofísico de la parcela afectada para conocer el subsuelo en la misma.

3.2.- Geología regional. Marco Geológico:

La orografía y morfología de la zona está condicionada por los distintos materiales que conforman el contexto geológico así como la tectónica regional; estas junto con la acción de agentes exógenos, conforman un área de relieves ondulados residuales que corresponden a alineaciones hercínicas pertenecientes a los horizontes cuarcíticos del Ordovícico.

En el contexto geológico, las instalaciones se enclavan dentro de la Zona Centroibérica, los materiales que aparecen bajo la parcela son fundamentalmente cuaternarios y terciarios y el zócalo una formación de pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior.





3.3.- Geología Local:

3.3.1.- Estratigrafía:

3.3.1.1.- Introducción:

Dentro de la zona de estudio se distinguen materiales cuaternarios y terciarios y pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior.

A continuación se describen estos materiales.

3.3.1.2.- Cuaternario Indiferenciado:

En este grupo están representados los materiales edáficos en general. Todos ellos del Holoceno.

En la zona se han diferenciado como un conjunto de materiales detríticos en una delgada capa edafizada y homogeneizada por procesos de cultivo.

Los sedimentos que encontramos en este cuaternario superficial holoceno son en general areno-limosos y están acompañados por fragmentos de granitos, cuarcitas y rocas metamórficas. Se pueden establecer tres horizontes para este tipo de afloramientos:

a.- Superior: Relativamente rico en materia orgánica, arenolimoso.

b.- Medio: de naturaleza limoarcillosa, debido a la limitada acción química que tiene aquí su máxima intensidad.

c.- Inferior: Terciario.

En general tienen un espesor que rara vez sobrepasa el metro y una textura limo arenosa le confiere un color gris pardusco oscuro, es pobre en elementos nutritivos y se seca con facilidad.

El contenido en arcillas expansivas es inexistente, la composición mineralógica es la que sigue:

Cuarzo, feldespato, mica, clorita, illita, caolinita y pequeñas cantidades de interestratificados.

3.3.1.3.- Terciario:

Son un conjunto de sedimentos de carácter continental que se apoyan discordantemente sobre la formación de pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior.

La edad de estos materiales continua siendo imprecisa. De cualquier manera, el estudio de esta asociación fósil permite asegurar que se trata de formas terciarias evolucionadas, seguramente neógenos.

Estos materiales corresponden con la Unidad Inferior del Mioceno Continental de la Cuenca del Guadiana. Se sitúan discordantemente sobre el zócalo granítico en la zona de prospección. El espesor es variable, de acuerdo con la geofísica efectuada varia de 7 a 8 metros según zonas.

Los materiales más abundantes son arcillas rojas, con tonalidades ocres o marrones, además de arcillas contienen otros materiales detríticos más finos (limos) y más gruesos (cantos poligénicos).

La ausencia de estructuras de ordenamiento interno no permite hacer una interpretación sedimentaria que refleje el medio de depósito. Sin embargo, los datos que se tienen de estos materiales en las hojas vecinas, especialmente aquellos relacionados con los bordes de la cuenca, hacen referencia a que la parte superior de esta unidad está formada por tres secuencias granodecrecientes, separadas por superficies erosivas canalizadas, puestas de manifiesto por la acumulación de cantos de cuarcita de varios centímetros de diámetro, y que se interpreta como depositados en ambientes de llanura de inundación con vegetación como lo indica la presencia de raíces y sometida a desbordamientos periódicos, que se traducen en forma de aportes detríticos más o menos groseros, inmersos en un sedimento eminentemente lutítico.

3.3.1.4.- Pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior:

Bajo la cobertura neógena se localiza una sucesión de pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior.

Los tramos pizarrosos dominan sobre los cuarcíticos y forman un paquete monótono de pizarras grises y parduscas laminadas, en alternancia con bancos centimétricos cuarcíticos de color grisáceo, por alteración estos materiales adquieren tonalidades más claras, verdes o rojizas, con aspecto bandeado.

3.3.2.- *Tectónica:*

3.3.2.1.- Introducción:

En el presente apartado se pretende analizar los procesos tectónicos locales y su relación con la tectónica regional, ya que desde el punto de vista hidrogeológico se antoja básica una revisión de la tectónica para poder analizar posteriormente el comportamiento hidráulico de los acuíferos existentes en el entorno de la zona de actuación.

Dentro de la zona de estudio se han observado indicios de un proceso orogénico que afecta al granito: la orogenia hercínica.

Esta orogenia presenta indicios claramente observables por todo el entorno de la parcela afectada. Se manifiesta en varias fases de plegamiento y una de cabalgamientos.

Son observables tres fases de plegamiento:

a.- 1ª Fase de Deformación:

Durante la primera fase se originan pliegues isoclinales de dirección N120°-140°E, esta fase origina una esquistosidad de flujo claramente observable en los materiales paleozoicos. Las distintas formaciones que aparecen en el perímetro de protección, a excepción hecha de los materiales neógenos, forman parte de un flanco normal de una estructura de primera fase (Apalategui et.al.).

b.- 2ª Fase de Deformación:

Es la fase responsable de los cabalgamientos, dichos cabalgamientos provocan la repetición de formaciones (dúplex) que son claramente visibles en la Sierra de Enfrente (Medellín).

c.- 3ª Fase de Deformación:

Es la última fase, consiste en un plegamiento que dio lugar a pliegues de naturaleza cilíndrica de dirección N120°E de amplio radio y plano axial subvertical que es claramente visible al suroeste de Guareña.

Procesos tectónicos tardihercínicos:

Este tipo de procesos no constituyen una orogenia, no obstante sí que han dejado su impronta en la geología local e influyen claramente en la hidrogeología del entorno por lo tanto merece la pena analizar.

Esta tercera fase de deformación, es responsable de procesos de fracturación tardíos en los granitos, y posiblemente también sea la responsable de diferentes rejuegos de los pliegues que son claramente observables en las diferentes formaciones existentes en la zona.

3.3.2.2.- Tectónica de fracturación.

La tectónica de fracturación responde a un comportamiento frágil de los diferentes materiales afectados por las distintas orogenias.

Son observables hasta tres familias de fracturas que se pasan a relacionar:

a.- Primera Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N 140°-160° E, observables en el entorno, en las cercanas sierras se puede observar la orientación preferente de la fracturación de las cuarcitas en esta dirección.

Se trata de fallas de desgarre con movimiento sinestroso, aunque también manifiestan una fuerte componente de falla normal sobre todo hacia el final de la orogenia hercínica.

b.- Segunda Familia de Fracturas:

Es un sistema de fracturas menos importante de la zona de estudio. Se trata de un sistema de fallas de dirección N40°-60°E.

Son fallas que presentan una importante componente horizontal sinestrosa, posiblemente represente las líneas de máxima tensión dentro de la banda de cizalla definida por las grandes fracturas longitudinales.

c.- Tercera Familia de Fracturas:

Son fracturas de dirección N80°-100° E. Por lo observado parece ser que son las fracturas más recientes de las estudiadas, a diferencia de las anteriores tienen un carácter dextroso.

3.3.2.3.- Neotectónica:

Existe una actividad tectónica que afecta a los materiales miocénicos de la Cuenca del Guadiana.

Esta tectónica consiste en una compartimentación de los bloques de la cuenca, causada por el rejuego de las fallas subyacentes que afectan al zócalo precámbrico y paleozoico. Esta neotectónica se manifestó bajo un régimen distensivo.

La edad de esta deformación es posterior a la colmatación de la cuenca miocena, ya que las fracturas afectan a la superficie arrasada del zócalo (S1), correspondiente al enrase de la superficie de colmatación de la cuenca miocena.

Las superficies posteriores a la colmatación no presentan ninguna deformación. Se deduce por lo tanto que la actividad tectónica ha permanecido prácticamente inactiva desde el Plioceno. En consecuencia los procesos tectónicos no afectan a la Unidad Hidrogeológica que albergan las captaciones afectadas.

3.3.3.- *Edafología:*

Toda el área a excepción de algunos enclaves se encuentra recubierto por un seno arcilloso de origen holocénico que conforma un suelo del Orden “Alfisol”, suborden “Xeralf”, y por último pertenecientes al gran grupo de Chromoxerents.

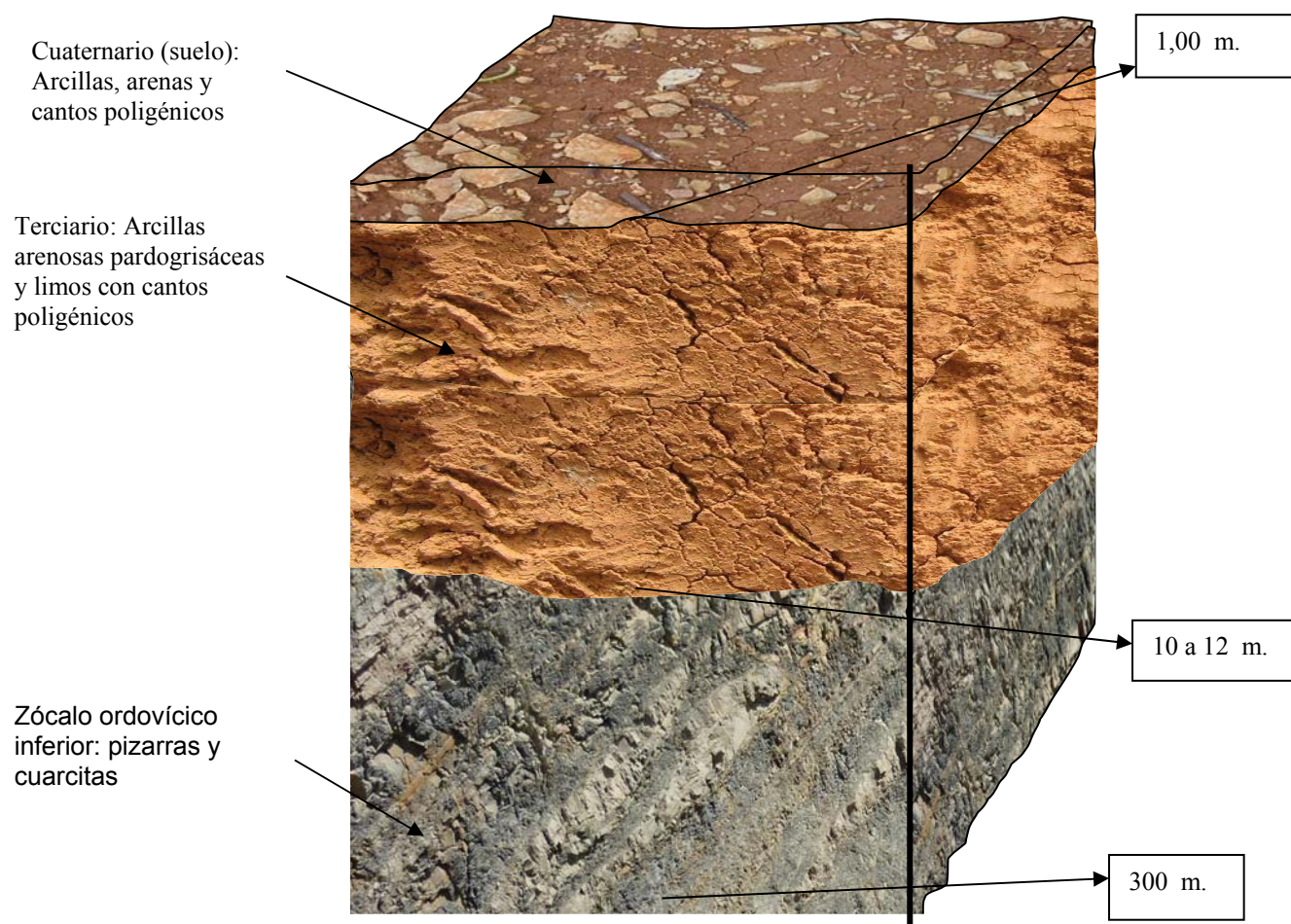
.En general se trata de suelos pardo – grisáceos, arenolimosos en los que no existen acusadas diferencias texturales a lo largo del perfil. El tipo de suelo es siempre somero (con potencia inferior a un metro).

3.3.4.- *Columna estratigráfica*

Según datos extraídos en la investigación geofísica y por la geología de la zona, podemos decir, que una vez iniciada la perforación aparece un pequeño nivel edáfico de aproximadamente 1,00 metros de espesor, en general se trata de arcillas y limos pardogrisáceos, con algunos cantos poligénicos y con un contenido en materia orgánica muy alto; a partir de esa profundidad aparece materiales detríticos fundamentalmente arcillosos; estos materiales pertenecen a la formación terciaria miocena y siguen apareciendo hasta los 10 a 12 metros de profundidad más o menos.

A continuación se detecta la presencia de pizarras y cuarcitas interestratificadas.

A continuación se puede observar el corte geológico tipo obtenido de la zona.



4.- HIDROGEOLOGÍA:

4.1.- Marco hidrogeológico:

4.1.1.- Introducción:

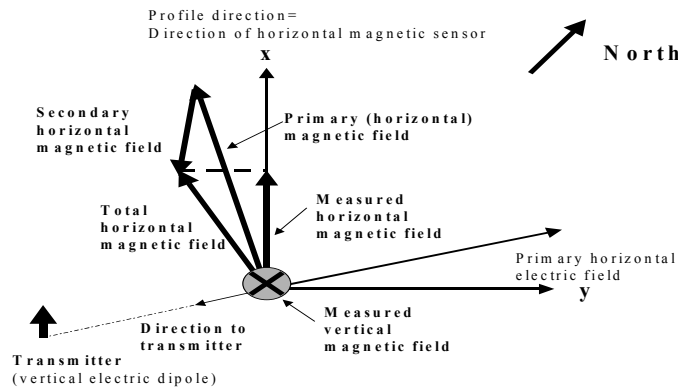
Como ya se ha mencionado en la geología conocemos que la zona de estudio está caracterizada por la existencia de dos litologías: materiales detríticos arcillosos y limos, con algunos cantos poligénicos de las formaciones terciario y cuaternaria, y pizarras con intercalaciones cuarcíticas del ordovícico inferior, estos últimos materiales tienen una baja permeabilidad desde el punto de vista hidrogeológico si bien pueden existir fracturas resultado del tectonismo varisco y tardihercínico de fracturación que pueden albergar acuíferos fisurales; y una de las mejores maneras de localizar estas fracturas es mediante un método geofísico, en este caso el sistema WADI-VLF, que es uno de los mejores métodos para localizar fracturas, donde se podrían ubicar acuíferos de tipo fisural.

Estudio geofísico:

4.1.1.1.- Introducción:

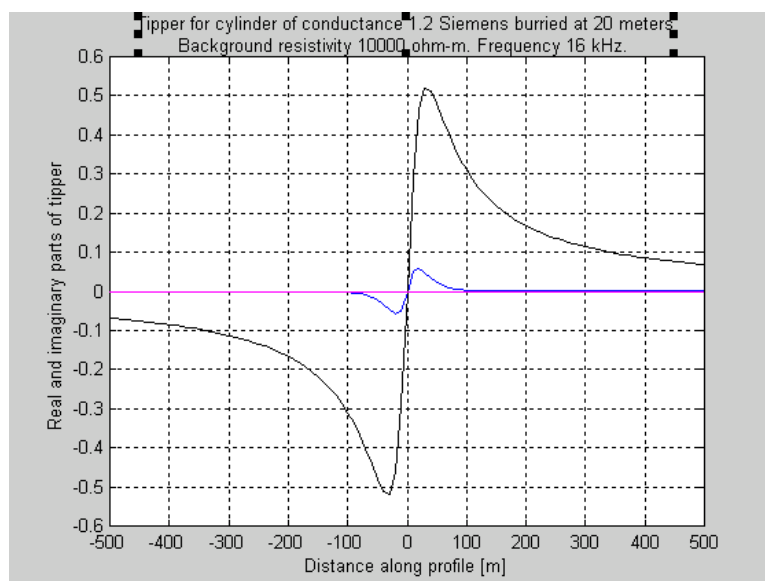
La geofísica efectuada en la finca afectada está basada en el método VLF. Mediante estas mediciones se puede determinar la situación en el subsuelo de diferentes estructuras y formaciones geológicas.

El sistema WADI VLF (Very Low Frequency) es un receptor de dos componentes magnéticas en un rango de frecuencias de 15-30 kHz. Las fuentes de estas frecuencias son potentes transmisores de radio usados para radio-comunicación submarina, distribuidas por todo el mundo. Cuando estas señales propagadas desde la posición de origen fuente hasta la posición de sitio de medida, interactúan de forma compleja entre dos conductores eléctricos: la tierra (abajo) y la ionosfera (arriba). Sin embargo, debido a su pequeña penetración (400 metros en granitos) comparado con la distancia entre las fuentes, podemos observar que las señales como ondas planas propagándose por debajo del suelo y el punto de recepción. La supuesta onda plana permite una interpretación sencilla y rápida de los datos usando un modelo 2D.



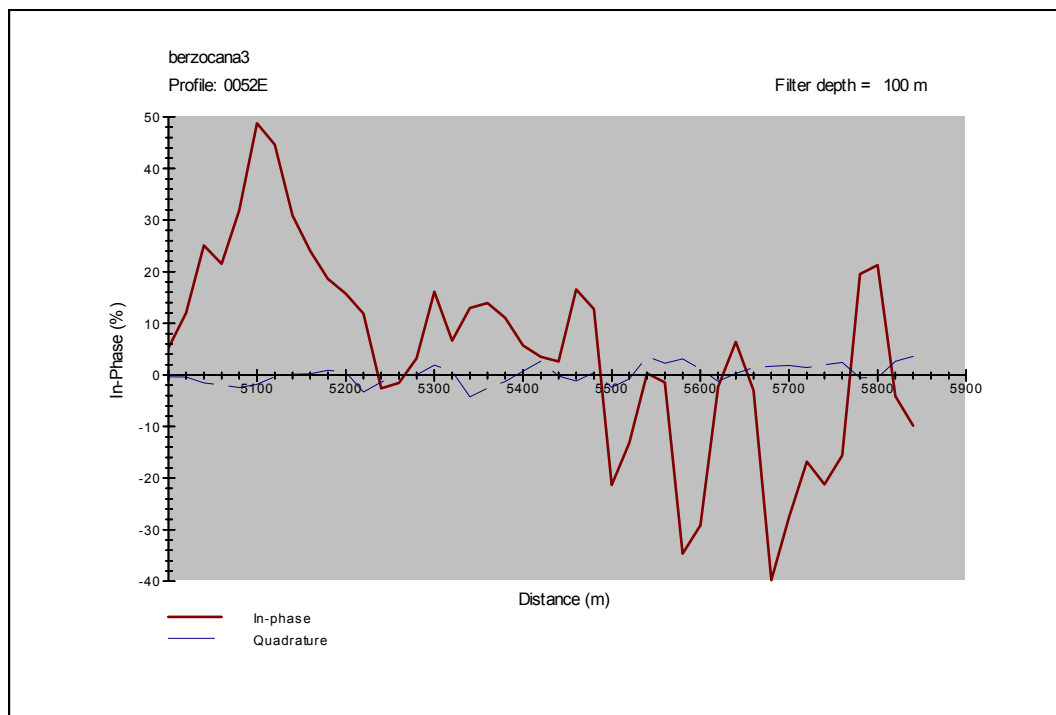
Dos componentes magnéticas (H_x, H_z) son medidas, relacionadas por la formula $H_z = AH_x$, donde A es una compleja cantidad con una parte real y otra imaginaria, debido a que en una frecuencia dada, los campos horizontales y verticales tienen normalmente un desfase en tiempo causado por inducción electromagnética subyacente en el suelo.

