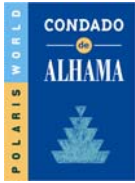


ESTUDIO PREVIO DE SOLUCIONES AL SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUAS
PLUVIALES DE LA FASE II DE LA URBANIZACIÓN CONDADO DE ALHAMA.
PROMOTOR: NEW GOLF PROPERTIES, S. L.

MEMORIA

MEMORIA



ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES.....	2
2.- OBJETO DEL ESTUDIO.....	2
3.- DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO	3
3.1.- ESTUDIO GEOLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	3
3.2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.....	11
3.3.- DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE SOLUCIONES.....	15

1.- ANTECEDENTES

El presente trabajo, que ha sido encargado por la sociedad NEW GOLF PROPERTIES, S.L. a la empresa INOCSA INGENIERÍA, S.L., se enmarca dentro de los estudios previos que la promotora está llevando a cabo para desarrollar urbanísticamente el Sector II del Plan Parcial “Condado de Alhama”.

El sector tiene una superficie de 590 Ha y viene precedido por el desarrollo de las 500 Ha del Sector I, en cuya construcción se han detectado una serie de problemas que han llevado a la promotora a realizar este estudio, principalmente los relacionados con la aparición en distintos puntos del nivel freático a poca profundidad.

Este hecho ha motivado que, teniendo en cuenta la magnitud de la superficie de terreno a desarrollar, se quiera tener un conocimiento específico del subsuelo en lo que se refiere a la existencia de agua subterránea que pueda limitar las soluciones técnicas a emplear en la construcción de las infraestructuras necesarias.

Por otro lado, se pretende tener una previsión de las posibles soluciones que se puedan realizar para la recogida y tratamiento de las aguas de escorrentía que genera el desarrollo del sector, siempre con el objetivo de poder reutilizar el agua recogida para el riego de las zonas verdes y del campo de golf del mismo.

Además, y aprovechando la realización de ensayos, sondeos y análisis de muestras del terreno, se ha considerado oportuno por parte del equipo redactor reflejar en el estudio los datos geotécnicos referentes a la zona estudiada que, aunque no son el objeto inicial de los trabajos, sí parece una información útil para la posterior ejecución de obras en la zona.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento es el “ESTUDIO PREVIO DE SOLUCIONES AL SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES DE LA FASE II DE LA URBANIZACIÓN CONDADO DE ALHAMA” que permita proponer soluciones al problema de las aguas pluviales que sean viables y que optimicen las diferentes variables a tener en cuenta: técnicas, económicas, medioambientales y estéticas.

3.- DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Para lograr el objetivo marcado, se realizan dos estudios previos encaminados al conocimiento de los terrenos del sector II del Plan Parcial, cuyos resultados y conclusiones sirven de base para el planteamiento posterior de alternativas.

A continuación se resumen los trabajos realizados y los resultados obtenidos en cada fase.

3.1.- ESTUDIO GEOLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

En el Anejo nº 1 del presente documento se recopilan los datos y se presentan las conclusiones y recomendaciones relativas al estudio geológico, hidrogeológico y geotécnico.

Desde el punto de vista topográfico la finca presenta una diferencia de cota de aproximadamente 30 m, observándose en el sector sureste una topografía más suavizada con una cota media de 215 m.s.n.m., mientras que en la parte central de la finca investigada, siguiendo un eje de dirección NE-SW, se encuentran las cotas más elevadas, 230 m s. n. m. La región más septentrional se caracteriza con un descenso de cotas, predominantemente hacia el noroeste, en esta zona se observan las cotas más bajas en torno a 205 m.s.n.m.

La zona de estudio se localiza en el sector meridional de la Región de Murcia, dentro de la Vega del Guadalentín, en el término municipal de Alhama de Murcia.

El centro geométrico del área investigada se sitúa a unos trece kilómetros al suroeste de la Sierra de Carrascoy, aproximadamente a quince kilómetros al sursureste de la población de Alhama de Murcia, al este del Río Guadalentín y al norte del canal del Taibilla, concretamente en el paraje de la Cañada de Coqueta.

Los trabajos realizados han tenido los siguientes objetivos:

- ✓ Investigar la posible existencia de formaciones permeables que puedan albergar agua en el subsuelo de la finca investigada.
- ✓ Investigar las posibles relaciones entre los acuíferos y/o la hidrología de la zona.
- ✓ Conocer la permeabilidad de los materiales presentes en la finca investigada.
- ✓ Conocer la dirección del flujo subterráneo y el comportamiento del nivel freático a lo largo del tiempo.

