



**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO  
PARA LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO  
DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS PROCEDENTES  
DE LA EDAR DE LOS MUNICIPIOS DE  
VALL DE ALMONACID Y ALGIMIA DE ALMONACID  
(CASTELLÓN)**

**Noviembre de 2010**



El presente Estudio ha sido realizado por el siguiente equipo técnico:

Dirección y revisión del Estudio:

D. Bruno J. Ballesteros Navarro

Instituto Geológico y Minero de España

Autor del informe:

D. José Antonio Domínguez Sánchez.

Instituto Geológico y Minero de España

Colaboración:

Dña. Elisabeth Díaz Losada





## **INDICE**

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ASPECTOS LEGALES Y TÉCNICOS.....	3
3	DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD GENERADORA DEL VERTIDO.....	5
3.1	SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	5
3.2	ORIGEN Y CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS.....	13
3.3	DISPOSITIVOS DE DEPURACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .	13
3.4	CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DEL EFLUENTE.....	15
3.5	SISTEMA DE ELIMINACIÓN DEL VERTIDO.....	17
4	MEDIO FÍSICO.....	19
5	GEOLOGÍA.....	23
5.1	SERIE LITOSTRATIGRÁFICA DEL ÁREA.....	23
5.1.1	Triásico.....	23
5.1.2	Jurásico.....	27
5.1.3	Cuaternario.....	29
5.2	CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA.....	33
5.3	TECTÓNICA.....	33
6	MARCO HIDROGEOLÓGICO.....	39
6.1	FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS.....	39
6.2	SUBSISTEMA DEL MEDIO PALANCIA (56.06).....	41
6.2.1	Acuífero de Segorbe-Soneja.....	43
7	HIDROGEOLOGÍA LOCAL.....	47
7.1	INVENTARIO DE POZOS, SONDEOS Y MANANTIALES.....	47
7.2	CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA FORMACIÓN RECEPTORA.....	53
7.3	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DE LA ZONA NO SATURADA.....	55
7.4	NIVEL PIEZOMÉTRICO.....	56
7.5	CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	59
8	CALIDAD AMBIENTAL DEL SECTOR. CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES.....	63
8.1	CLASIFICACIÓN DE FOCOS POTENCIALES CONTAMINANTES.....	67
8.2	INVENTARIO Y CARTOGRAFÍA DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES. CONSIDERACIONES SOBRE LA POTENCIAL AFECCIÓN A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	67
9	CRITERIOS QUE JUSTIFICAN LA INOCUIDAD DEL VERTIDO A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	71
10	CONCLUSIONES.....	73
11	BIBLIOGRAFÍA.....	75

## ANEXOS

1. ANÁLISIS QUÍMICOS
  - a) Análisis de las aguas de consumo de Vall de Almonacid
  
2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
  - a) Punto de vertido
  - b) Inventario de puntos de agua
  - c) Focos potencialmente contaminantes
  - d) Municipios que verterán sus aguas residuales a la EDAR
  
3. BASES DE DATOS DEL IGME

## **1 INTRODUCCIÓN**

El presente estudio, realizado por el Instituto Geológico y Minero de España a petición de la Excm. Diputación Provincial de Castellón, pretende dar respuesta a la información requerida en el Formulario nº 8: Estudio Hidrogeológico Previo, del modelo oficial de “Declaración de Vertido” conforme a los artículos 257 y 258 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el R.D. 849/86 de 11 de abril).



## **2 ASPECTOS LEGALES Y TÉCNICOS**

Este estudio hidrogeológico se realiza para cumplir con los requisitos exigidos por el Organismo de cuenca, en este caso, la Confederación Hidrográfica del Júcar, atendiendo a lo establecido en los artículos 257 y 258, de la Sección 4ª “Vertidos a las aguas subterráneas” del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el R.D. 849/86 de 11 de abril) que indica:

### **SECCIÓN 4.ª VERTIDOS A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Artículo 257. Vertidos de sustancias peligrosas a las aguas subterráneas.

1. Los Organismos de cuenca adoptarán las medidas necesarias para impedir que se introduzcan en las aguas subterráneas las sustancias que figuran en la relación I del anexo III, así como para limitar la introducción de las sustancias de la relación II del mismo anexo.