La relación entre la parte real e imaginaria es muy compleja debido a que depende tanto del “background” (fondo) de conductividad eléctrica como de la conductividad y forma del conductor dominante en cuestión.



La interpretación de los datos obtenidos se han tratado con el programa RAMAG que nos genera gráficos de las curvas reales e imaginarias de los perfiles realizados, e interpretando las curvas a distintas profundidades.

Ejemplo de datos de campo tratados con software RAMAG y curva elaborada con hoja de cálculo Xcel (Microsoft)(Perfil VLF-2)



El objetivo de este estudio es por lo tanto estudiar la columna geofísica de la zona para hacer una interpretación de la columna estratigráfica de la zona, así mismo se pretende estudiar posibles zonas de macrofracturación tardihercínicas cuya resistividad en profundidad nos indicaría la presencia de agua, ya que cada material tiene su propia resistividad al igual que el propio material húmedo.

A la hora de hacer un estudio hidrogeológico para estudiar la hidrogeología del subsuelo se antojan como básicos dos aspectos diferentes: el primero de ellos es el conocer la geología de la zona ya que en algunos casos se puede plantear la duda de tener una misma resistividad que podría corresponder a diferentes materiales, pero que conociendo la litología que nos podemos encontrar dicho problema prácticamente se descarta. El segundo aspecto básico que entraña un estudio de estas características es el conocer obviamente las resistividades que aparecen en la zona ya que el conocimiento de las mismas es el que nos marca la posible existencia o no de aguas subterráneas.

Se han efectuado dos perfiles de una distancia de unos 150 metros aproximadamente.



4.1.1.2.- Interpretación del perfil VLF efectuado:

Es un perfil geoelectrico clásico de materiales detríticos y pizarrosos, las coordenadas en UTM (ETRS89, HUSO 29) de inicio y final de perfil son aproximadamente las siguientes:

Punto n°.: 1 Y: 4326152
 X: 266765

Punto n°.: 16 Y: 4326266
 X: 266731

Se toman puntos a cada 10 metros de distancia, la longitud del perfil es de unos 150 metros aproximadamente.

En la presente zona, la investigación geofísica se centra en determinar el espesor de la cobertera neógena y en la localización de posibles fracturas dentro del macizo pizarroso ordovícico que pudieran albergar agua subterránea.



PERFIL GEOFÍSICO VLF 1

Comentando lo que se observa en los datos extraídos del perfil efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica sencilla a lo largo de todo el perfil.

Podemos decir que en todo el desarrollo del perfil aparece inicialmente un depósito de materiales detríticos, compuesto por materiales fundamentalmente arcillosos, el espesor de este tramo oscila entre los 10 y 12 metros, a continuación se observan materiales metamórficos, que por la resistividad aparente son fundamentalmente pizarras y estos mismos materiales se sigue observando hasta los 300 metros de profundidad.

No se localizan anomalías significativas en todo el perfil investigado que nos indique la existencia de algún acuífero bajo la zona afectada, tampoco se han detectado fallas o fracturas significativas.

4.1.1.3.- Interpretación del perfil VLF efectuado:

Es un perfil geoelectrico clásico de materiales detríticos y pizarrosos, las coordenadas en UTM (ETRS89, HUSO 29) de inicio y final de perfil son aproximadamente las siguientes:

Punto n°.: 1 Y: 4326149
 X: 266687

Punto nº.: 16 Y: 4326270
 X: 266653

Se toman puntos a cada 10 metros de distancia, la longitud del perfil es de unos 150 metros aproximadamente.

En la presente zona, la investigación geofísica se centra en determinar el espesor de la cobertera neógena y en la localización de posibles fracturas dentro del macizo pizarroso ordovícico que pudieran albergar agua subterránea.

Comentando lo que se observa en los datos extraídos del perfil efectuado podemos decir que nos encontramos con una columna estratigráfica sencilla a lo largo de todo el perfil.

Podemos decir que en todo el desarrollo del perfil aparece inicialmente un depósito de materiales detríticos, compuesto por materiales fundamentalmente arcillosos, el espesor de este tramo oscila entre los 10 y 12 metros, a continuación se observan materiales metamórficos, que por la resistividad aparente son fundamentalmente pizarras y estos mismos materiales se sigue observando hasta los 300 metros de profundidad.

No se localizan anomalías significativas en todo el perfil investigado que nos indique la existencia de algún acuífero bajo la zona afectada, tampoco se han detectado fallas o fracturas significativas.

4.1.2.- Presencia de acuíferos en el entorno y características geométricas y litológicas de los mismos:

4.1.2.1.- Introducción:

Un acuífero es un depósito de agua subterránea, agua almacenada en la porosidad de las rocas almacén. Las características y potencialidad de los acuíferos dependen de sus dimensiones, de su forma, y de la permeabilidad de los materiales que los forman; por lo tanto los materiales y la tectónica de la zona nos marca el comportamiento hidráulico de las aguas subterráneas del entorno de la actividad objeto del presente proyecto.

Tras la geofísica efectuada no se localizan acuíferos bajo la parcela afectada, ni se tiene constancia de la presencia de acuíferos en un entorno de 300 metros. En cualquier caso, para un estudio del marco hidrogeológico del entorno donde se van a ubicar las instalaciones se precisa de un análisis hidrogeológico de los materiales que encontramos en la columna litológica de la zona, para comprender mejor el marco hidrogeológico donde se está construyendo las balsas.

4.1.2.2.- Marco Hidrogeológico en el entorno de la parcela afectada (características geométricas y litológicas de posibles acuíferos):

De las litologías existentes bajo la parcela afectada se podrían dar dos tipos de acuíferos, uno libre y/o confinado asociado a los materiales arcillosos y limosos cuaternarios y terciarios; y otro de tipo fisural asociado a las áreas de macrofracturación en las pizarras ordovícicas.

De los materiales observados, a priori, los materiales detríticos cuaternarios terciarios y cuaternarios no puede ser considerado como formaciones que pueda albergar acuíferos de interés, debido fundamentalmente a la baja permeabilidad de las arcillas que predominan dentro de los materiales detríticos que componen ambas formaciones.

En lo que respecta a las pizarras, desde el punto de vista hidrogeológico este material es de muy baja permeabilidad y no suele formar acuíferos. Estos se presentan tan sólo en áreas de macrofracturación, que son entornos en los que se genera porosidad por fracturación. Sería por lo tanto un acuífero de los denominados fisurales, y este es el tipo de acuífero que se podía dar en esta zona.

4.1.3.- Tipología de los acuíferos asociados a este tipo de material:

En lo que respecta al granito, los materiales que encontramos en la zona son desde el punto de vista hidrogeológico muy poco permeables, tan sólo presentan acuíferos asociados a zonas de fracturación (fallas y/o diaclasas). Sería por lo tanto un acuífero de los denominados fisurales. En general las fracturas se amortiguan en profundidad y los coeficientes de almacenamiento no suelen ser muy altos.

En este tipo de materiales, por el tipo de hueco, y por la presión hidrostática (lineal), el tipo acuífero típico es el asociado a las zonas de fractura donde se produce un aumento de la permeabilidad de las rocas, que da lugar a acuíferos locales. Los acuíferos que encontramos asociados a estos materiales pizarrosos son confinados, fisurales y discontinuos, estos presentan un difícil recarga y buena capacidad de almacenamiento.

En lo que respecta a las arcillas y limos terciarios y cuaternarios, los acuíferos dentro de este tipo de formaciones están condicionados por la potencia de los senos permeables (tramos arenosos o conglomeráticos), si bien en nuestro caso no se detectan estos tramos. Se trata de acuíferos confinados, donde el acuitardo y acuicierre es la arcilla terciaria que los engloba; se trata de un acuífero que presenta difícil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, lo cual contribuye a obtener caudales variables y en el caso de sobreexplotación: finitos.

4.1.4.- Características piezométricas y freático, flujo subterráneo y funcionamiento hidrogeológico:

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable, no existen sondeos en un perímetro de 100 metros en torno a la zona donde se van ubicar las instalaciones.

Al tratarse de acuíferos de tipo fisural el nivel piezométrico es muy variable y depende de múltiples variables:

- Tipo de fractura (falla y/o diaclasa) a la que se asocia el acuífero.
- Profundidad a la que se localiza.
- Dimensiones de la cámara de almacenamiento.
- Números de recarga.
- Estación (verano o invierno)
- Etc.

No obstante se han tomado medidas de nivel en varios pozos de la zona y el nivel piezométrico oscila entre los 70 y 90 metros de profundidad.

En lo que respecta al flujo subterráneo, manifiesta en el tipo de acuífero que nos podríamos encontrar en la zona, una extrema variabilidad espacial en lo que a conductividad hidráulica y cantidad de flujo se refiere.

Las propiedades hidráulicas de los acuíferos fisurales son muy anisotrópicas y están definidas en conjunto con información espacial (direccional) de las fracturas existentes en la zona, en base a ello los acuíferos que se podrían dar en la zona presentan una circulación del agua (**dirección de flujo subterráneo**) lineal y está claramente marcada por la red de fracturación local, que tiene las siguientes direcciones:

❶ N140°-160°E

❷ N40°-60°E

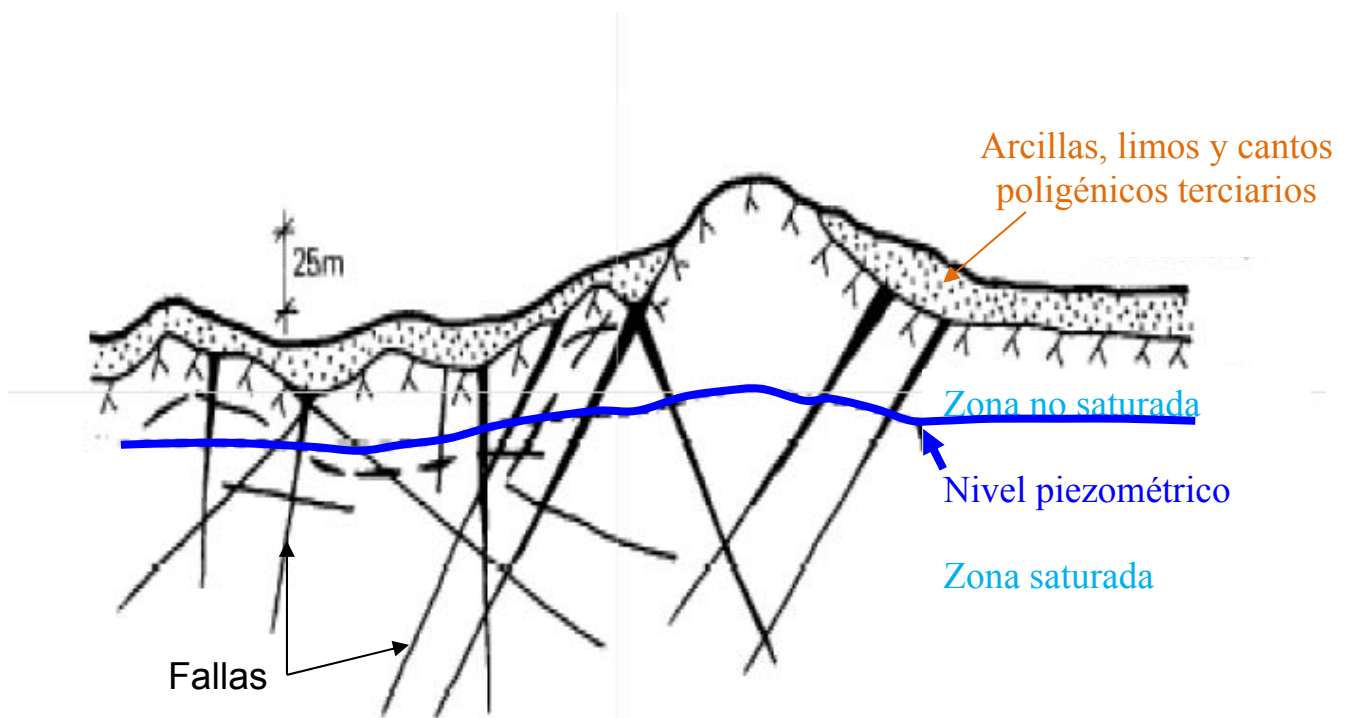
❸ N90°-100°E

Las velocidades del agua a través de fracturas individuales pueden ser extremadamente altas, pero las fracturas usualmente ocupan solo una parte del acuífero, en base a esto, el promedio del flujo volumétrico suele ser bajo en este tipo de acuíferos.

En lo que respecta al funcionamiento hidrogeológico, mencionar que este tipo de acuíferos se conforma de los siguientes componentes:

- a. Red de fracturas / discontinuidades
- b. Bloque de la matriz
- c. Relleno de las fracturas (si existe).

d. Zona meteorizada (si existe)



Esta figura representa el tipo de acuíferos que se relaciona con materiales pizarrosos, se trata de una red de fracturas (fallas y diaclasas) interconectadas entre sí, el bloque matriz es la formación de pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior ocupado por la red de fracturas. En este tipo de acuíferos no hay relleno de fracturas, si bien en la mayoría de ellas, sobre todo en las fallas, suele haber una intensa arenización producida principalmente por la meteorización de las aguas. En lo que respecta a la zona detrítica está conformada por arcillas, limos y cantos del terciario fundamentalmente que compone los aproximadamente 10 a 12 metros de recubrimiento que tiene la formación de pizarras y cuarcitas en la zona (sumando el metro de depósito cuaternario indiferenciado).

4.2.- Hidrogeología local:

4.2.1.- Inventario de pozos, sondeos y manantiales en el entorno próximo:

No se localizan pozos, ni sondeos, ni manantiales en un perímetro de 100 metros en torno al área de ubicación de las futuras balsas.

4.2.2.- Características estructurales y análisis de la fracturación en acuíferos por fracturación:

Las características estructurales de los posibles acuíferos fisurales que generan este tipo de materiales en el entorno, está claramente relacionada con la red de fracturación local (fallas y diaclasas) (ver figura pp 35).

La fracturación que se observa en toda la masa granodiorítica tiene esencialmente tres direcciones de mayor desarrollo longitudinal que son la NNO-SSE, NNE-SSO y E-O.

Estas direcciones tienen un buzamiento vertical a subvertical (65°-90°), las tres direcciones de fracturación se repiten por toda la masa granodiorítica, no obstante en ciertas áreas aparece una cuarta dirección de fracturación con menor frecuencia de repetición que es la N20°E.

La circulación del agua (**dirección de flujo subterráneo**) tiene una dirección aproximada NNW-SSE, aproximadamente N140°-160°E, coincidiendo con la dirección principal de fracturación de la formación de pizarras y cuarcitas, si bien puede existir recarga en algún cruce de fracturas hercínicas conjugadas (N140-160°E y N40-60°) esta dirección es lógica porque, como ya se ha mencionado, el flujo de aguas subterráneas tiene una clara influencia de la red de fracturado hercínico local, la cual se dispone según estas direcciones.

4.2.3.-Permeabilidad:

La permeabilidad es la facilidad de movimiento que tiene el agua por los caminos que encuentra en poros y grietas que comunican entre sí su espacio en mayor o menor medida.

Se ha realizado un ensayo de Lefranc, para conocer la permeabilidad de los materiales cuaternarios y terciarios detríticos, cuyos resultados se adjuntan a continuación:

El ensayo Lefranc es uno de los ensayos de permeabilidad in situ que se aplica con mayor frecuencia, consistente en introducir, o bombear agua desde un sondaje, donde la cavidad es mantenida constante, a una determinada profundidad; se aplica principalmente a suelos sueltos. En el ensayo con carga hidráulica constante se introduce o bombea en un pozo de sondeo el caudal necesario para mantener, en el pozo que se está verificando, a un nivel constante.

En nuestro caso el ensayo se lleva a cabo mediante la realización de una perforación de 3.00 m. de profundidad e introduciendo un revestimiento de acero hasta la profundidad de 2.0 m, formado una cavidad cilíndrica de 86 mm de diámetro y 0.5 m de longitud, en el fondo de dicho sondeo, con el objetivo de llenar de agua dicha cavidad y mantener el nivel constante, en el borde de la camisa de acero, hasta verificar que se llega a un régimen con caudal constante.