- ✓ Conocer la naturaleza y características geotécnicas del terreno existente en el subsuelo de la finca para clasificar la aptitud de los diferentes tipos de materiales para su posible empleo como terraplén, la categoría de la explanada y su excavabilidad.
- ✓ Caracterizar la ripabilidad o excavabilidad del material que aflora en la finca.
- ✓ Detectar posibles zonas problemáticas desde el punto de vista geotécnico (suelos blandos; suelos potencialmente expansivos, etc.)

Marco Geológico

La región en la que se enmarca la zona investigada se encuentra situada sobre el borde oriental de las cordilleras Béticas, donde éstas se sumergen en el mar.

Como es sabido, dentro de la cuenca Bética se distingue una zona externa o pericontinental y otra interna, más alejada, dentro de la cual se depositaron los materiales que a lo largo de la evolución geológica configuraron la región.

El aspecto morfológico que ofrece este borde del sureste español es el de una serie de llanuras cubiertas por sedimentos neógenos y cuaternarios, depositados sobre fosas tectónicas separadas entre sí por horst o sierras formadas por materiales que han sufrido tanto un metamorfismo de edad alpina como una tectónica de cabalgamiento durante el Eoceno Superior-Oligoceno Inferior, con posterior descompresión con fracturación.

Los depósitos neógenos tienen un componente calcáreo importante constituyendo capas de caliza, arenisca, marga, etc.; se presentan en forma de islas dentro de la amplia llanura cuaternaria. Los cuaternarios son muy variables, en función de su origen; aluviales, marinos, piedemontes, etc.

Con objeto de reconocer con detalle las características geológicas del sector, se ha realizado una campaña de campo que ha tenido por objeto cartografiar, más detalladamente, a escala 1:10.000 la zona objeto de estudio (ver Apéndice 3 del Anejo nº 1). En dicha cartografía se han diferenciado los siguientes materiales, en orden estratigráfico descendente (ver Leyenda Geológica en el citado plano):

➤ **Depósitos cuaternarios:**

- R_A: Rellenos antrópicos para construcción de balsas.

- Q_A: Depósitos aluviales constituidos por arcillas arenosas con indicios de grava. Se trata de materiales cuaternarios recientes que afloran de forma muy localizada al norte de la finca investigada.

➤ **Depósitos pliocuaternarios:**

Los depósitos pliocuaternarios de la zona están representados por tres litologías distintas, que se han denominado como PQ_C, PQ_L y PQ_A. Describiéndose a continuación cada uno de estos litotipos:

- PQ_C: Arcilla limosa de color marrón claro con zonas cementadas de costrón calcáreo a techo. Este término constituye en superficie, aproximadamente, el 70 % de la finca investigada, siendo la formación más representativa superficialmente.
- PQ_L: Arcilla margosa marrón-rojizo con algo a bastante arena y nódulos calcáreos. Este término aflora en una franja perimetral al anterior (PQ_C) y constituye, aproximadamente, el 10 % de la finca investigada.
- Finalmente, en el tercio norte de la finca investigada aflora el término PQ_A, constituido por arcilla margosa marrón-rojizo con indicios de arena y yeso. Este término ocupa, aproximadamente, el 20 % de la superficie de la finca investigada.

Campaña de Investigaciones

Tomando como referencia la topografía del Sector II, la cartografía geológica elaborada y los objetivos del presente estudio, se ha acometido una campaña de investigaciones geotécnicas consistente en las siguientes prospecciones:

- 15 sondeos mecánicos con longitudes variables entre los 8 y los 12 m.
- 5 calicatas mecánicas
- 5 sondeos eléctricos verticales

Al margen de estas investigaciones se ha realizado de forma complementaria dos prospecciones geofísicas adicionales, consistente en la realización de una tomografía eléctrica y un perfil sísmico cuyo objetivo ha sido fundamentalmente completar la información proporcionada por el resto de investigaciones. También se ha analizado la abundante información geotécnica disponible del sector I. Las muestras procedentes de sondeos y calicatas han sido analizadas en laboratorio.

En la **Figura 3.1.a.** se muestra de forma esquemática la posición de las distintas investigaciones