2. A efectos de lo previsto en el apartado anterior, se prohíbe el vertido directo de las sustancias de dicha relación I. La autoridad competente exigirá para la autorización de acciones de eliminación, o depósito de residuos o productos que pudiesen contener estas sustancias, un estudio hidrogeológico previo, con el fin de evitar su introducción en las aguas subterráneas. A tal fin, el Organismo de cuenca podrá solicitar informe del Instituto Geológico y Minero de España.

3. Con carácter general, si se desprendiese de un estudio hidrogeológico previo que las aguas subterráneas en las que se prevé el vertido de sustancias de la citada relación I son inadecuadas de forma permanente para cualquier uso, en particular para usos domésticos o agrícolas, se podrá autorizar el vertido de dichas sustancias.

En ningún caso, el vertido de las sustancias podrá obstaculizar la explotación de los recursos del suelo.

Se exigirá asimismo que dichas sustancias no puedan llegar a otros sistemas acuáticos o dañar otros ecosistemas, para lo cual deberán adoptarse las precauciones técnicas necesarias.

4. Para limitar la introducción de sustancias de la citada relación II, se someterá al estudio hidrogeológico previo no sólo el vertido directo de dichas sustancias, sino también las acciones de eliminación o depósito capaces de ocasionar un vertido indirecto.

Se podrá autorizar el vertido cuando el estudio hidrogeológico previo demostrase su inocuidad, sin perjuicio de incluir en el condicionado la adopción de las precauciones técnicas necesarias.

5. Quedan sometidas a autorización las recargas artificiales de acuíferos, que sólo podrán otorgarse cuando con ellas no se provoque la contaminación de las aguas subterráneas.

6. Los vertidos a las aguas subterráneas que no contengan sustancias peligrosas se autorizarán de acuerdo con el procedimiento regulado en los artículos 245 y siguientes de este reglamento, si bien se exigirá el estudio hidrogeológico previo que demuestre la inocuidad del vertido.

(Artículo redactado de conformidad con el R.D. 606/03)

#### Artículo 258. Estudio hidrogeológico previo

1. El estudio hidrogeológico previo a que se refiere el artículo anterior contemplará, como mínimo, el estudio de las características hidrogeológicas de la zona afectada, el eventual poder depurador del suelo y subsuelo y los riesgos de contaminación y de alteración de la calidad de las aguas subterráneas por el vertido. Asimismo, determinará si, desde el punto de vista medioambiental, el vertido en esas aguas es inocuo y constituye una solución adecuada.

2. Este estudio deberá estar suscrito por técnico competente y deberá aportarse en la declaración de vertido prevista en el artículo 246 o ser requerido por el Organismo de cuenca cuando se presuma que el vertido puede ocasionar una contaminación de las aguas subterráneas. El estudio se incorporará al expediente de autorización de vertido, y sobre éste podrá solicitar el Organismo de cuenca informe del Instituto Geológico y Minero de España.

Para determinar el tipo estudio hidrogeológico a realizar se ha tomado como referencia el artículo: “Metodología para la elaboración de los estudios hidrogeológicos requeridos en la tramitación de permisos de vertidos de aguas residuales al terreno”, de López Gutiérrez, Julio; Grima Olmedo Juan y Ballesteros Navarro, Bruno J. (IGME).

La Ley de Aguas y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), establece que los vertidos de aguas residuales susceptibles de afectar a la calidad de las aguas subterráneas precisan una autorización administrativa, para cuya tramitación se exige la elaboración de un estudio hidrogeológico en el que debe demostrarse la inocuidad del vertido a las mismas. Este artículo establece una metodología cuyo resultado es la propuesta de tres informes tipo, los cuales responden a diferentes situaciones en las que se combinan básicamente tres grupo de factores:

- Litología de la formación receptora y de los acuíferos potencialmente afectables.
- Tipología del vertido (composición y volumen)

- Características hidrogeológicas de los acuíferos potencialmente afectables (naturaleza, grado de confinamiento, espesor y litología de la zona no saturada).

En el caso del vertido de la EDAR que tratará las aguas residuales del municipio de Vall de Almonacid, el informe es del Tipo 3, y el presente estudio hidrogeológico desarrolla el índice correspondiente a tal tipo.