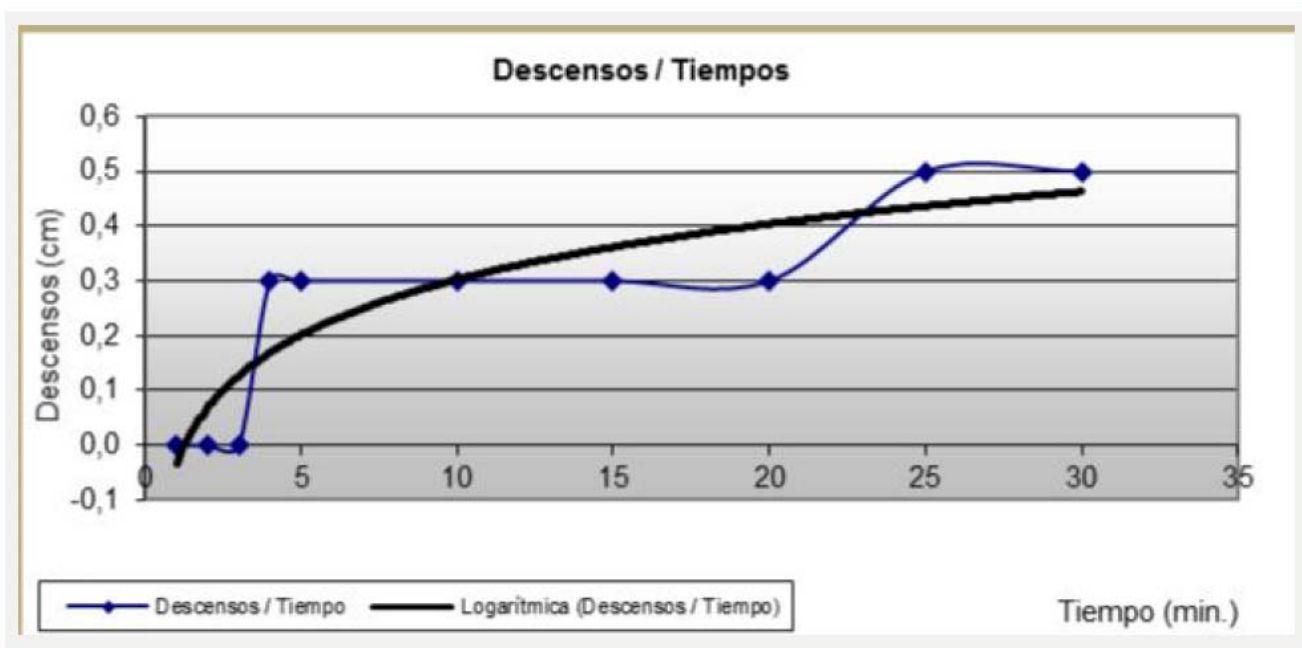
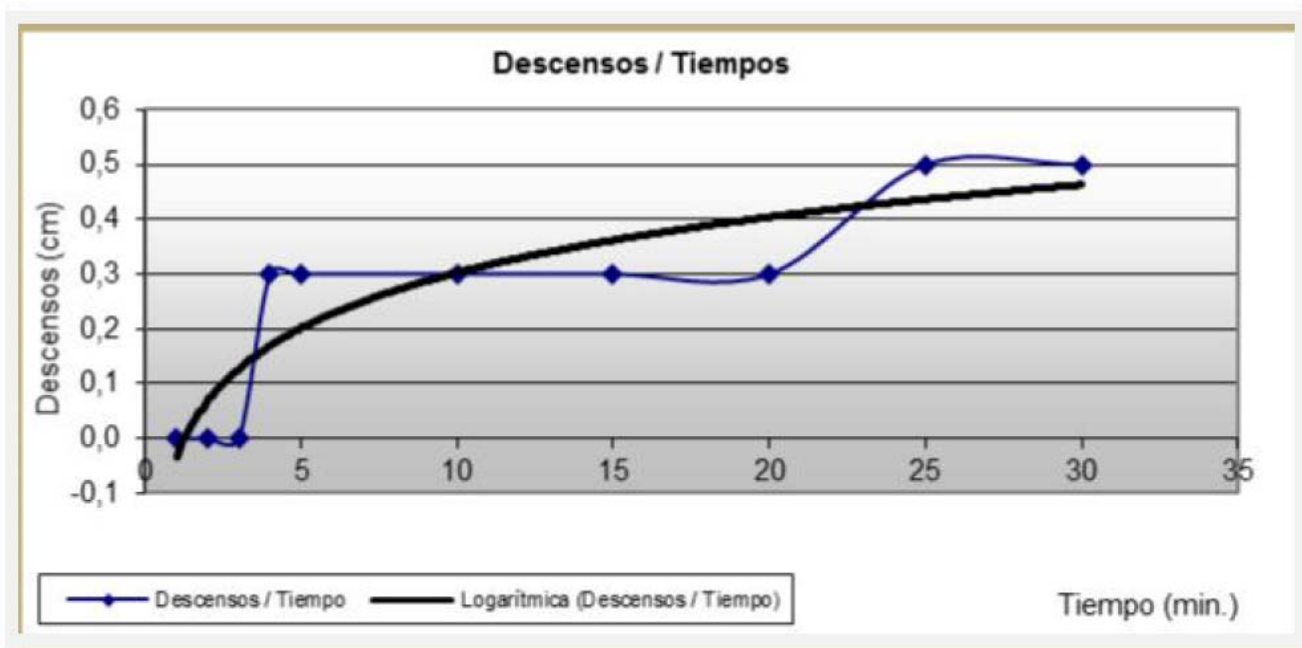
DATOS DEL SONDEO				
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d			86	
Profundidad del nivel freático (m): F			10,00	
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I			0,20	
PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO				
Superior (m): L	1,50	Longitud ensayada (m): h	1,50	
Inferior (m): P	3,00			
DATOS DEL ENSAYO				
Tiempo (min.): t	30,0	Tiempo (s):	1800	
Profundidad inicial (m.): Hi			3,20	
Profundidad final (m.): Hf			3,20	
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):			0,086	
Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0,0	0,0	3,20
1	1	0,0	0,0	3,20
2	1	0,0	0,0	3,20
3	1	0,0	0,0	3,20
4	1	0,3	0,3	3,20
5	1	0,3	0,0	3,20
10	5	0,3	0,0	3,20
15	5	0,3	0,0	3,20
20	5	0,3	0,0	3,20
25	5	0,5	0,2	3,20
30	5	0,5	0,0	3,20

RESULTADOS		
PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	1,9019E-09
<i>Jiménez Salas (1981).</i> para $h/d > 4$: $K = \frac{(d)^2 \cdot \ln \left(\frac{2h}{d} \right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$		

Clasificación del suelo según su permeabilidad:

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/s)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Tiene una permeabilidad muy baja, este estudio es extensible al resto de tramo terciario.



En la fecha de realización del estudio de campo (Julio del 2019) no se ha encontrado agua en el terreno natural a la profundidad del sondeo.

En lo que respecta a las pizarras la permeabilidad está determinada por el tamaño de las fracturas, diaclasas, y por el tamaño de las aberturas a lo largo de los planos de estratificación y el tamaño de los huecos producto de la disolución, así mismo la conexión de la red de fracturación es un factor determinante en el grado de permeabilidad.

En base a esta premisa es muy difícil de calcular cual es la permeabilidad del bloque matriz en la zona, fundamentalmente porque no se ha detectado acuífero, en cualquier caso se aporta valores de permeabilidad para este tipo de materiales.

Según datos tomados en materiales similares tenemos una **permeabilidad** de:

$$5 \text{ a } 80 \text{ metros: } \kappa \text{ (m/día)} = 1,80 \times 10^{-7}$$

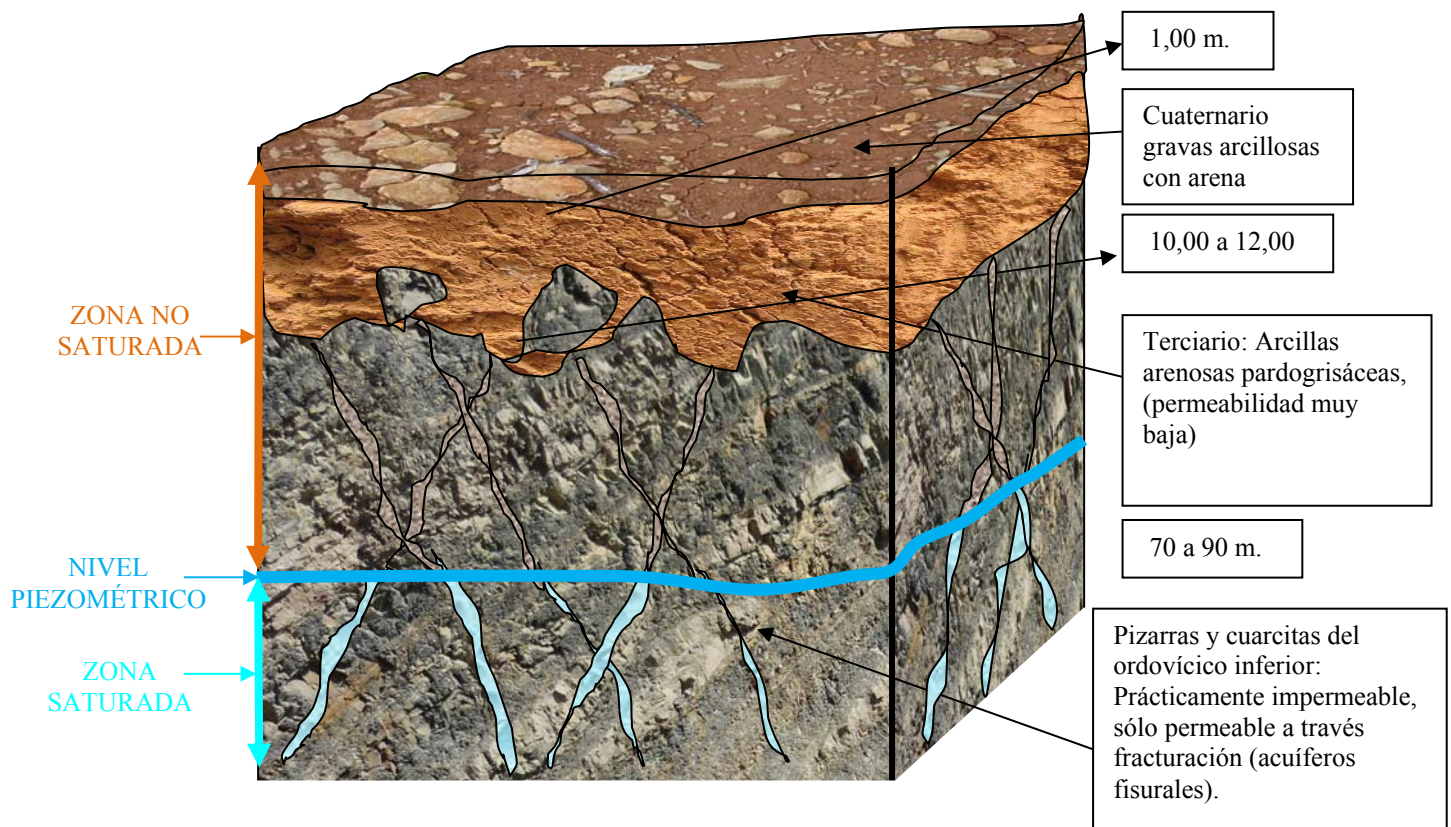
$$80 \text{ a } 120 \text{ metros: } \kappa \text{ (m/día)} = 2,84 \times 10^{-8}$$

$$\text{En zonas de fracturación: } \kappa \text{ (m/día)} = 1,12 \times 10^{-4}$$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad muy baja, propia de materiales impermeables, tan sólo en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria tectónica se aprecia un aumento de la permeabilidad.

4.2.4.-Caracterización geológica e hidrogeológica de la zona no saturada:

La zona no saturada está compuesta por el tramo de materiales detríticos neógenos, que es un tramo de unos 10 a 12 metros de potencia; y por el bloque matriz y su red de fracturación asociada. En el siguiente esquema se define la geología e hidrogeología de la zona no saturada.



Desde el punto de vista hidrogeológico en la zona no saturada lo que ocurre en este tipo de acuíferos es un proceso de infiltración de las aguas fundamentalmente pluviales, esta agua se infiltran a través de las fracturas hasta llegar a la zona saturada.

4.2.5.- Situación del nivel piezométrico local:

Como ya se ha mencionado anteriormente no se ha detectado acuífero local en un entorno de más de 100 metros de la parcela afectada, por lo que se desconoce el nivel piezométrico local.

No obstante se dispone datos de niveles piezométricos en captaciones de la zona que afectan a los mismos materiales que nos encontramos en la zona afectada por la actividad, y el nivel piezométrico es bastante variable, ya que depende de:

- Rumbo y buzamiento de las discontinuidades que conformen el acuífero.
- Longitud de la traza de las discontinuidades
- Número de fracturas por unidad de longitud

- Número de grupos de discontinuidades presentes en la red
- Distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes del mismo grupo
- Longitud acumulada de fracturas por unidad de área expuesta.
- Extensión del área fracturada y su forma.
- Intersección y terminación de las fracturas expuestas.
- Área acumulada de planos fracturados por unidad de volumen de roca.
- Número de fracturas por metro cubico de volumen de roca.
- Tamaño del bloque y forma resultante de la red de fracturas
- Distancia perpendicular entre las paredes adyacentes de la discontinuidad que genera el acuífero.
- Proyección de la pared de la roca a lo largo de la superficie de la discontinuidad.
- Material sólido que cubre o rellena las superficies de las discontinuidades.

Todas estas variables inciden directamente en los parámetros hidrodinámicos del acuífero, y por tanto inciden en el nivel piezométrico local. En base a los datos de que se disponen, se establece el nivel piezométrico asociado a este tipo de acuíferos en la zona de Zurbarán: entre 70 y 90 metros de profundidad.

En el ensayo Lefranc realizado (Julio del 2019) no se ha encontrado agua en el terreno natural a la profundidad del sondeo.

5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

5.1.- Introducción:

Un acuífero es un depósito de agua subterránea, agua almacenada en la porosidad de las rocas almacén. Las características y potencialidad de los acuíferos dependen de sus dimensiones, de su forma, y de la permeabilidad de los materiales que los forman; por lo tanto los materiales y la tectónica de la zona nos marca el comportamiento hidráulico de las aguas subterráneas del entorno de la actividad objeto del presente proyecto.

Una vez efectuado un análisis hidrogeológico de los materiales existentes bajo la parcela afectada por la actividad que nos ocupa y tras realizar estudios geofísicos en la misma, no se ha detectado ningún acuífero bajo la parcela afectada, sí que se han detectado fracturas de pequeña entidad, pero no albergan acuíferos fisurales. Por lo que no existe nivel piezométrico en la zona.

En lo que respecta al nivel freático, no se ha detectado en el estudio de campo, y la posibilidad de encontrar acuíferos libres es también muy baja debido a la muy baja permeabilidad de los materiales detríticos terciarios y cuaternarios existentes en la parcela, tal y como ha determinado el ensayo Lefranc.

En cualquier caso se describen las principales características hidrogeológicas de los materiales subyacentes de la parcela afectada, así como la permeabilidad de los mismos, niveles piezométricos asimilados, etc.

Pizarras y cuarcitas del ordovícico inferior:

Estos son materiales desde el punto de vista hidrogeológico prácticamente impermeables, tan sólo presentan acuíferos relacionados con zonas de fracturas, el acuífero que se relaciona con este tipo de materiales, tan sólo presenta algo de permeabilidad asociada a zonas de fracturas y fallas generada por la macrofracturación que presentan estas fracturas.

El posible acuífero que pudiera haber relacionado con la Formación Ordovícica Inferior sería de tipo limitado con bordes negativos, y en el que funcionamiento hidráulico es complejo ya que se encuentra íntimamente ligado a la dimensión del conjunto de fracturas y la dirección de las mismas.

Es de tipo discontinuo, son los típicos que afectan a las rocas con un comportamiento ante la deformación frágil; y que generan porosidades secundarias constituidas por fracturación, trituración y alteración, se trata en definitiva de un acuífero fisural.

En resumen tenemos un acuífero de tipo discontinuo, fisural y limitados, limitado por la impermeabilidad de las pizarras ordovícicas. Se trata pues de un acuífero generado por permeabilidad secundaria debida a la porosidad generada por la fracturación.

Este tipo de acuíferos tienen una recarga difícil por regla general, en el aspecto positivo mencionar que tienen un alto coeficiente de almacenamiento; lo cual quiere decir que son pozos de larga vida.

Las pizarras son materiales prácticamente impermeables, que resultan permeables por la porosidad generada por la fracturación, trituración y alteración en zona de macrofracturación, dependiendo de la anchura de la zona de fracturación.

Según datos tomados en pizarras similares tenemos una **permeabilidad** en la zona de:

$$5 \text{ a } 80 \text{ metros: } \kappa \text{ (m/día)} = 1,80 \times 10^{-7}$$

$$80 \text{ a } 120 \text{ metros: } \kappa \text{ (m/día)} = 2,84 \times 10^{-8}$$

$$\text{En zonas de fracturación: } \kappa \text{ (m/día)} = 1,12 \times 10^{-4}$$

Como se puede apreciar tiene una permeabilidad muy baja, propia de materiales impermeables, tan sólo en zonas de fracturación, donde existe porosidad secundaria tectónica se aprecia un aumento de la permeabilidad.

El **nivel piezométrico** de esta formación en esta zona es variable, al tratarse de un pozo tectónico, si bien suele ser de 70 a 90 metros de profundidad.

La circulación del agua (**dirección de flujo**) tiene una dirección aproximada NNW-SSE, aproximadamente N140°-160°E, coincidiendo con la dirección principal de fracturación del granito, si bien puede existir recarga en algún cruce de fracturas hercínicas conjugadas (N140-160°E y N40-60°) esta dirección es lógica porque, como ya se ha mencionado, el flujo de aguas subterráneas tiene una clara influencia de la red de fracturado hercínico local, la cual se dispone según estas direcciones.

Materiales detríticos terciarios y cuaternarios:

Está formada por materiales detríticos terciarios y cuaternarios, fundamentalmente por arcillas, limos rojizos y cantos poligénicos. En lo que respecta a las arcillas y limos terciarios y cuaternarios, los acuíferos dentro de este tipo de formaciones están condicionados por la potencia de los senos permeables (tramos arenosos o conglomeráticos), si bien en nuestro caso no se detectan estos tramos. Se trata de acuíferos confinados, donde el acuitardo y acuicierre es la arcilla terciaria que los engloba; se trata de un acuífero que presenta difícil recarga y escaso coeficiente de almacenamiento, lo cual contribuye a obtener caudales variables y en el caso de sobreexplotación: finitos.

Se ha realizado un ensayo Lefranc que nos ha dado una permeabilidad para los materiales cuaternarios detríticos (cuaternarios (gravas arenosas grisáceas marrones hasta 1 m. según descripción litológica del estudio de Lefranc de INEGEO) + terciarios (arenas limosas grisáceas y rojizas según descripción litológica del estudio de Lefranc de INEGEO hasta 2 metros) $\kappa \text{ (m/s)} = 1,9019 \times 10^{-9}$, es una permeabilidad considerada muy baja.

No se ha localizado mediante geofísica, ningún acuífero detrítico, unido por la muy baja permeabilidad de los materiales terciarios y cuaternarios de la zona, hace que la posibilidad de encontrar acuíferos libres en la zona asociado a estos materiales sea muy baja.

5.2.- Velocidad de avance del flujo:

En lo que respecta a las velocidades de avance del flujo subterráneo, manifiesta en el tipo de acuífero que nos podríamos encontrar en la zona, una extrema variabilidad espacial en lo que a conductividad hidráulica y cantidad de flujo se refiere.

En este sentido cabe decir que el flujo hidráulico que circula por la zona no saturada se rige por la Ley de Darcy que, en dirección vertical puede ser descrita en la siguiente forma:

$V_x = k(o)/\theta \times \delta h/\delta x$, donde V_x es la velocidad del flujo, o el contenido de la humedad, $\delta h/\delta x$ la gradiente hidráulica no saturada, y $k(o)$ la conductividad hidráulica no saturada que es una función del contenido de la humedad.