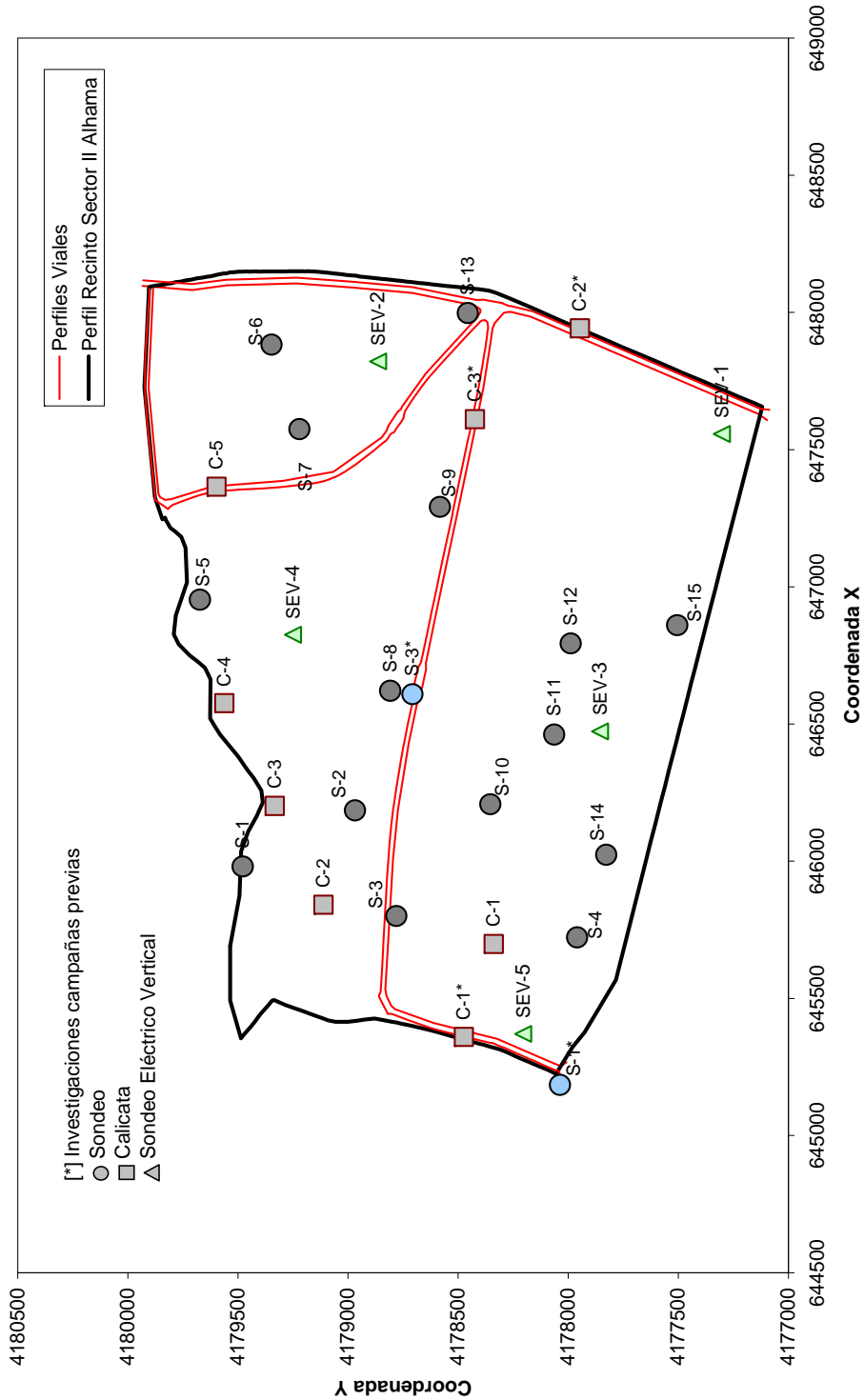


Figura 3.1.a. Distribución espacial de las investigaciones realizadas y disponibles

realizadas.

Estudio Hidrogeológico

La región estudiada se sitúa dentro de la Cuenca Hidrológica del Segura. En dicha cuenca se diferencian 180 sistemas acuíferos repartidos en 57 Unidades Hidrogeológicas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, **la zona objeto de estudio** se encuentra mayoritariamente **dentro de una extensión indefinida hidrogeológicamente** se sitúa entre las **Unidades Hidrogeológicas Campo de Cartagena (07.31)**, al Este, y **Bajo Guadalentín (07.30)**, al Oeste. Tan solo parcialmente en la zona Este del sector II se toca la unidad hidrogeológica del *Campo de Cartagena* (100; U.H. 0.7.31). Dentro de este último es más correcto hacer referencia al subsistema Cuaternario. En la **Figura 3.1.b.** se recoge se muestra el entorno hidrogeológico de la zona investigada.