### **3 DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD GENERADORA DEL VERTIDO**

#### **3.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA**

La estación depuradora de aguas residuales de las localidades de Vall de Almonacid y Algimia de Almonacid se encuentra en fase de proyecto y se prevé su construcción en las parcelas nº 323, 324 y 325 del polígono nº 9 del municipio de la Vall de Almonacid a las que se accede por el camino Huerta Aguilar.

Estas parcelas se sitúan unos 250 m al suroeste del casco urbano de dicha localidad, en el margen derecho de la rambla de Algimia, que aguas abajo recibe el nombre de río Chico. El punto medio aproximado de las futuras instalaciones corresponde a las siguientes coordenadas U.T.M. (Sistema de referencia ETRS89):

X: 717.080      Y: 4.419.825      cota aproximada: 417 m s.n.m.

El punto de vertido se situará junto a la EDAR aproximadamente en las siguientes coordenadas U.T.M. (Sistema de referencia ETRS89):

X: 717.070      Y: 4.419.790      cota aproximada: 415 m s.n.m.

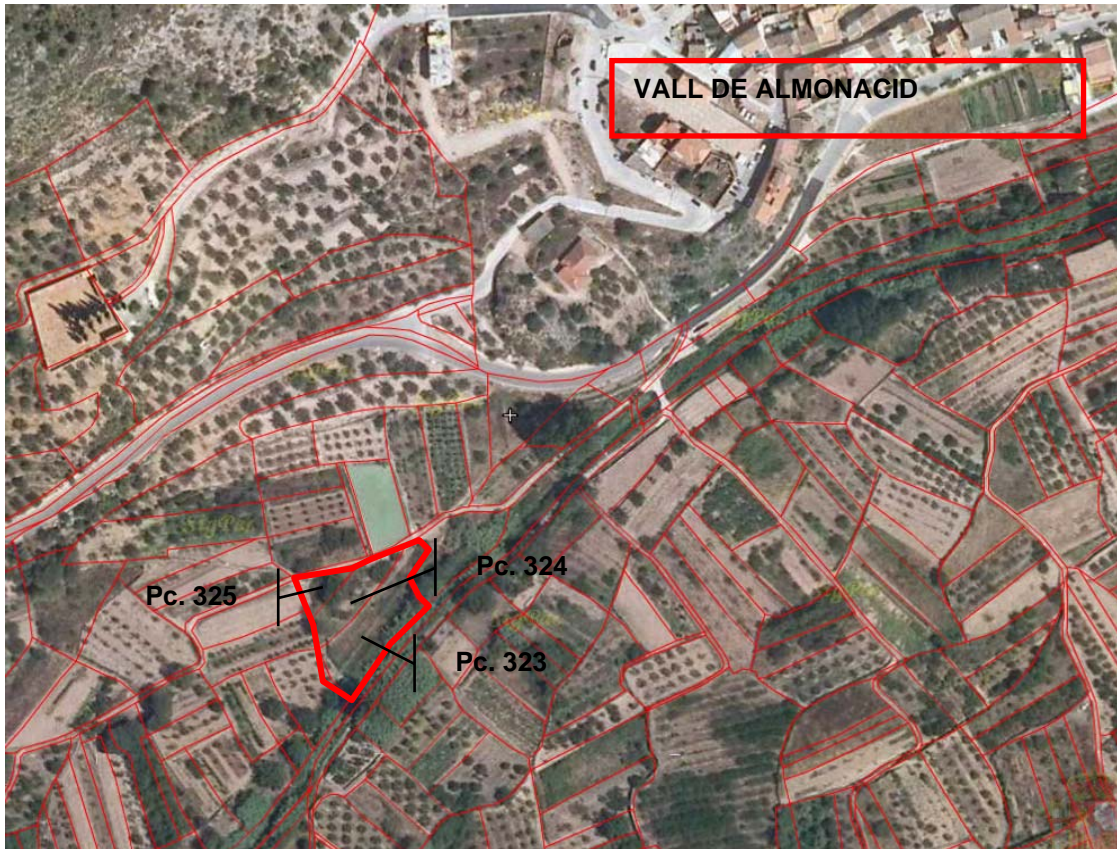


Foto 1. Situación de las parcelas donde se proyecta construir la EDAR  
(Visor IGN Instituto Geográfico Nacional)