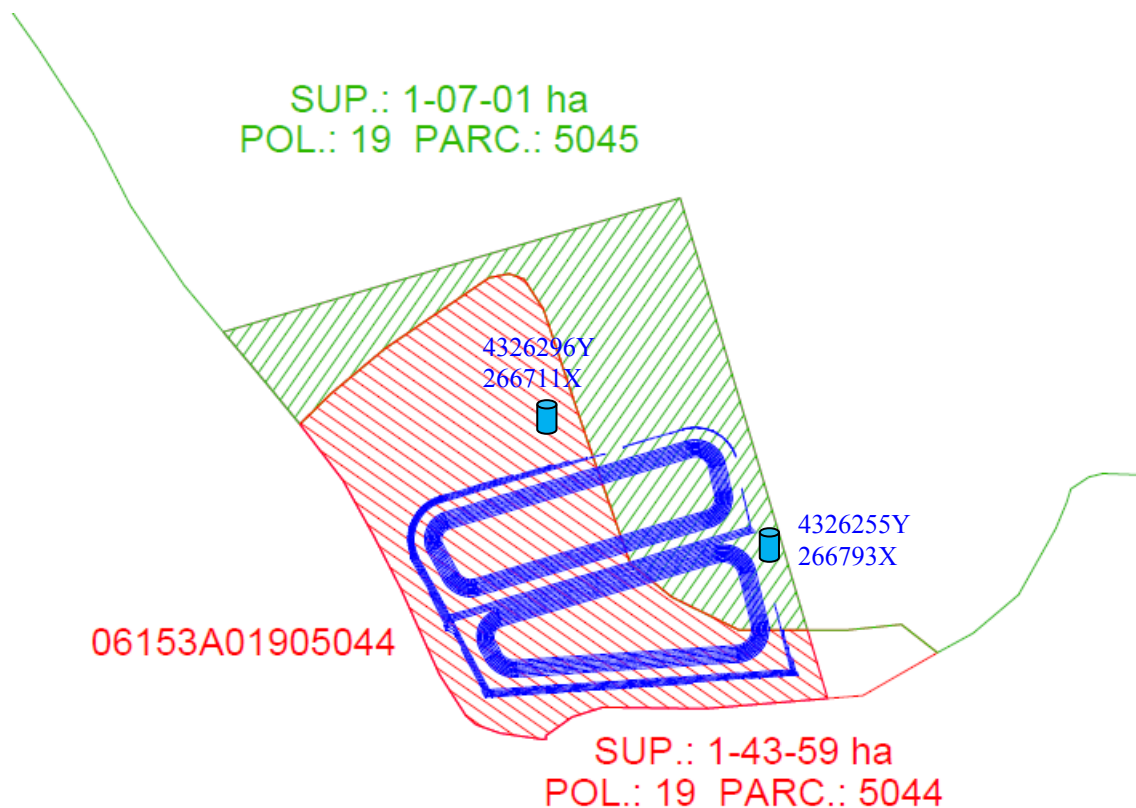
El contenido de la humedad y la conductividad hidráulica vertical no saturada son funciones del potencial hídrico del suelo, que es consecuencia de la afinidad del agua para superficies sólidas y es controlado por la distribución del tamaño de los poros y/o fracturas.

Las velocidades del agua a través de fracturas individuales pueden ser extremadamente altas, pero las fracturas usualmente ocupan solo una parte del acuífero, en base a esto, el promedio del flujo volumétrico suele ser bajo en este tipo de acuíferos.

Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso en concreto, en el que tenemos pizarras con una red de fracturación no muy elevada y con escaso material cuaternario de recubrimiento (> 12 m.), la velocidad de flujo natural en la zona no saturada es inferior a 0,0012 mt/día a corto plazo, y menos aún promediadas a periodos más largos.

5.3.- Ubicación de puntos de control:

A pesar de no detectarse acuífero bajo la parcela afectada se diseña los siguientes puntos de detección de fugas y vertidos.

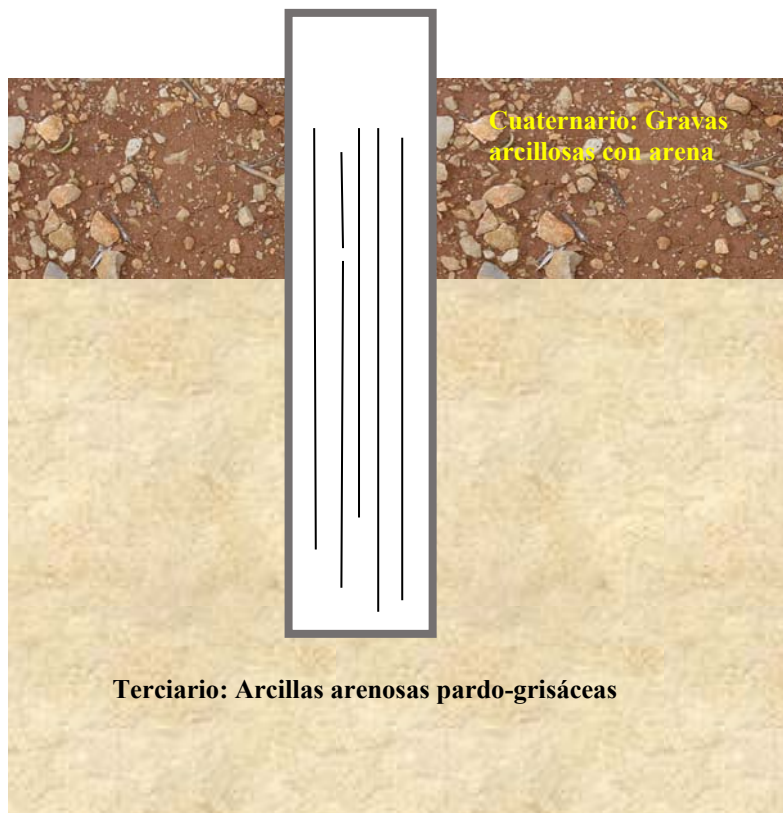


Es fundamental la colocación de piezómetros de control para una detección inmediata de cualquier filtración de efluentes en la zona, y poder así tener una rápida respuesta en la contención de la contaminación, en base a ello y a las características de las zonas de flujo favorable se diseña la siguiente red de piezómetros.

Los piezómetros tienen que tener al menos 4 metros de profundidad. Para el entubado del piezómetro, se colocará a todo lo largo del agujero realizado por máquina de sondeo, una tubería de presión con un diámetro de 180 mm., todo el material empleado debe ser de buena calidad, la tubería de revestimiento de los piezómetros será de PVC, con una presión de 6 atms, siendo perfectamente cilíndrica con el fin de facilitar la maniobra de entrada y salida de los aparatos para realizar analíticas de control, procediéndose a su rasurado o colocación de puentecillos coincidiendo con la totalidad del tramo de cuaternario atravesado; entre el tubo de P. V. C. y la pared del sondeo, se procederá al relleno de este con grava de río.

El eje de los sondeos es vertical en toda su profundidad, colocando la tubería de PVC lo más coincidente posible al eje de perforación, no llegando al fondo de la perforación, ya que debido a posibles derrumbes, podría existir el riesgo de que no bajara hasta quedar perfectamente enfrentados ranurado y zona de acuífero detrítico.

El control de analíticas debe ser semestral, para que el tiempo de respuesta en caso de encontrar contaminantes sea rápida.



El control de analíticas debe ser trimestral, para que el tiempo de respuesta en caso de encontrar contaminantes sea rápida.

6.- ESTUDIO DE LA INTERCONECTIVIDAD:

6.1.- Introducción:

Expuestas las características geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas de la zona, pasamos a analizar la relación de la actividad industrial con la hidrogeología e hidrología de la zona. La actividad que nos ocupa puede afectar a la calidad de las aguas, para conocer el grado de afección de las balsas vamos a estudiar por separado la incidencia sobre la cantidad y sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la zona.

6.2.- Estudio de la afección de las balsas sobre las aguas superficiales:

El presente Estudio Hidrogeológico se ha realizado con el objetivo de determinar la afección que pudiera tener las instalaciones de unas balsas de evaporación de aguas de almazara sobre el entorno hidrológico e hidrogeológico de las parcelas 5044 y 5045 del Polígono 19 del Término Municipal de Villanueva de la Serena (Badajoz).

El estudio de las relaciones entre la actividad que aquí nos ocupa y la corriente superficial se ha basado en un estudio hidrológico de campo y de diferentes factores que pudieran influir de un modo decisivo en la afectividad entre la balsa y la dinámica de cualquier cauce fluvial.

Partimos de la base que la actividad para la que se redacta el presente estudio hidrogeológico no puede afectar a las aguas de corriente, a no ser que se viertan las aguas depuradas al cauce fluvial.

Si podría afectar a la dinámica fluvial si se produjesen filtraciones que llegasen a un cauce fluvial.

La hidrología de la zona estudiada está marcada por la presencia del Río Gargáligas y sus afluentes. Las instalaciones se encuentran alejadas de la zona de policía de cualquier cauce fluvial, el Río Gargáligas se sitúa a una distancia superior a 700 m de las futuras instalaciones.

La cuenca del Río Gargáligas se encuentra integrada en la Red Hidrográfica formada principalmente por el Río Guadiana.

En base a esto mencionar las balsas están fuera del área que cubre la llanura de inundación de cualquier cauce fluvial del entorno y fuera del área de influencia hidrológica del entorno.

6.3.- Estudio de la afección de las balsas sobre las aguas subterráneas de la zona:

6.3.1.- Introducción:

Una vez visto las características geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas de la zona, pasamos a intentar analizar la posible influencia que puede tener la actividad objeto del presente proyecto sobre la zona.

6.3.2.- El Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas:

6.3.2.1.- Introducción:

La calidad natural de las aguas subterráneas, entendiendo como tal su composición original, es producto de la interacción del agua de infiltración y de los materiales con los que entra en contacto durante el ciclo hidrogeológico. Determinados factores externos, principalmente de actividades antrópicas pueden provocar alteraciones en dicha composición al introducir sustancias ajenas susceptibles de modificar su naturaleza original.

6.3.2.2.- Tipos de contaminantes posibles:

La elaboración del aceite de oliva consiste, básicamente, en hacer pasar las aceitunas por un molino que tras generar un 20 % de aceite, también produce un 30 % de residuos sólidos (alpeorujo) y finalmente un 50 % de residuos acuosos (aguas alpechinadas).

Por aguas alpechinadas se entiende el residuo acuoso proveniente de los procesos de transformación de la oliva de aceite. Contiene el agua de la propia aceituna y las aguas de su lavado y centrifugado. Es un líquido de color negruzco y olor fétido que suele tener en suspensión, restos de la pulpa de la oliva, mucílago, sustancias pépticas e incluso pequeñas cantidades de aceite (un 0,5% emulsionado de forma estable).

Por ser un producto natural su composición no es constante, variando con el tipo de aceituna, la estación, el tipo de recogida y sobre todo con el proceso, industrial utilizado para obtener el aceite. Su composición aproximada es la siguiente:

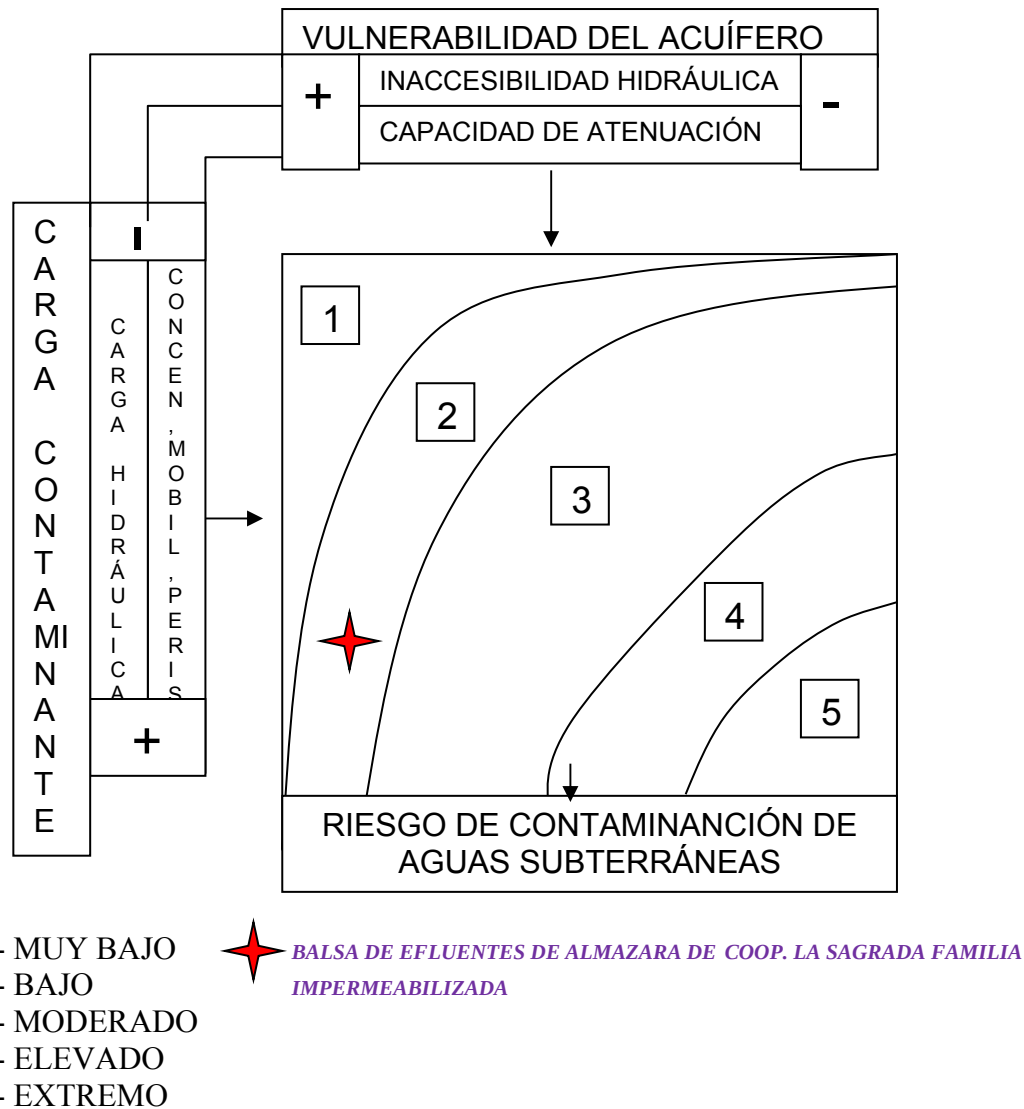
- Agua: 83,5 %
- Materia orgánica: 15 %
- Minerales: 1,8 %

6.3.2.3.- Concepto fundamental del riesgo de contaminación:

6.3.2.3.1.- Introducción:

La definición más lógica del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es concebida como la interacción entre la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero.

La determinación entre la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero determina el riesgo de que la contaminación penetre al acuífero. Adoptando tal esquema podremos obtener una alta vulnerabilidad sin riesgo de contaminación, por la ausencia de una carga significativa de contaminantes y viceversa. Ambos son perfectamente lógicos en la práctica.



Esquema conceptual del riesgo de contaminación de aguas subterráneas

Como se puede ver en la gráfica a pesar de que la carga contaminante es alta, ya que los residuos que aquí estamos tratando son contaminantes, sin embargo la no existencia de acuíferos bajo la zona de ubicación de las balsas, y la muy baja permeabilidad de los materiales subyacentes bajo la zona de ocupación de las balsas de efluentes de almazara, nos indica que el riesgo de contaminación, con una efectiva impermeabilización, es bajo.

El término vulnerabilidad del acuífero a la contaminación representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta.

En nuestro caso el potencial acuífero que pudiera existir en el área de ubicación de las parcelas afectadas sería poco vulnerable debido a las características hidrogeológicas de muy baja permeabilidad de las pizarras ordovícicas y de los materiales detríticos neógenos estudiados mediante ensayo Lefranc, además la carga contaminante estará controlada por la impermeabilización y los detectores de fugas con los que estarán dotadas las balsas.

También es importante conocer el comportamiento hidráulico del acuífero relacionado con la posible introducción de sustancias contaminantes en las aguas del mismo. En este sentido cabe decir que el flujo hidráulico que circula por la zona no saturada está en función del contenido de la humedad y la conductividad hidráulica vertical no saturada, que son funciones del potencial hídrico del suelo, que es consecuencia de la afinidad del agua para superficies sólidas y es controlado por la distribución del tamaño de los poros y/o fisuras.

Teniendo en cuenta esto último y aplicándolo a nuestro caso, uso de una balsa de efluentes, en el que tenemos materiales de muy baja permeabilidad, la variación no es dramática ya que no existen macroporos en las cornubianitas ni se han detectado fracturas significativas en la zona que puedan retener y conducir agua solamente a muy bajo potencial hídrico, por lo que tiene que existir un potencial hídrico altísimo para conducir contaminantes al interior de un supuesto acuífero.

La tasa del flujo de agua y de la penetración de algunos contaminantes en formaciones graníticas, como es el caso que estamos estudiando, pueden estar en un orden de magnitud mucho más alto cuando existe una carga hidráulica importante. Este es un factor clave en la determinación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas ya que al tener una tasa de flujo inferior a 0,2 metros al día, debido a las características hidrogeológicas del acuífero implica que el tiempo de tránsito que tarda un contaminante en llegar al acuífero puede ser más alto que en otro tipo de formaciones, en tal caso la contaminación microbiológica y bacteriológica no adquiere importancia; ya que el tiempo de tránsito generalmente es superior al periodo de vida y por tanto de contaminación de un determinado contaminante microbiológico.

6.3.2.3.2.- Caracterización de la vulnerabilidad del acuífero:

El término vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es usado para representar las características intrínsecas que determinan la sensibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante. La vulnerabilidad del acuífero es una función de:

* La inaccesibilidad de la zona saturada, en un sentido hidráulico, a la penetración de contaminantes.

* La capacidad de atenuación de los estratos encima de la zona saturada del acuífero como resultado de su retención física y reacción química con contaminantes.

En función de todos los factores anteriormente mencionados se aporta una descripción de la vulnerabilidad hidrogeológica a la contaminación en la parcela afectada.

Como se cita en los apartados anteriores, tras los estudios geológicos y geofísicos efectuados mencionar que no se localizan aguas subterráneas bajo la balsa. En lo que respecta a las formaciones detríticas terciarias y cuaternarias, en los 10 a 12 metros espesor que tenemos en la zona, es un terreno poco vulnerable a la contaminación ya que por el ensayo Lefranc realizado tiene muy baja permeabilidad, así mismo la impermeabilidad con la que estarán dotadas las balsas, hace que la vulnerabilidad hidrogeológica y edafológica de este tramo sea baja.

Con respecto a la formación pizarrosa ordovícica hemos tratado de localizar acuíferos dentro de esta formación, estos acuíferos se circunscriben a áreas de macrofracturación que desarrollan porosidad secundaria por microfisurado, no se han localizado algunas fracturas (ver informe geofísico), significativas que puedan albergar agua subterránea.