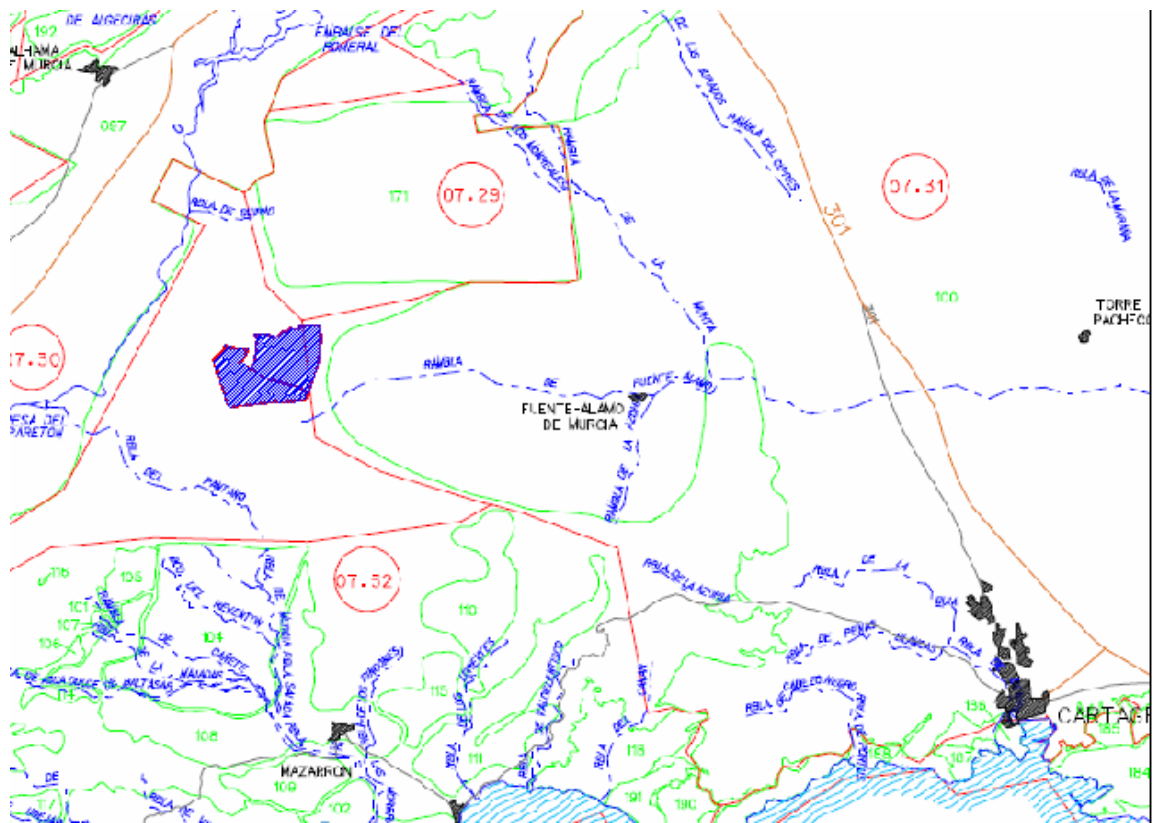


Figura 3.1.b. Ubicación hidrogeológica de la zona de estudio.

A nivel local el estudio hidrogeológico se ha realizado centrándose en los siguientes aspectos:

- Características generales del acuífero

- Inventario realizado de puntos de agua para el reconocimiento del mismo
- Estudio de permeabilidades
- Piezometría y su evolución en el tiempo
- Calidad del agua
- Circulación del flujo subterráneo.

Partiendo de toda la información hidrogeológica recopilada durante el estudio, se ha tratado de definir el sistema de flujo subterráneo correspondiente al ámbito de estudio. La interpretación de dicho sistema se ha tratado de reflejar mediante un plano de isopiezas que muestre de forma simplificada las profundidades del nivel freático en el ámbito de estudio y la dirección principal de flujo (ver Apéndice 12 “Plano de Isopiezas” en Anejo nº 1). En dicho plano de isopiezas, puede observarse cómo dicho acuífero se desarrollaría fundamentalmente en el tercio oeste del sector II, y presentaría un flujo fundamentalmente S-NO. El nivel freático se presentará presumiblemente más superficial en la parte noroeste de la parcela.

En cuanto a las permeabilidades de los materiales que constituyen el acuífero se puede indicar que estas son de bajas a muy bajas.

Estudio Geotécnico

Para abordar el estudio geotécnico de la zona en estudio, se ha consultado en primer lugar el “**Mapa Geotécnico General E. 1:200.000. Murcia, Hoja 79 IGME 1977**” en el que se clasifica el área de estudio atendiendo a su problemática geotécnica como II₄, recogiendo los condicionantes geotécnicos asociados a dicha categoría en la siguiente figura.

II₄ FORMAS DE RELIEVE PLANAS	<p>Se sitúa geográficamente, sobre el ángulo NO de la Hoja, estando formada por margas, margocalizas, calizas y dolomías, normalmente con coloraciones claras y desigual resistencia a la erosión.</p> <p>Morfológicamente presenta relieves que oscilan de alomados a abruptos con pendientes topográficas que van desde el 7 al 15 por ciento.</p> <p>Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, teniendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al grado de tectonicidad y al diaclasado de sus materiales. El drenaje, considerado como aceptable, se realiza por escorrentía superficial, no siendo normal la aparición de zonas con problemas de drenaje.</p> <p>Las características mecánicas, se consideran favorables (capacidad de carga elevada e inexistencia de asentamientos) estando los únicos problemas ligados a la tectonización existente, que ha creado zonas con una inestabilidad elevada que puede influir desfavorablemente sobre cualquier realización de obra.</p>
--	--

Según el **Código Técnico de la Edificación** y la **Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia**, este proyecto se puede encuadrar en:

- Terreno TIPO T-1 (Terrenos Favorables).
- Zonificación geotécnica ZONA III (Depósitos Aluvio- coluviales) y ZONA IV (Arcillas y Margas con Yeso).

Tomando como referencia los ensayos de laboratorio disponibles, se ha abordado una caracterización geotécnica conjunta de las unidades pliocuaternarias (PQ_A, PQ_L y PQ_C), realizándose una comparativa de aquellos aspectos que se consideren más relevantes. En total se dispone de más de 40 muestras ensayadas correspondientes a los citados depósitos pliocuaternarios.

Dentro del estudio geotécnico se han analizado algunos aspectos generales relacionados con el ámbito de actuación, que deben servir de base para estudios de detalle (urbanización y edificación) que se hagan en el sector II en fases posteriores de su desarrollo. Las principales conclusiones extraídas son las siguientes:

➤ **Aprovechamiento de Materiales**

Teniendo en cuenta la clasificación establecida según PG-3 se pueden extraer las siguientes conclusiones respecto al posible aprovechamiento de los materiales investigados:

- **Unidad PQ_A:** Algunas muestras han resultado marginales por el contenido excesivo en yesos y sales solubles, clasificándose el resto como tolerables. Si bien el porcentaje de muestras marginales podría resultar en general bajo (un 12%), debe tomarse con precaución y considerarse que la procedencia de éstas muestras (calicatas) y su obtención (contenido de sulfatos en una muestra de saco), tal vez las haga más representativas que las propias procedentes de sondeos. Por otro lado, en general se ha observado en los sondeos la presencia de cristales de yeso, por lo que se considera conveniente la consideración con carácter general de estos suelos como marginales, a falta de una investigación más detallada en fases posteriores.
- **Unidad PQ_L:** Si bien una muestra ha resultado marginal por su plasticidad, a falta de un mayor número de datos, puede considerarse adecuada una clasificación general para estos materiales como suelos tolerables
- **Unidad PQ_C:** Teniendo en cuenta los resultados obtenidos (al margen de dos muestras clasificadas como marginales) y la experiencia de su empleo en el Sector I de la Urbanización Condado de Alhama, los materiales procedente de la citada unidad podrán emplearse como suelos tolerables o todo-uno en viales. Si se considera la disposición de una planta de triturado y cribado podrían plantearse su empleo para capas más exigentes (suelos seleccionados, relleno de zanjas, etc.).

➤ Presencia de Tierra Vegetal

La presencia de tierra vegetal en el ámbito de actuación es bastante variable con valores en un rango de 10 cm a 1,10 m. No se observa una distribución de espesores de tierra vegetal homogénea a lo largo de la parcela, siendo bastante variables los espesores en general. No obstante, **con los datos disponibles parece razonable proponer un espesor medio de tierra vegetal de unos 50-60 cm**, a falta de un estudio más detallado de los espesores en una posterior investigación.

➤ Ripabilidad

Tomando los resultados de la campaña geotécnica acometida, así como la experiencia en este tipo de materiales, las unidades geotécnicas y litologías reconocidas en la finca investigada se pueden clasificar, de cara a su excavabilidad, como:

- Unidad QA: Excavable mediante retroexcavadora.
- Unidad PQC: Ripado duro. Será necesario martillo picador en las zonas de costrón calcáreo. El espesor de la unidad PQC varía a lo largo de la parcela siendo el valor medio en torno a los 3,0 m (parte central de la actuación) aumentando hasta casi los 6,0 m en la parte Sureste y reduciéndose hasta desaparecer totalmente hacia el Norte, Oeste y Nordeste
- Unidad PQL: Excavable con ayuda de ripper.
- Unidad PQA: Excavable con ayuda de ripper.

➤ Detección de zonas problemáticas

En el reconocimiento geotécnico realizado se ha tratado de detectar posibles zonas que “a priori” pudiesen resultar problemáticas, centrándose al menos en los siguientes aspectos:

▪ *Presencia de suelos blandos*

En la campaña geotécnica realizada y en el recorrido de campo efectuado no se han detectado zonas encharcadas o de baja capacidad portante que requieran a priori un tratamiento especial para apoyo de terraplenes o explanadas. La zona que a priori podría resultar más problemática de la parcela correspondería a la parte más baja, situada al Noroeste, donde se han identificado depósitos aluviales de potencia moderada. Estos suelos, con presencia de agua podrían presentar una mayor deformabilidad, que deberá ser analizada en los estudios de detalle posteriores. Debe

tenerse en cuenta que en esta zona se une la proximidad del N.F. a la superficie del terreno, lo que podría hacer recomendable la disposición de un cimiento granular o un pedraplén en la base de los rellenos, especialmente si la explanada queda próxima al terreno natural.