La vulnerabilidad de la granodiorita existente bajo las futuras balsas es baja ya que se tratan de materiales prácticamente impermeables por los que tan sólo discurre agua a lo largo de fracturas, si bien estos acuíferos son muy locales y de escaso caudal, con una accesibilidad hidráulica muy baja.

6.4.- Medidas preventivas para evitar la contaminación de suelos y agua:

La mejor medida preventiva para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales del entorno es diseñar unas instalaciones de un modo efectivo, que impida la colmatación de las balsas, que se escapen lixiviados fuera de la zona de almacenaje de los efluentes de almazara y que se evite con efectivas impermeabilizaciones posibles filtraciones de agua y lixiviados contaminados que puedan llegar al subsuelo. Las sustancias contaminantes que tendrá el agua que se va a acumular en la balsa, deben de estar debidamente contenidas sobre una efectiva impermeabilización.

Con la ingeniería de impermeabilización aplicada en la zona de compostaje y de la balsa de retención (**ver capítulo 1.3**) se minimiza cualquier posibilidad de filtración, ello unido a la dimensión y profundidad de las balsas de evaporación que evita cualquier posibilidad de colmatación, ya que el volumen de las aguas a acumular dista mucho de sobrepasar la cota de riesgo de colmatación de las balsas. Además de la implantación de canales perimetrales que eviten la salida de lixiviados fuera de la zona de compostaje; todas estas medidas minimizan la posibilidad de contaminación de los recursos hidrológicos, hidrogeológicos y edafológicos de la zona.

7.- CONCLUSIONES:

El objetivo del presente estudio no es otro que determinar el carácter hidrogeológico de los materiales sobre los que se asentará las balsas de evaporación de la Cooperativa del Campo La Sagrada Familia, así como determinar la posible influencia hidrogeológica de esta balsa sobre el suelo, hidrología e hidrogeología del entorno inmediato.

Este estudio de posible afectividad se ha basado en un estudio hidrogeológico, geológico, geofísico y edafológico de la zona afectada, del cual se ha deducido que por las características geofísicas, geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas observadas en la zona afectada, no existiría afección a la hidrología, hidrogeología y edafología de la zona, basado en dos razones fundamentales:

a. Muy baja permeabilidad y baja vulnerabilidad de los materiales detríticos terciarios y cuaternarios, y de las pizarras y cuarcitas ordovícicas subyacentes en la zona de las balsas de evaporación.

b.- Con la ingeniería de impermeabilización aplicada en las balsas de evaporación (**ver capítulo 1.3**) se minimiza cualquier posibilidad de filtración, ello unido a la dimensión y profundidad de la balsa de retención que evita cualquier posibilidad de colmatación, ya que el volumen de las aguas a acumular dista mucho de sobrepasar la cota de riesgo de colmatación de la balsa; además de la implantación de canales perimetrales que eviten la salida de lixiviados fuera de la zona de compostaje; todas estas medidas minimizan la posibilidad de contaminación de los recursos hidrológicos, hidrogeológicos y edafológicos de la zona

En base a las conclusiones extraídas en el estudio hidrogeológico efectuado se puede concluir que siempre y cuando se apliquen de manera eficaz las medidas preventivas previstas en las características constructivas de las instalaciones y que se realicen periódicamente controles para mantener el buen estado de la impermeabilización, el grado de afección por la instalación y uso de las balsas de efluentes de almazara las parcelas 5044 y 5045 del Polígono 19 del Término Municipal de Villanueva de la Serena (Badajoz) es bajo.

Firma el presente estudio hidrogeológico

En Santa Marta a 1 de Agosto de 2019



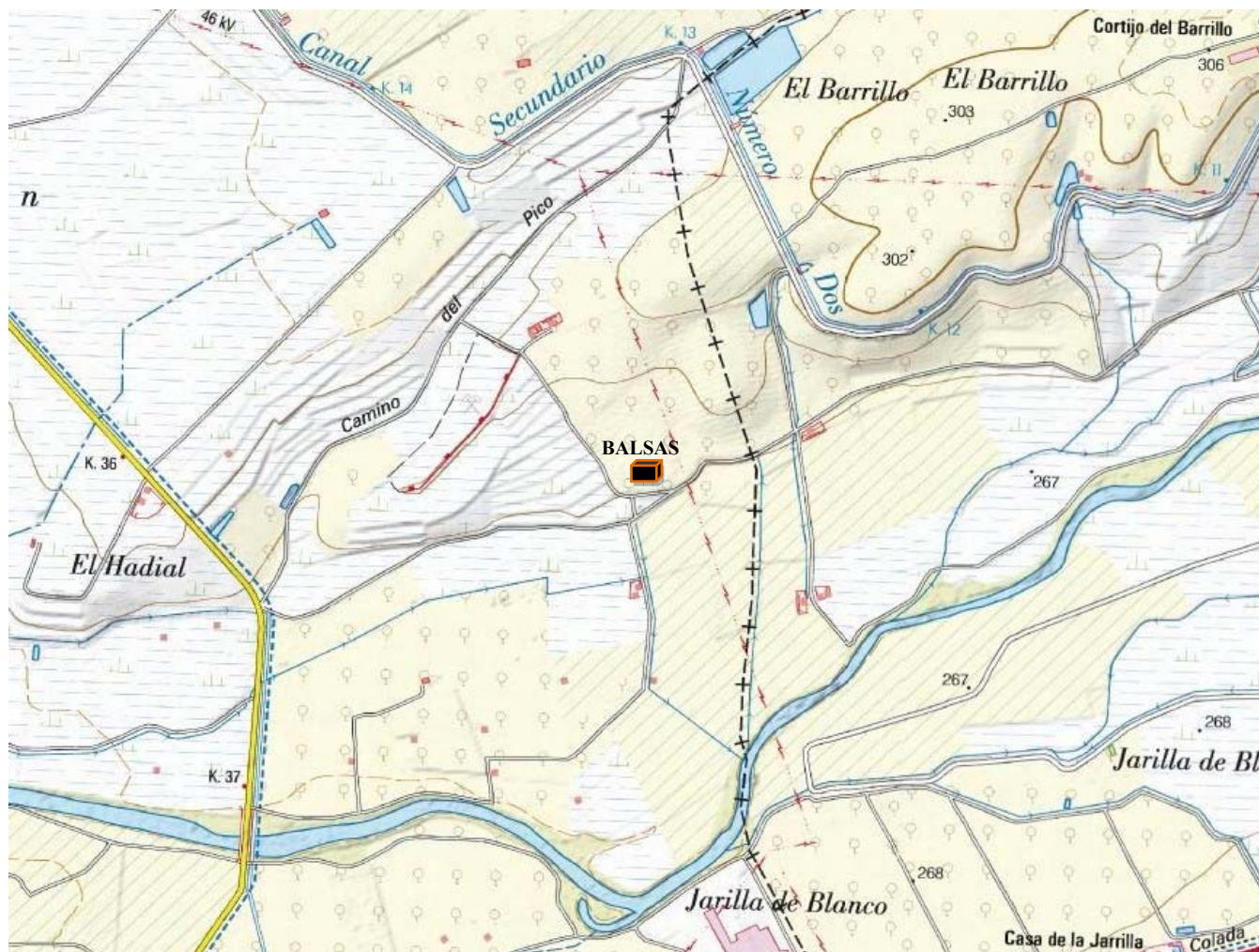
Fdo. Francisco Javier Fernández Amo
Geólogo Colegiado nº.: 3.214

ANEXO I

MAPAS Y PLANOS

MAPA TOPOGRÁFICO CON CURVAS DE NIVEL

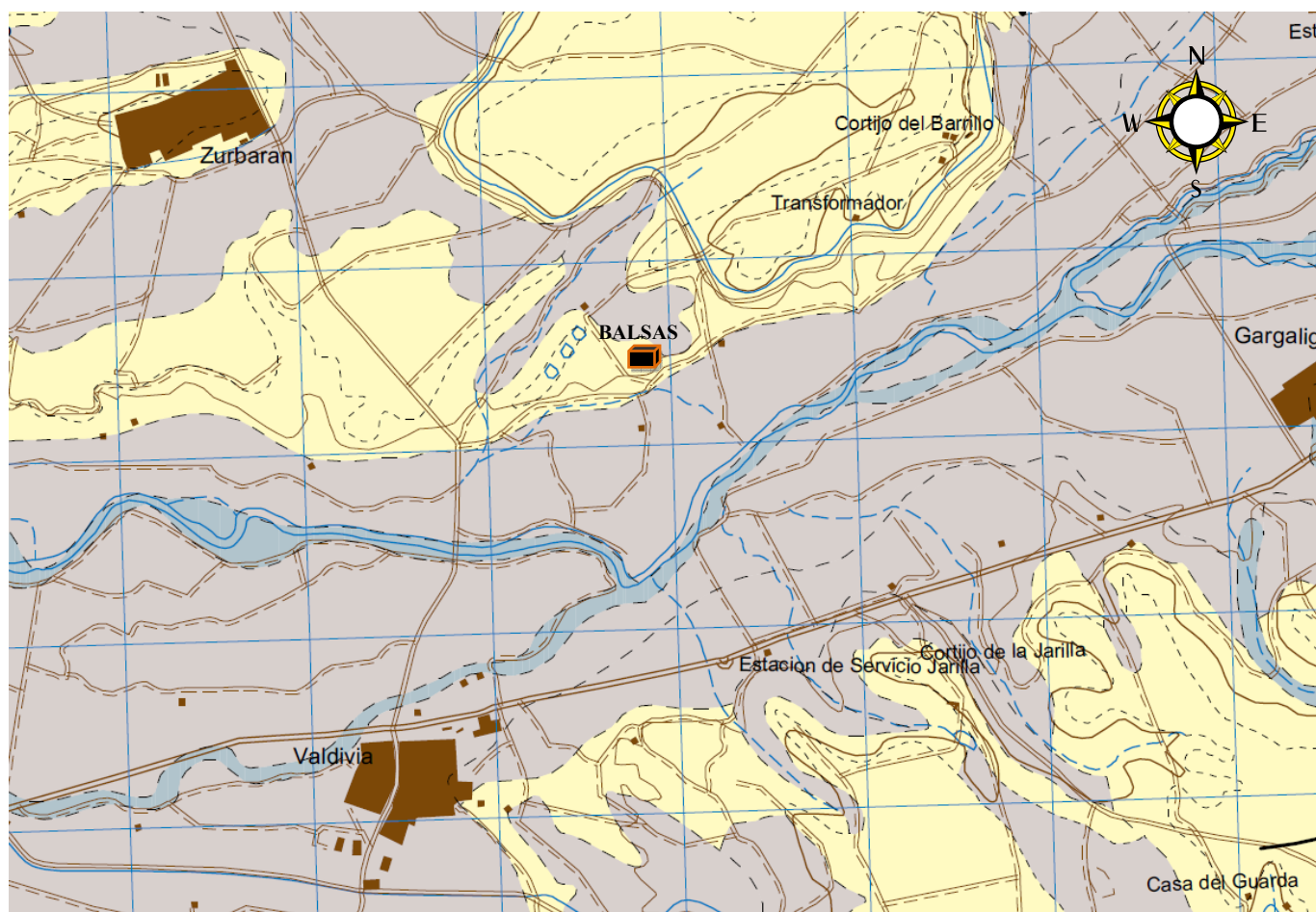
MAPA TOPOGRÁFICO DE LOCALIZACIÓN DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE LA COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA. PARCELAS 5044 Y 5045 DEL POLÍGONO 19 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLANUEVA DE LA SERENA (BADAJOZ)”



NOMBRE PETICIONARIO:	Autor:	FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA	 Francisco J. Fernández Amo	01-08-2019	1 : 40.000	1

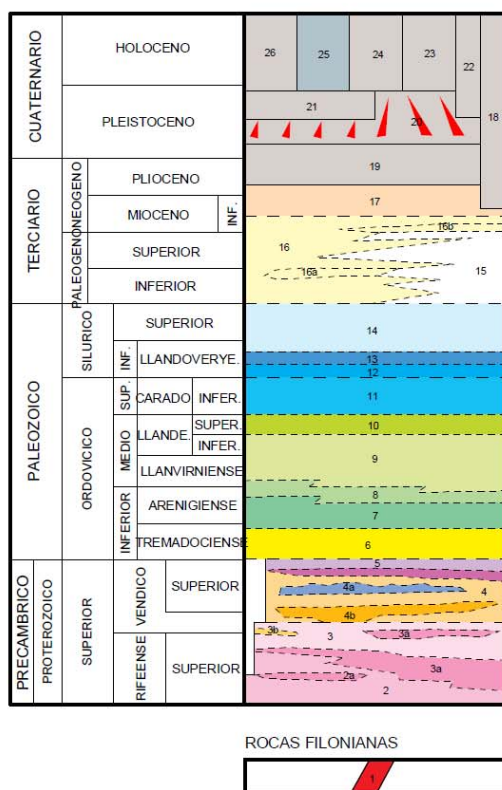
MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOLÓGICO DE LOCALIZACIÓN DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE LA COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA. PARCELAS 5044 Y 5045 DEL POLÍGONO 19 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLANUEVA DE LA SERENA (BADAJOZ)”



NOMBRE PETICIONARIO:	Autor: 	FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA	Francisco J. Fernández Amo	01-08-2019	1 : 50.000	2

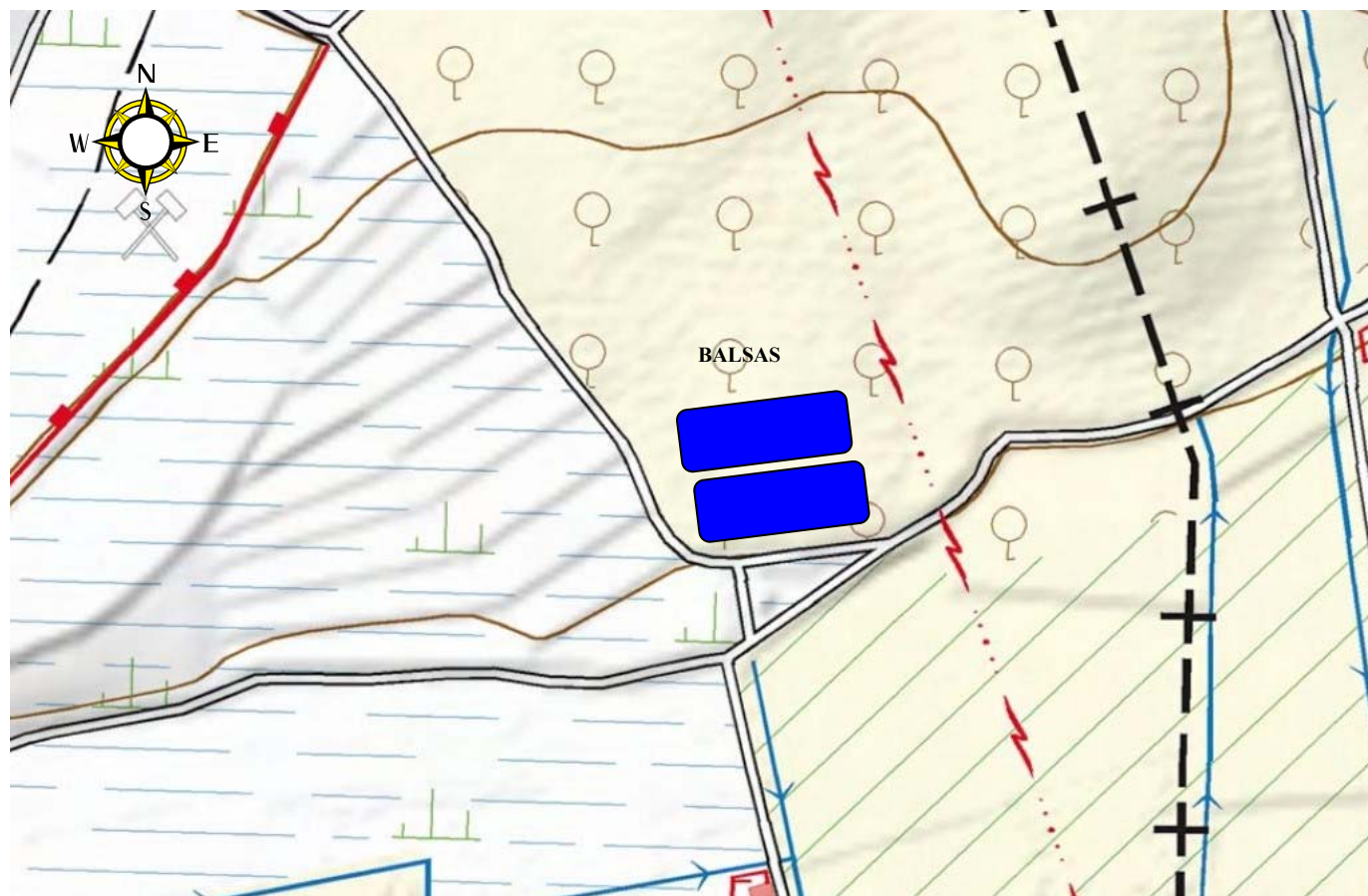
LEYENDA



- 26 Arenas, limos eólicos.
- 25 Gravas, arenas, limos y arcillas (aluvial de fondo de valle).
- 24 Arcillas, limos y arenas (llanura de inundación).
- 23 Arcillas, limos y arenas con cantos (Glacis).
- 22 Arcillas y limos con cantos (Aluvial-Coluvial).
- 21 Gravas, arenas y arcillas (Terrazas).
- 20 Gravas, arenas y arcillas (Glacis).
- 19 Gravas, arenas y arcillas (Glacis rojos).
- 18 Cantos, bloques, arenas, limos y arcillas (Coluviones).
- 17 Gravas y arcillas rojas.
- 16b Conglomerados polimícticos heterométricos.
- 16a Conglomerados heterométricos.
- 16 Arenas arcósicas y limos.
- 15 Arcillas, limos arenosos y gravas. Niveles de pisolitos ferromanganesíferos.
- 14 Lutitas gris oscuro, ampelitas y cuarcitas grises a negras.
- 13 Areniscas (cuarzoarenitas) y cuarcitas.
- 12 Fangolitas, limolitas arenosas y areniscas. Cantos de cuarzo-cuarcita heterométricos, sub-angulosos, en todas las facies.
- 11 Lutitas gris oscuras piritosas con nódulos siderolíticos.
- 10 Areniscas (cuarzoarenitas), limolitas micáceas y lutitas.
- 9 Lutitas grises piritosas con nódulos.
- 8 Areniscas (cuarzoarenitas), limolitas y lutitas.
- 7 Areniscas (cuarzoarenitas), cuarcitas blancas y lutitas.
- 6 Conglomerados, areniscas con grava, areniscas, limolitas y lutitas policolores.
- 5a Conglomerados granosoportados.
- 5 Conglomerados, areniscas con grava y lutitas.
- 4b Conglomerados.
- 4a Calizas bioclásticas, bioconstruidas y lutitas carbonatadas.
- 4 Conglomerados, areniscas y lutitas.
- 3b Rocas básicas.
- 3a Conglomerados matrizsoportados.
- 3 Fangolitas, areniscas y conglomerados.
- 2a Conglomerados matrizsoportados y vulcarenitas con grava.
- 2 Areniscas, limolitas, lutitas y cuarcitas negras (Turbiditas).
- 1 Diques de cuarzo.

MAPA HIDROLÓGICO ESCALA 1 : 25.000

MAPA HIDROLÓGICO DE LOCALIZACIÓN DE LAS BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE LA COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA. PARCELAS 5044 Y 5045 DEL POLÍGONO 19 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLANUEVA DE LA SERENA (BADAJOZ)”



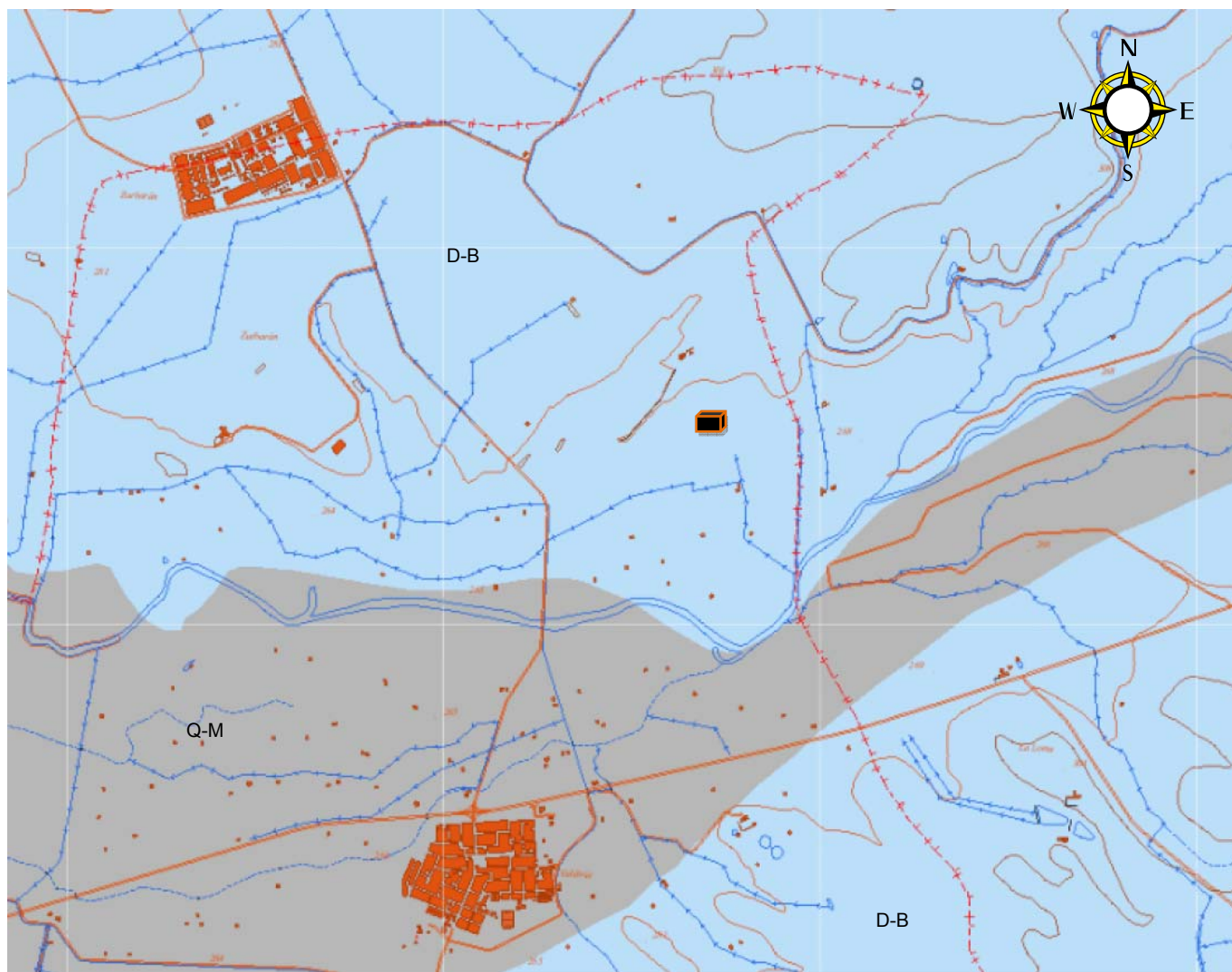
NOMBRE PETICIONARIO: COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA	Autor:  Francisco J. Fernández Amo	FECHA: 01-08-2019	ESCALA: 1 : 20.000	Nº DE PLANO: 3
---	---	-----------------------------	------------------------------	--------------------------

MAPA DETALLADO DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

No hay presencia de unidades hidrogeológicas en la zona afectada.

MAPA DE PERMEABILIDADES DE LA ZONA AFECTADA

MAPA DE PERMEABILIDADES DE LOCALIZACIÓN DE LAS
BALSAS DE EFLUENTES DE ALMAZARA DE LA
COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA.
PARCELAS 5044 Y 5045 DEL POLÍGONO 19 DEL TÉRMINO
MUNICIPAL DE VILLANUEVA DE LA SERENA (BADAJOZ)”

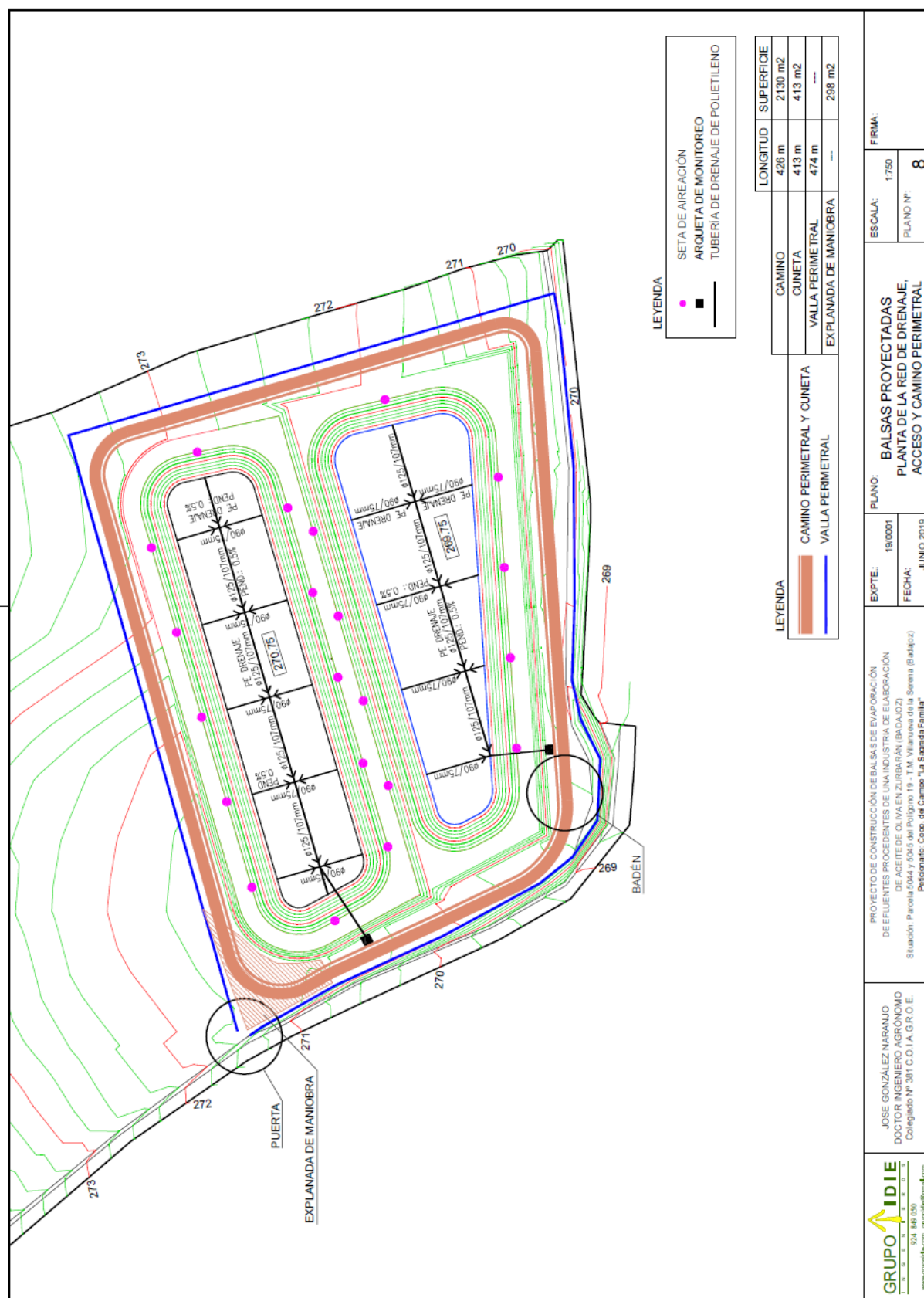


NOMBRE PETICIONARIO: COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA	Autor:  Francisco J. Fernández Amo	FECHA: 01-08-2019	ESCALA: 1 : 50.000	Nº DE PLANO: 4
--	--	-----------------------------	------------------------------	--------------------------

LEYENDA

PERMEABILIDAD			PERMEABILIDAD				
LITOLOGÍAS			MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
CON AGUAS UTILIZABLES	FISURABLES Y SOLUBLES	CARBONATADAS	C-MA	C-A	C-M	C-B	C-MB
		DETRÍTICAS (Cuaternario)	Q-MA	Q-A	Q-M	Q-B	Q-MB
	POROSAS	DETRÍTICAS	D-MA	D-A	D-M	D-B	D-MB
		VOLCÁNICAS (Piroclásticas y lávicas)	V-MA	V-A	V-M	V-B	V-MB
	FISURABLES	META-DETRÍTICAS	M-MA	M-A	M-M	M-B	M-MB
		ÍGNEAS	I-MA	I-A	I-M	I-B	I-MB
CON AGUAS NO UTILIZABLES O DE MUY BAJA CALIDAD	SOLUBLES	EVAPORÍTICAS	E-MA	E-A	E-M	E-B	E-MB

PLANOS DE LAS INSTALACIONES Y COORDENADAS UTM (ETRS89)

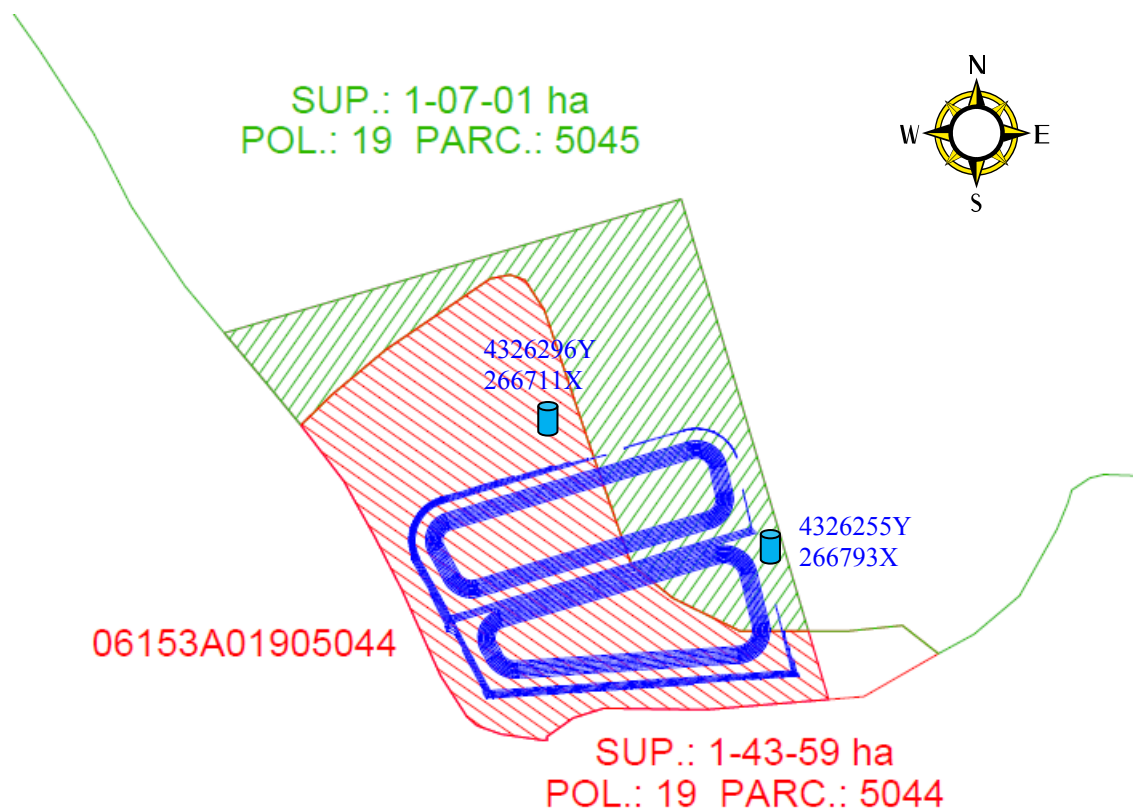


MAPA DE PUNTOS DE AGUA

El mapa de puntos de agua es el plano de instalaciones en sí, ya que no existen en un perímetro de 100 metros ni manantiales ni pozos. Tanto las construcciones, como las balsas y los puntos de vertidos vienen detallados en los planos de instalaciones.

**PLANO DE LA RED DE VIGILANCIA
PROPUESTA CON LAS CORRESPONDIENTES
COORDENADAS (ETRS89)**

PLANO DE RED DE VIGILANCIA DE LAS BALSAS DE LA COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA. PARCELAS 5044 Y 5045 DEL POLÍGONO 19 DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLANUEVA DE LA SERENA (BADAJOZ)”



NOMBRE PETICIONARIO:	Autor: 	FECHA:	Nº DE PLANO:
COOPERATIVA DEL CAMPO LA SAGRADA FAMILIA	Francisco J. Fernández Amo	01-08-2019	5

ANEXO II

DATOS GEOFÍSICOS

ANEXO III

ENSAYO DE LEFRANCY ESTUDIO HIDROLÓGICO DE INUNDABILIDAD

ANEXO III

DECLARACIÓN RESPONSABLE SOBRE HABILITACION PROFESIONAL COMO TÉCNICO COMPETENTE



Informe de permeabilidad



**GRUPO DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO DE
INICIATIVAS EMPRESARIALES S.L.**

**T.M. VILLANUEVA DE LA SERENA
POLIGONO 19. PARCELAS 5044 Y 5045
ESTUDIO DE PERMEABILIDAD**

Editado e impreso por
Instituto Extremeño de Geotécnica®

Referencia:
19-5081

Julio 2019

Página 1 de 8
(Documento 1 texto)



Índice

Documento 1. TEXTO

1	ANTECEDENTES.....	3
2	ACREDITACIONES OFICIALES DEL LABORATORIO	3
3	ENCUADRE GEOLOGICO. ESTRATIGRAFIA Y NATURALEZA DEL TERRENO	3
3.1	MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA DE LA ZONA	5
4	PERFIL LITOLOGICO DEL TERRENO	6
4.1	NIVEL FREATICO.....	6
5	CROQUIS DE SITUACIÓN	6
6	ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC(CARGA VARIABLE). CONCLUSIONES	7
7	PROGRAMA DE SUPERVISIÓN	9

1 ANTECEDENTES

Grupo de ingeniería para el desarrollo de iniciativas empresariales S.L., solicita la realización de un ensayo in situ de permeabilidad Lefranc para determinar la permeabilidad del terreno existente en una parcela donde se van a ubicar un par de balsas de evaporación de efluentes, procedentes de una industria de elaboración de aceite de oliva en Zurbarán (Badajoz).

2 ACREDITACIONES OFICIALES DEL LABORATORIO

Instituto Extremeño de Geotecnia® es un laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación con el número EX - L 018 en las siguientes áreas:

GT. Geotecnia; GS. Viales; PS. Pruebas de servicio; EH. Hormigón estructural; EA. Acero estructural.

3 ENCUADRE GEOLOGICO, ESTRATIGRAFIA Y NATURALEZA DEL TERRENO

Zurbarán se encuentra en la porción meridional de la zona Centroibérica, la cual se caracteriza desde un punto de vista estratigráfico por la presencia de un ordovícico inferior, en facies de cuarcitas, discordante sobre un sustrato formado por materiales de edad precámbrica. Dentro de esta zona se clasificaría dentro de la subzona Lusooriental-Alcúdica.

ESTRATIGRAFÍA

Los materiales sedimentarios de la zona constituyen un conjunto de materiales poco consolidados de edad terciaria y cuaternaria, que han sido, por zonas, parcialmente erosionados y quedan actualmente como una serie de recubrimientos de poca potencia y gran extensión. A ellos hay que añadir también los depósitos cuaternarios más recientes, prácticamente actuales, asociados a los cauces fluviales de los ríos Guadiana y Zújar, principalmente.

TERCIARIO

Los sedimentos de edad terciaria se sitúan discordantemente sobre el zócalo fundamentalmente precámbrico o granítico; corresponden en su totalidad al Neógeno, no pudiendo atribuirse una edad más precisa, dada la total ausencia de restos fósiles que permitan datar con precisión. Pero dada su semejanza con otras series terciarias de cuencas próximas datadas se le atribuye una edad probable del Mioceno medio-superior y Plioceno.

Arcillas, limos y areniscas rojas (mioceno medio-superior)

La base de la unidad es visible en un único punto, en ella se puede observar una discordancia sobre materiales pizarrosos paleozoicos de un conjunto de fangos arenosos de tonos rojizos que presentan en la base un nivel de cantos poco potente, no superior a los 20-50 cm, en el que destacan fragmentos subredondeados de cuarzo que pueden superar los 15-20 cm de diámetro.

Se ha podido constatar la existencia en esta unidad de intercalaciones en los fangos de paleocanales de orden métrico de arenas, con bases erosivas y estratificación cruzada en surco, con algunas superficies de reactivación. Las arenas tienen tonos rojizos o verdosos en ocasiones y presentan frecuentemente carbonataciones pulverulentas a favor de fracturas y a techo de los canales.

Se interpretan como sedimentos depositados en zonas proximales y medias de un sistema de abanicos aluviales, que en esta zona no tendrían una dinámica elevada.