▪ **Expansividad**

La expansividad detectada de los materiales de la zona de estudio se considera media, no estimándose a priori problemas importantes en viales o edificación, máxime si se tiene en cuenta que en gran parte de la parcela el terreno de cimentación estará constituido por el costro calcáreo asociado a la unidad PQC.

Lo indicado no es óbice para que durante las campañas geotécnicas que se acometan para la redacción de los Proyectos de Construcción de las infraestructuras y edificación se analice de manera más local estos aspectos.

▪ **Otros posibles problemas**

Dada la naturaleza de los materiales identificados en la zona de estudio, no se considera previsible que se den las condiciones para que se registren otros posible problemas geotécnicos, como pueda ser el colapso, presencia de karstificaciones, etc.

3.2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

El Estudio Hidrológico del sector II se desarrolla en el Anejo nº 2, y su objetivo es la **determinación de los caudales** de aguas pluviales que se recogerán en los puntos de desagüe previstos en el área estudiada. Dado que no existen registros previos de caudales en la zona en estudio, los caudales deben estimarse utilizando el Método Hidrometeorológico.

Un paso previo para la utilización de este método es la recogida de los registros de las estaciones pluviométricas que se ubican en las proximidades del área estudiada, a partir de los cuales se realiza el análisis de las precipitaciones máximas. La información meteorológica necesaria se ha obtenido de la Agencia Estatal de Meteorología, y corresponde a las estaciones siguientes:

Los valores de las **máximas precipitaciones diarias** constituyen datos esenciales en el proceso de cálculo, y en su determinación se utilizan las leyes de distribución de frecuencias de Gumbel y SQRT, y la publicación "Máximas llluvias diarias en la España Peninsular", editada por el Ministerio de Fomento. Una vez ajustados los parámetros de las distintas leyes, obtenidos los

cuantiles de precipitación máxima para cada período de retorno (se estudian los valores de 5 y 10 años) y comprobada la bondad de los ajustes de cada distribución según la prueba χ^2 , se comparan los valores calculados con los obtenidos del mapa de máximas precipitaciones, seleccionándose finalmente los más conservadores, es decir los de mayor valor que resultan ser los siguientes (en mm de precipitación):

MÁXIMAS PRECIPITACIONES SELECCIONADAS

7217 TOTANA PRESA DEL PARETON

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	DISTRIBUCIÓN SELECCIONADA SORT-ET	MAPA DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES	MÁXIMAS PRECIPITACIONES SELECCIONADAS
5	71,3299	65,00	71,329
10	91,6600	81,00	91,660

7221B ALHAMA (CENA GUERRERO)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	DISTRIBUCIÓN SELECCIONADA Gumbel (momentos)	MAPA DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES	MÁXIMAS PRECIPITACIONES SELECCIONADAS
5	72,5026	69,00	72,502
10	87,7388	86,00	87,738

La influencia de la precipitación de cada estación en las cuencas estudiadas se realiza utilizando el método de Thiessen.

El aguacero a efectos de cálculo quedará definido por la **intensidad de precipitación media** I (mm/hora), función de la duración del intervalo considerado y de la intensidad de precipitación media diaria. La duración que se considera en los cálculos es igual al tiempo de concentración de la cuenca.

En segundo lugar, se realiza un **análisis de las cuencas del sector**, distinguiendo entre las cuencas exteriores sin urbanizar y las interiores que estarán más urbanizadas. El estudio de la topografía y la red hidrográfica de la zona permite determinar que no hay cauces próximos a los que verter las aguas pluviales que se recojan, así como que los caudales de las cuencas exteriores al sector II son recogidos por cauces naturales y alejados antes de llegar a éste.

En cuanto a las cuencas interiores, se plantean dos alternativas atendiendo a la orografía del terreno y los trazados de los viales previstos: una alternativa 0 con dos cuencas y dos puntos de desagüe, y otra alternativa 1 con tres cuencas y tres puntos de recogida de agua. Se recogen en los cuadros siguientes las distribuciones de superficies, longitudes de colectores de drenaje y tiempos de concentración de las cuencas:

CUENCA	TRAMO	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m ²)				TIEMPOS			
			V	R	EQ	ZV	Te (s)	Tr (s)	Tc (s)	Tc (min)
1	1-2	2090	476.417,10	1.779.480,90	339.108,70	486.801,60	300	836	1136	19
2	11-12	1135	53.764,90	1.578.166,70	---	73.378,30	300	454	754	13

Cuadro 3.2.I. Alternativa 0. Características de cuencas

CUENCA	TRAMO	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m ²)				TIEMPOS			
			V	R	EQ	ZV	Te (s)	Tr (s)	Tc (s)	Tc (min)
1	1-2	1508	363.065,20	396.193,40	339.108,70	373.280,80	300	603	903	15
2	6-7	1725	113.351,90	1.383.287,50	---	113.520,80	300	690	990	17
3	11-10	1135	53.764,90	1.578.166,70	---	73.378,30	300	454	754	13

Cuadro 3.2.II. Alternativa 1. Características de cuencas

Un tercer factor a considerar en la aplicación del método hidrometeorológico es la determinación del **coeficiente de escorrentía** de cada cuenca. En cuencas naturales depende del umbral de escorrentía y de la precipitación caída. En las urbanizadas se recurre a la experiencia previa en desarrollos similares recogida por diferentes organismos. Los valores finales adoptados son los siguientes:

- Superficies pavimentadas: $C = 0,85$
- Superficies para edificación residencial: $C = 0,60$
- Superficies para implantación de equipamientos: $C = 0,40$
- Zonas verdes: $C = 0,15$

Con esto, los valores de caudales que se obtienen para las cuencas interiores del sector II son:

ALTERNATIVA 0 (2 CUENCAS) (T = 5 AÑOS)

CUENCA A	TRAMO	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN					CAUDALES (m ³ /s)
		Pd (mm)	Id (mm/h)	I1/Id	I/Id	I (mm/h)	
1a	3-4	71,405	2,975	11	22,073	65,671	3,66
1b	1-2	71,405	2,975	11	21,283	63,323	9,44
1c	5-6	71,405	2,975	11	20,766	61,783	11,17
1d	7-6	71,405	2,975	11	25,314	75,315	6,55
2a	8-9	71,329	2,972	11	22,683	67,414	10,34
2b	10-9	71,329	2,972	11	26,451	78,612	9,89

ALTERNATIVA 1 (3 CUENCAS) (T = 5 AÑOS)

CUENCA A	TRAMO	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN					CAUDALES (m ³ /s)
		Pd (mm)	Id (mm/h)	I1/Id	I/Id	I (mm/h)	
1a	1-2-3	71,487	2,979	11	24,066	71,683	6,26
1b	6-2-3	71,487	2,979	11	24,857	74,040	4,58
1c	4-5-3	71,487	2,979	11	25,067	74,665	2,80
1d	7-5-3	71,487	2,979	11	25,253	75,219	1,37
2a	8-9	71,329	2,972	11	20,766	61,717	11,16
2b	10-9	71,329	2,972	11	25,314	75,234	6,55
3a	11-12	71,329	2,972	11	22,683	67,414	10,34
3b	13-12	71,329	2,972	11	26,451	78,612	9,89

A partir de los caudales se obtienen los volúmenes necesarios para almacenar el agua de escorrentía generada por un aguacero de 5 años de periodo de retorno y 35 minutos de duración:

- **Alternativa 0:**

Cuenca 1: $V = 64.722 \text{ m}^3$

Cuenca 2: $V = 42.483 \text{ m}^3$

- **Alternativa 1:**

Cuenca 1: $V = 31.521 \text{ m}^3$

Cuenca 2: $V = 37.191 \text{ m}^3$

Cuenca 3: $V = 42.483 \text{ m}^3$

3.3.- DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE SOLUCIONES

Partiendo de los datos de caudales y volúmenes de agua a almacenar, se plantean las posibles soluciones para resolver adecuadamente la gestión del agua pluvial recogida, que sean viables y que optimicen las diferentes variables a tener en cuenta: técnicas, económicas, medioambientales y estéticas.

Desde el punto de vista legal, la gestión de las aguas pluviales está regulada por la Ley de Aguas (R.D.L. 1/01), el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 849/86) y el Real Decreto 1620/2007 del régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, a las que cabe asimilar el agua de lluvia tratada en lo que respecta a los parámetros para su reutilización.

El planteamiento de soluciones maneja dos conceptos: **capacidad de almacenamiento** de agua, y su **tratamiento** posterior para hacerla apta para su reutilización. La primera se garantiza mediante la construcción de balsas convencionales como las de riego, o alguna variante de las mismas que tenga una mayor integración medioambiental, como podrían ser lagunas o estanques de retención con vegetación en sus riberas. Lo segundo, se puede realizar bien en la EDAR de la urbanización con las correspondientes infraestructuras de trasiego del agua, bien mediante sistemas alternativos como pueden ser los filtros verdes.