CUATERNARIO

Arenas eólicas (holoceno)

Se trata de depósitos de gravas, arenas y limos asociados a los fondos de valles de los barrancos y arroyos principalmente que transcurren por esta área. Las arenas son de tonos pardos, muy bien seleccionadas y de grano fino, en las que no son visibles estructuras internas, dada la intensa antropización para cultivos a la que han sido sometidas.

En este caso, la amplitud del valle es mayor, y el régimen hídrico, caracterizado por acusadas sequías en época estival, propicia la variación del cauce activo estacionalmente. Ello genera un sistema complejo con existencia de zonas de acumulaciones de gravas y otras de fangos correspondientes a la llanura de inundación, que aparecen en relación lateral pero sin una distribución espacial ordenada debido a las variaciones estacionales del cauce antes citadas. Asimismo, pueden generarse niveles de terrazas locales por sobreexcavación del aluvial en momentos determinados, pero sin gran continuidad. Se asigna a estos depósitos una edad holocena.

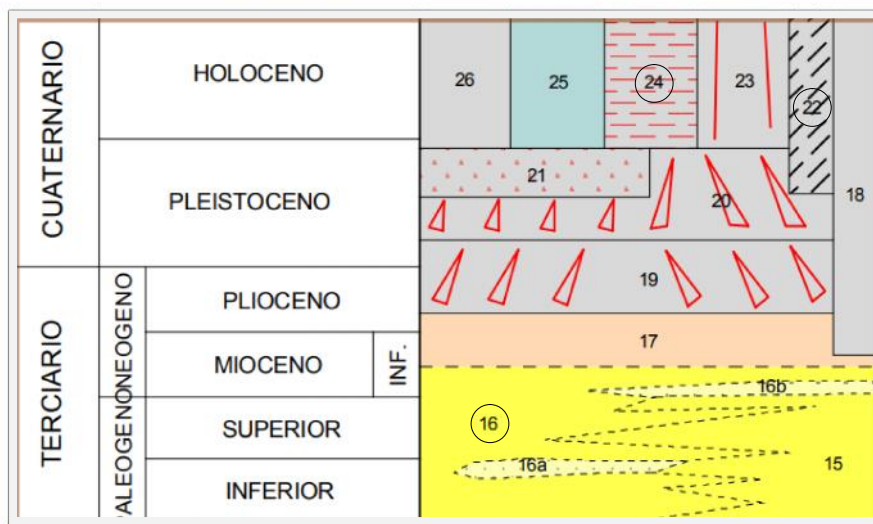
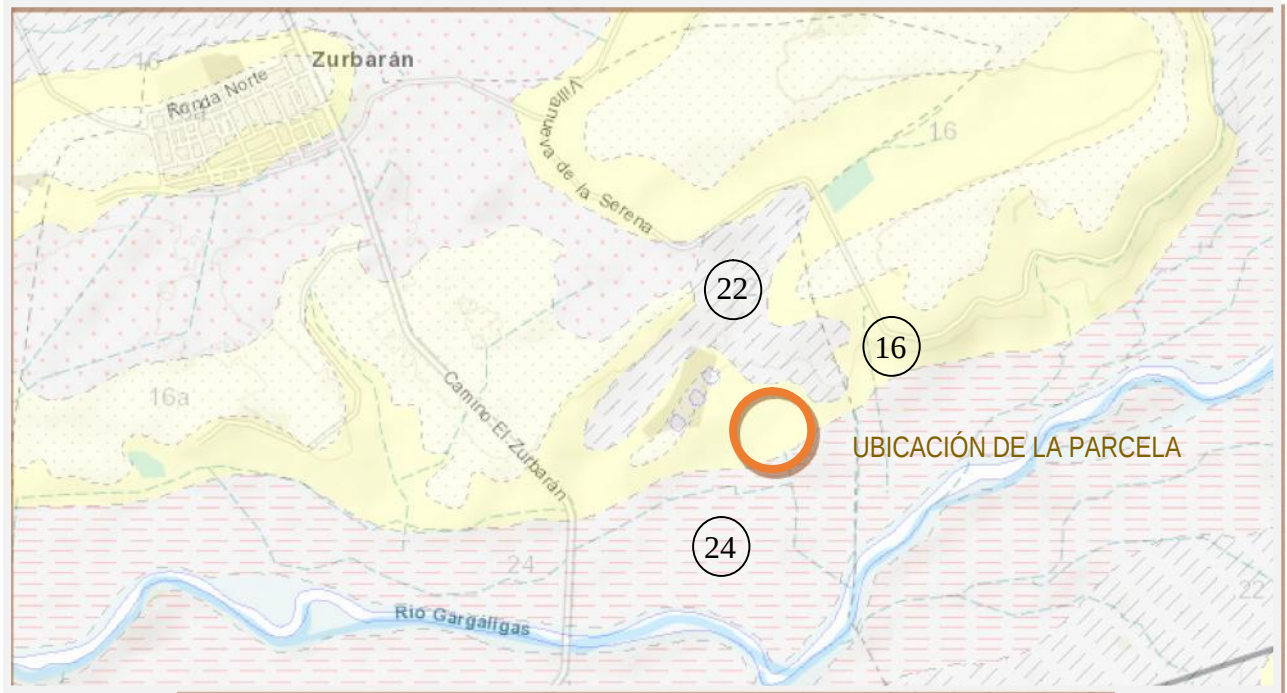
TECTÓNICA

La subzona Lusooriental-Alcúdica se caracteriza por la presencia de pliegues más o menos apretados de dirección y vergencia variables. Las direcciones predominantes oscilan entre E-O a NO-SE.

Las principales estructuras plegadas corresponden a la primera y/o a la segunda fase hercínica, aunque muchas resultan originadas por la interferencia de estas dos fases.

3.1 MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA DE LA ZONA

MAGNA 50: HOJA 754 (DETALLE): VILLANUEVA DE LA SERENA

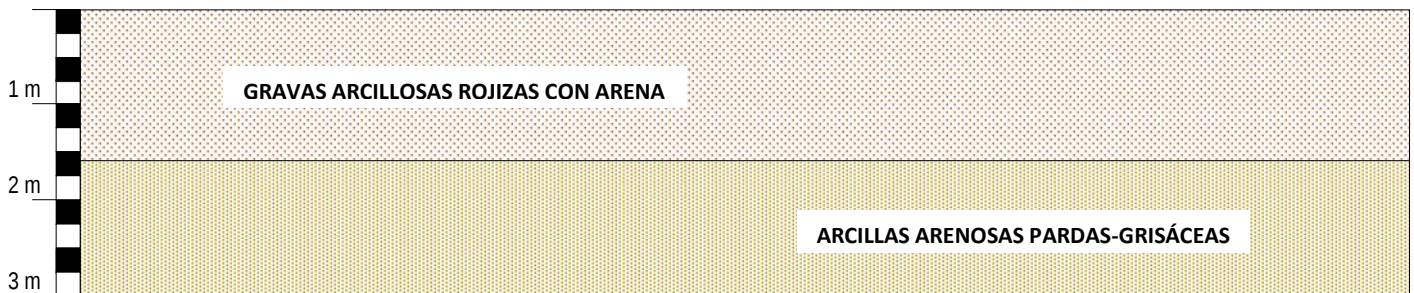


16 ARENAS ARCÓSCAS Y LIMOS

22 ARCILLAS Y LIMOS CON CANTOS (ALUVIAL-COLUVIAL)

24 ARCILLAS, LIMOS Y ARENAS (LLANURA DE INUNDACIÓN)

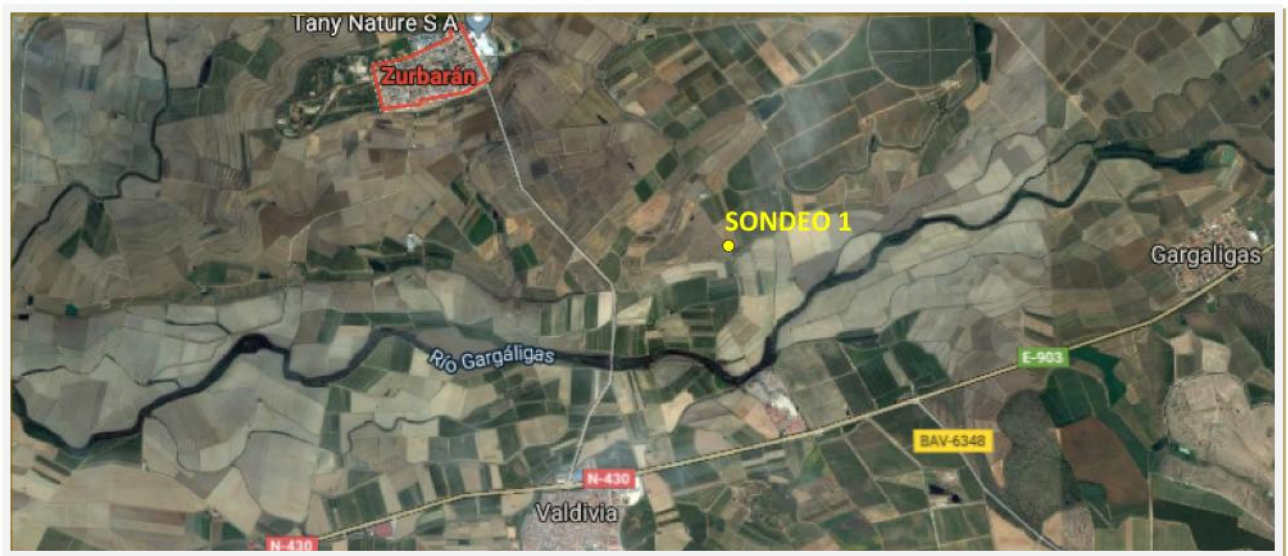
4 PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO



4.1 NIVEL FREÁTICO

En la fecha de realización del estudio de campo (Julio del 2019) no se ha encontrado agua en el terreno natural a la profundidad del sondeo.

5 CROQUIS DE SITUACIÓN DEL ENSAYO DE PERMEABILIDAD

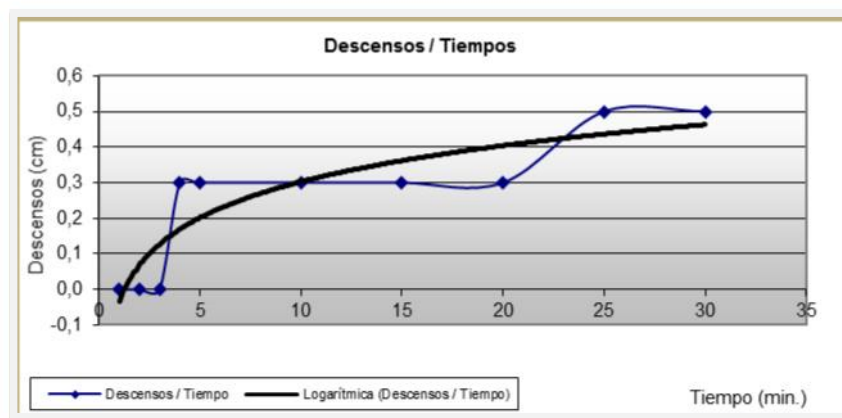
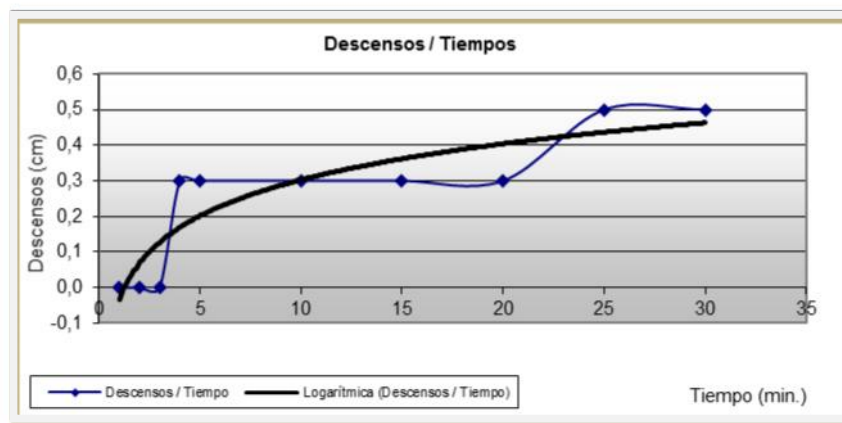


6 ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC(CARGA VARIABLE). CONCLUSIONES

DATOS DEL SONDEO				
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d				86
Profundidad del nivel freático (m): F				10,00
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I				0,20
PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO				
Superior (m): L	1,50	Longitud ensayada (m): h	1,50	
Inferior (m): P	3,00			
DATOS DEL ENSAYO				
Tiempo (min.): t	30,0	Tiempo (s):	1800	
Profundidad inicial (m): Hi		3,20		
Profundidad final (m): Hf		3,20		
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):		0,086		
Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0,0	0,0	3,20
1	1	0,0	0,0	3,20
2	1	0,0	0,0	3,20
3	1	0,0	0,0	3,20
4	1	0,3	0,3	3,20
5	1	0,3	0,0	3,20
10	5	0,3	0,0	3,20
15	5	0,3	0,0	3,20
20	5	0,3	0,0	3,20
25	5	0,5	0,2	3,20
30	5	0,5	0,0	3,20
RESULTADOS				
PERMEABILIDAD LEFRANC		K (m/s) =	1,9019E-09	
Jiménez Salas (1981).				
para $h/d > 4$:				
$K = \frac{(d)^2 \cdot \ln \left(\frac{2h}{d} \right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{Hi}{Hf}$				

Clasificación del suelo según su permeabilidad:

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/s)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}





7 PROGRAMA DE SUPERVISIÓN

Todos los datos y consideraciones aportados en el presente informe se deducen de los reconocimientos puntuales realizados al efecto, según la normativa vigente, por lo que consideramos necesario que en caso de no observar el terreno descrito en el estudio (cambios laterales rápidos de terreno, variaciones en las cotas a las que aparecen los materiales...), o si se detecta que cualquier otro parámetro no coincide con los indicados en el informe será necesario informar al personal de éste laboratorio, para que los geólogos puedan tomar las decisiones adecuadas.

Don Benito a 22 de Julio del 2019

Vº.Bº Dtor. Laboratorio

José Antonio Verde Rodríguez
Geólogo Colegiado nº: 3.249



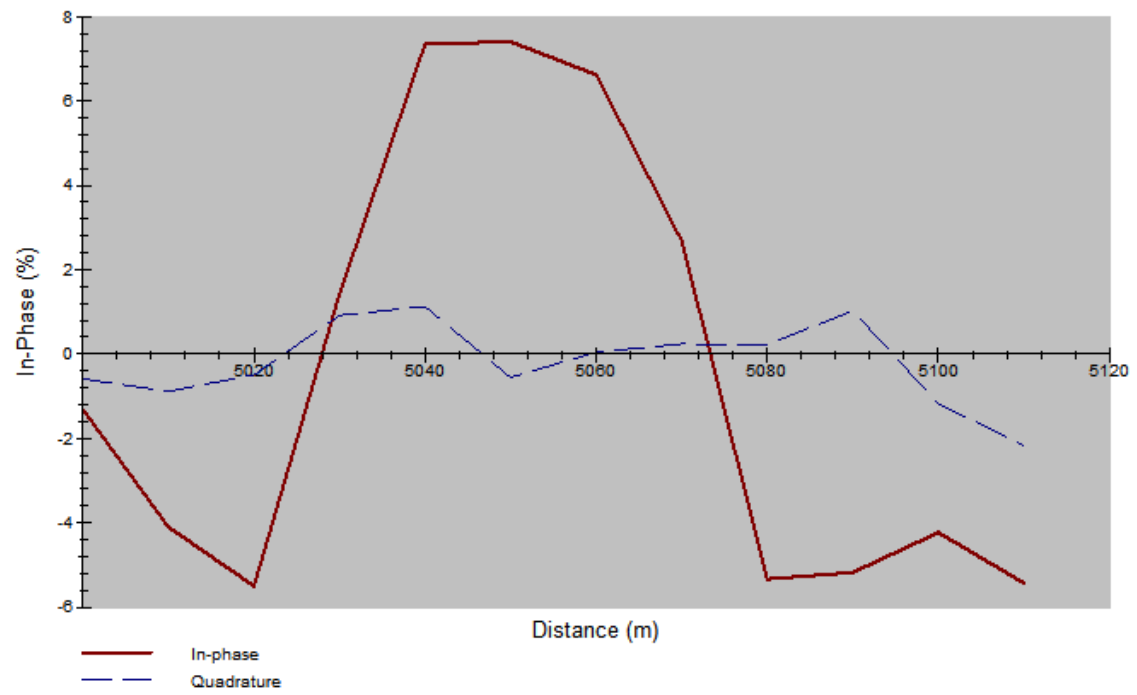
Jefe Departamento Geotecnia y Cimientos

Alberto Pérez López
Geólogo Colegiado nº:4.968

CoopSagradaFamilia1.

Profile: 0022E

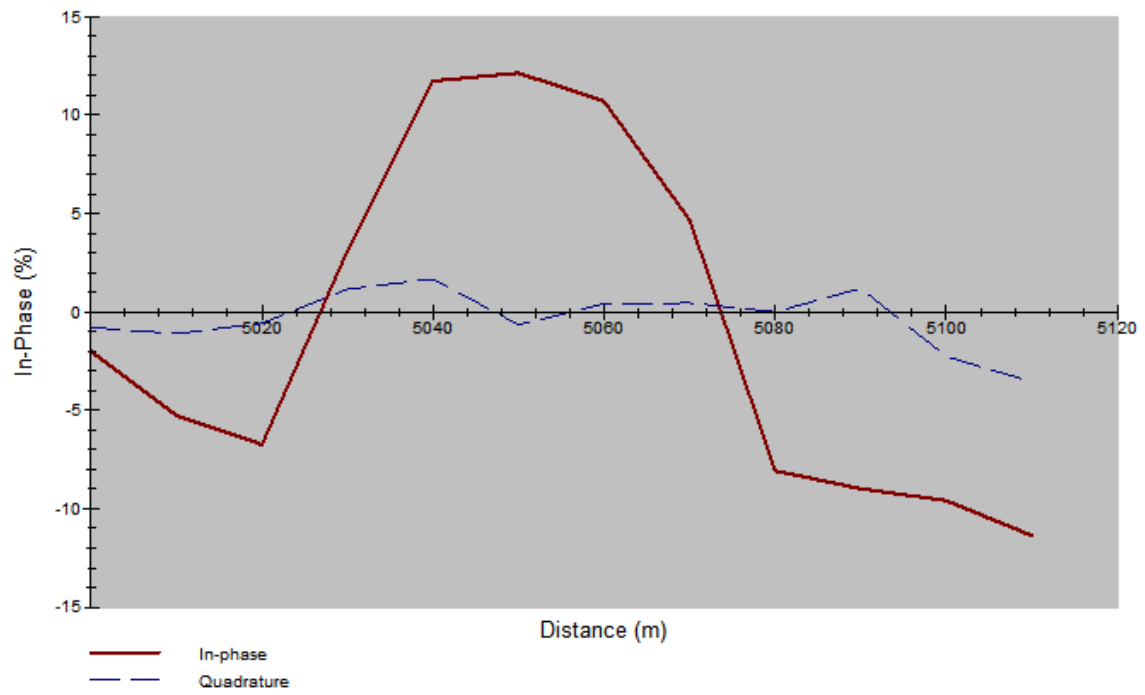
Filter depth = 5 m



CoopSagradaFamilia1.