Esta técnica se está extendiendo actualmente como complemento del sistema de depuración clásico de aguas residuales (en el tratamiento terciario) e incluso como sistema único de depuración para pequeñas poblaciones, casas aisladas, etc. Igualmente se aplica en el tratamiento de otras tipologías de agua, como las *aguas de escorrentía urbanas* o los retornos de riego agrícola. Sus costes discretos de creación y mantenimiento, su relativa sencillez técnica y su elevado potencial respecto a la integración ambiental hacen muy recomendable la aplicación de este tipo de sistemas en medios aislados y nuevas urbanizaciones.

Su funcionamiento se basa en la acción de un **sistema natural** para la eliminación de contaminantes y otros elementos no deseados del agua, formado por la acción conjunta de especies vegetales como la caña, la enea, los juncos o los lirios amarillos, y de la comunidad de microorganismos que conviven en su sistema radicular.

Los carrizales de depuración se han mostrado especialmente eficientes en la eliminación de sólidos en suspensión, Nitrógeno, Fósforo, DBO e incluso Coliformes. Los **factores** que condicionan su nivel de eficiencia son el caudal de agua entrante al sistema, la carga de cada elemento a eliminar y la superficie disponible para la creación del carrizal. El ajuste de estos parámetros asegurará un agua efluente con niveles bajos de los elementos citados.

La combinación de las distintas alternativas de almacenamiento (según se trate de dos o tres cuencas, ver volúmenes en punto 3.2) y de tratamiento llevan al planteamiento de cinco alternativas:

- **ALTERNATIVA A0:** Dos cuencas con dos puntos de recogida en los que se disponen balsas o lagunas de almacenamiento con un desbaste previo (balsas 35 y 46) sin capacidad de depuración. De ellas se enviaría el agua a la parcela de infraestructuras (la balsa 35 requeriría un bombeo) para mezclarla con las aguas fecales y depurarlas en la EDAR. El efluente de la EDAR se enviaría directamente a la balsa de laminación y de ahí a la red de riego, que sería suministrada desde un único punto.
- **ALTERNATIVA A1:** Idéntico planteamiento técnico que la A0, pero con tres cuencas y tres puntos de recogida en lugar de dos. La red de riego seguiría estando suministrada desde un único punto con el caudal efluente de la EDAR.
- **ALTERNATIVA B0:** Es una variación de la A0 en la que a las lagunas de almacenamiento 35 y 46 se les añade un filtro verde con lo que el agua se trata in situ. La red de riego estaría abastecida desde dos puntos (laguna 35 y sistema laguna 46-EDAR).
- **ALTERNATIVA B1:** Es una variación de la B0 con tres cuencas y tres puntos de recogida en lugar de dos. La red de riego estaría abastecida en este caso desde tres puntos (laguna 35, laguna II y sistema laguna 46-EDAR).
- **ALTERNATIVA C1:** Se trataría de una solución mixta para el caso de tres cuencas en la que las balsas 35 y 46 no tendrían capacidad de depurar, mientras que la laguna II mantendría su filtro verde depurador. La red de riego estaría abastecida en este caso desde dos puntos (laguna II y sistema laguna 46-EDAR).

Estas alternativas se evalúan en distintos aspectos (económico y constructivo, explotación y mantenimiento, y medioambiental y estético). En el criterio económico y constructivo se ha tenido en cuenta la variación económica que supone cada alternativa respecto de la más cara (A0), tanto por la modificación respecto a ésta de las rasantes de los colectores de pluviales de las calles 12-13, 12-16 y 16-17 como por los distintos elementos que componen cada una. En el siguiente cuadro se resumen las variaciones en el total de cada alternativa respecto del coste de la A0 (1,9 M€):

ALTERNATIVA	VARIACIÓN ECONÓMICA (*) (M€)
A0	---
A1	- 1,30
B0	- 0,20
B1	- 1,47
C1	- 1,20

(*) Variación económica respecto a la alternativa A0 en millones de euros

(**) En la valoración económica no se ha tenido en cuenta el coste energético asociado a un mayor volumen de agua a tratar en la EDAR en las alternativas A0, A1 y C1.

La evaluación de las alternativas se realiza asignando calificaciones parciales y ponderando cada criterio en función de la importancia relativa de cada uno, de forma que se obtiene una Calificación Final Ponderada.

La tabla final Multicriterio Global que se obtiene es la siguiente:

Alternativa	CALIFICACIONES						Total Factores Ponderados
	Económico Constructivo		Mantenimiento Explotación		Medioambiental Estático		
	Parcial	Ponderada	Parcial	Ponderada	Parcial	Ponderada	
A0	1	0,45	3	0,60	2	0,70	1,75
A1	4	1,80	2	0,40	2	0,70	2,90
B0	1	0,45	5	1,00	4	1,40	2,85
B1	5	2,25	4	0,80	5	1,75	4,80
C1	4	1,80	2	0,40	3	1,05	3,25

A la vista de los resultados se llega a la conclusión de que la mejor alternativa global es la **ALTERNATIVA B1**.

Murcia, octubre de 2008