Profile: 0022E

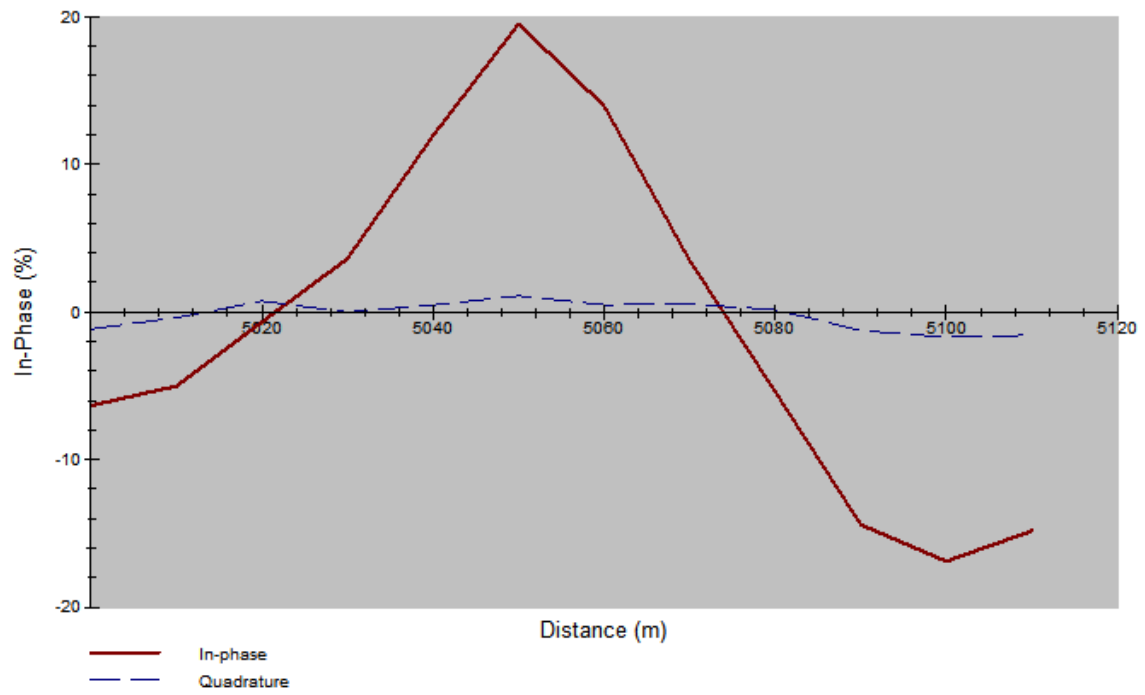
Filter depth = 10 m



CoopSagradaFamilia1.

Profile: 0022E

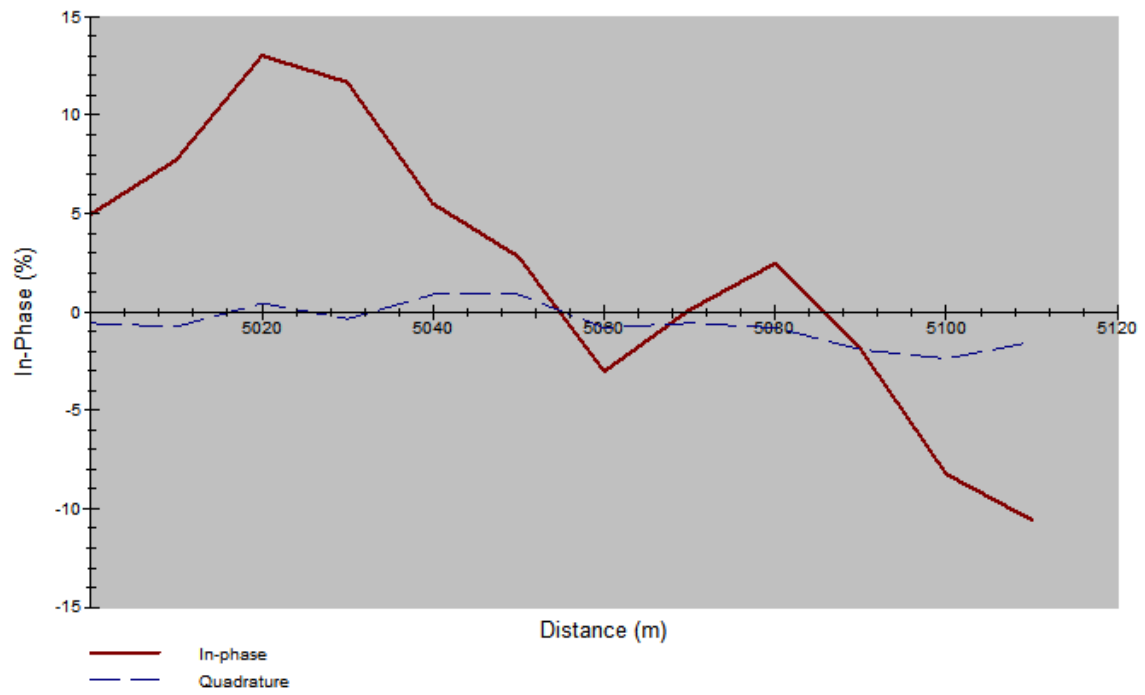
Filter depth = 25 m



CoopSagradaFamilia1.

Profile: 0022E

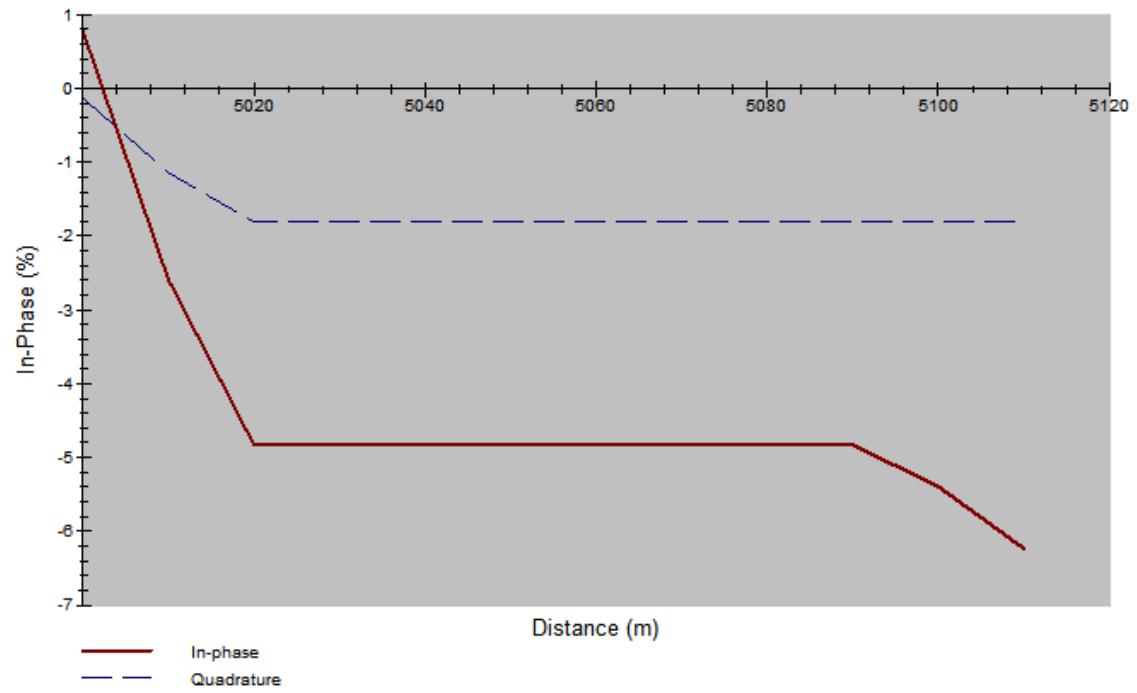
Filter depth = 50 m



CoopSagradaFamilia1.

Profile: 0022E

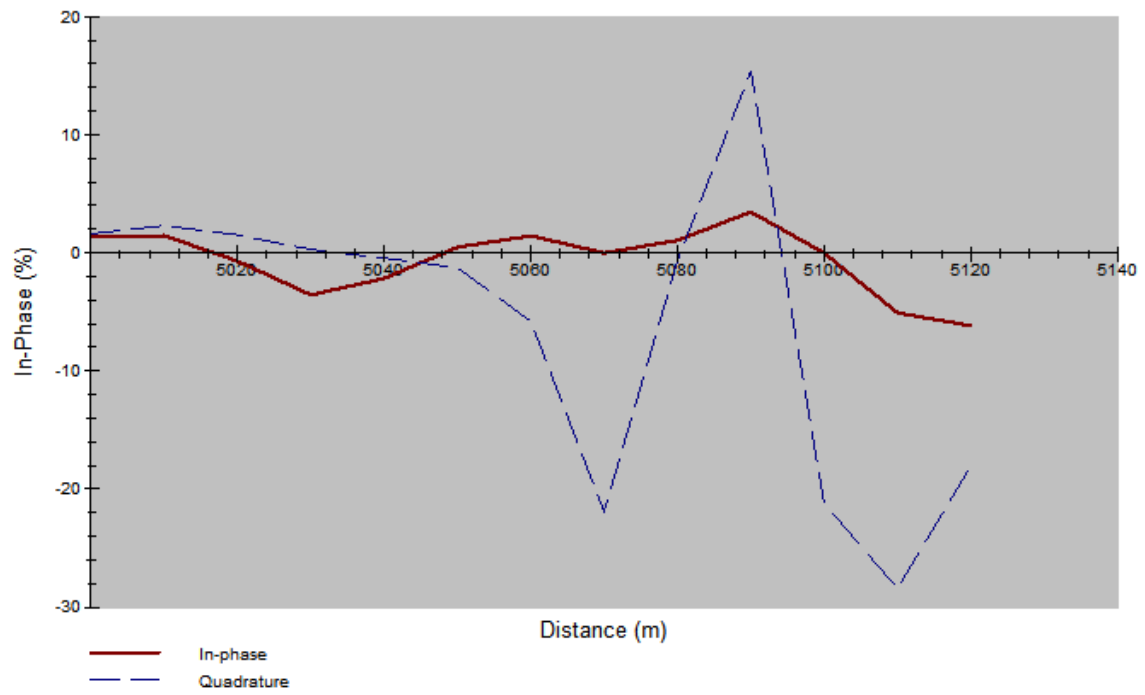
Filter depth = 100 m



CoopSagradaFamilia2.

Profile: 0023E

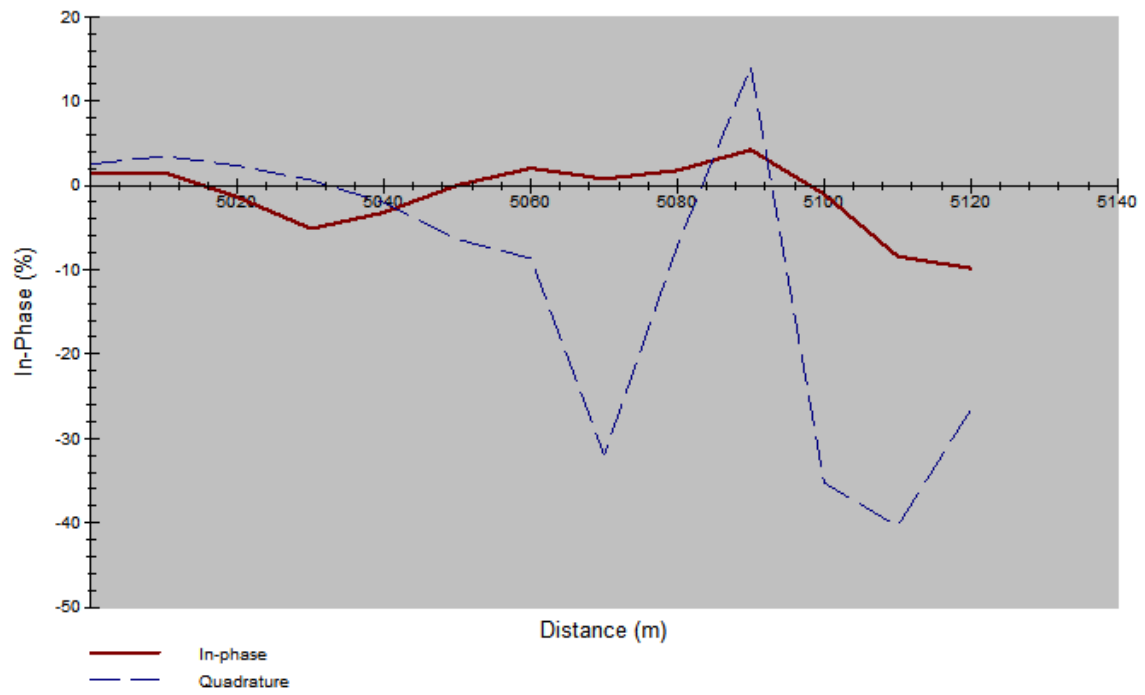
Filter depth = 5 m



CoopSagradaFamilia2.

Profile: 0023E

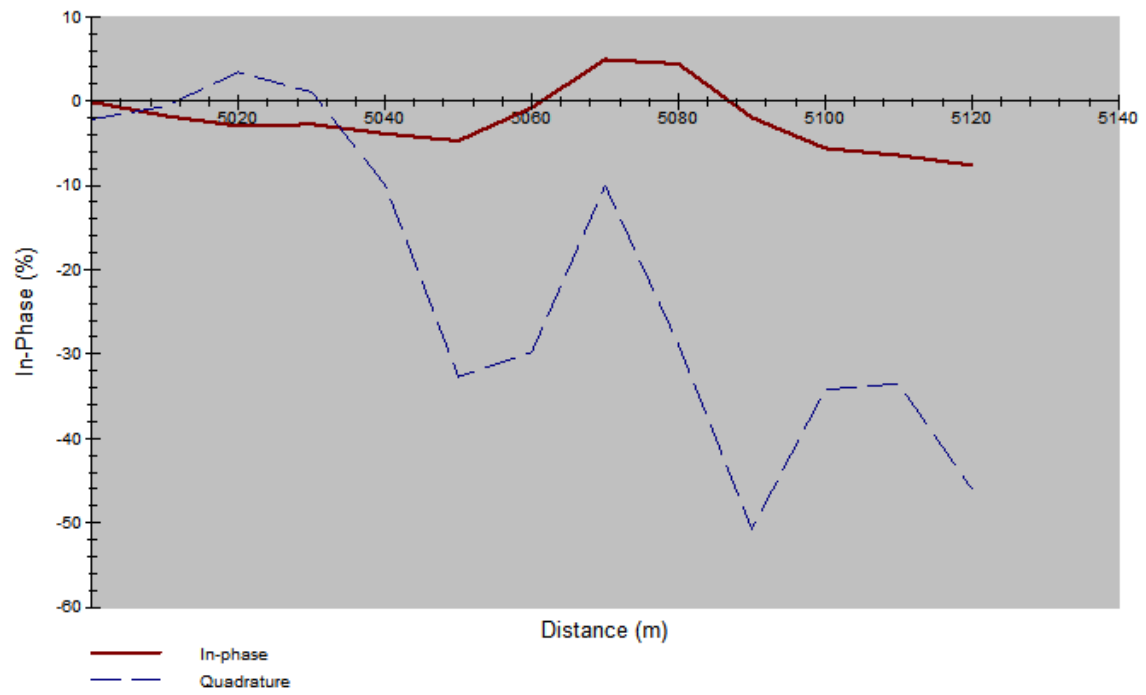
Filter depth = 10 m



CoopSagradaFamilia2.

Profile: 0023E

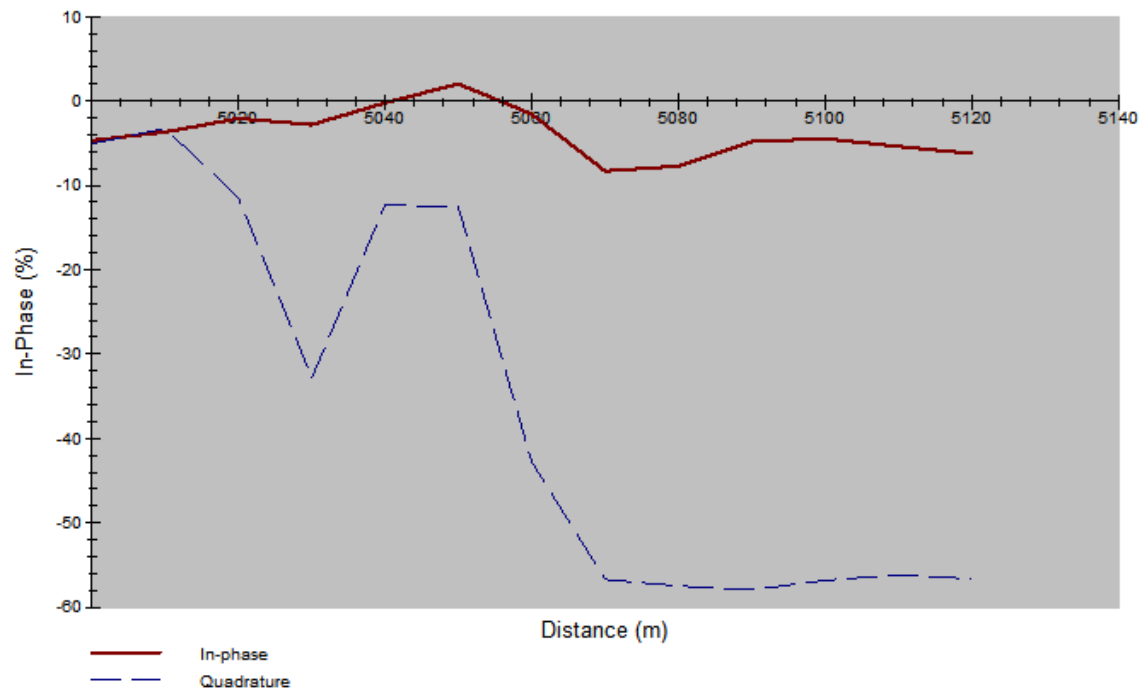
Filter depth = 25 m



CoopSagradaFamilia2.

Profile: 0023E

Filter depth = 50 m



CoopSagradaFamilia2.

Profile: 0023E

Filter depth = 100 m