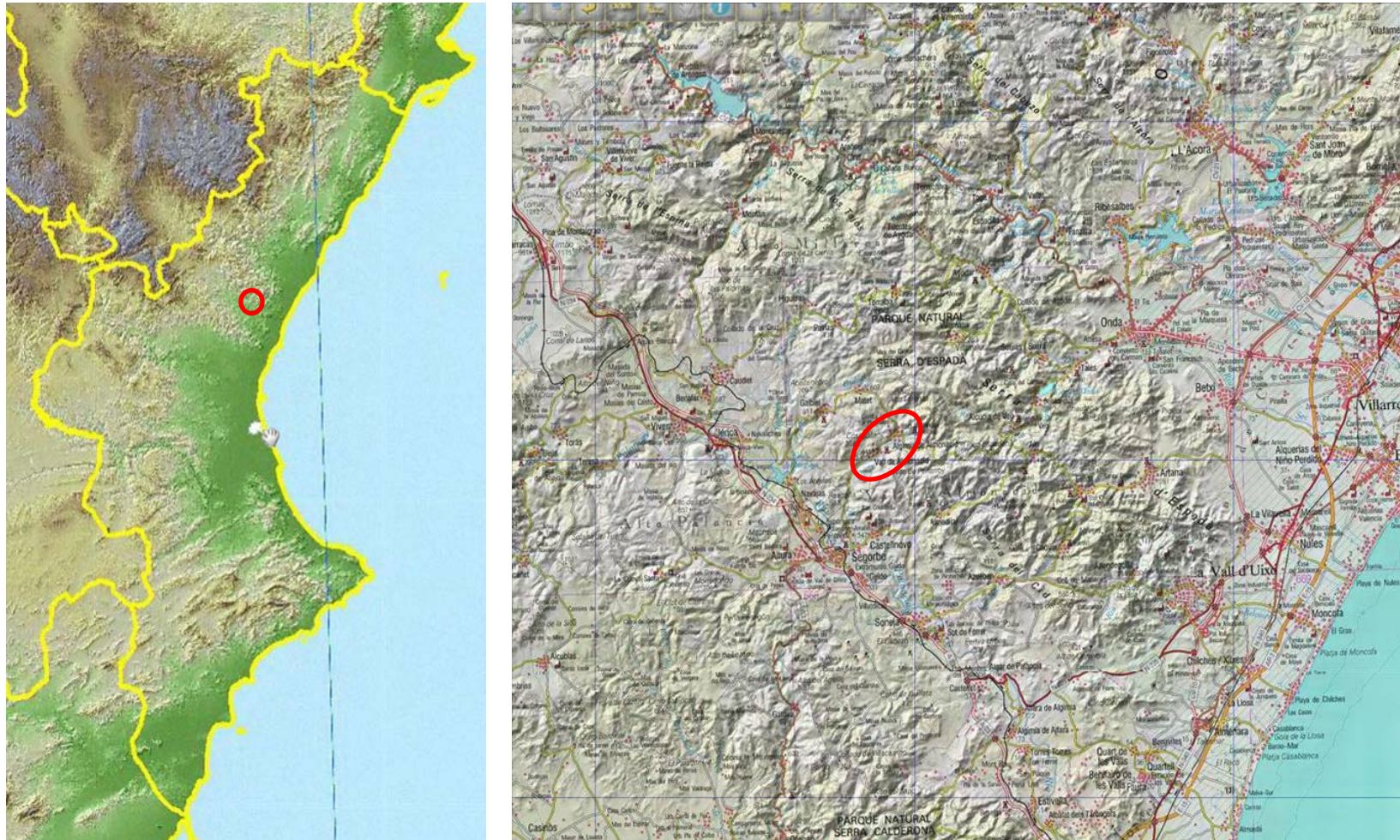




Foto 2 y 3. Imágenes de las parcelas donde se construirá la futura EDAR de Vall de Almonacid y Algimia de Almonacid







 **ZONA DE ESTUDIO**

Figura 1. Situación del pueblo de Vall de Almonacid. (Visor IGN Instituto Geográfico Nacional)



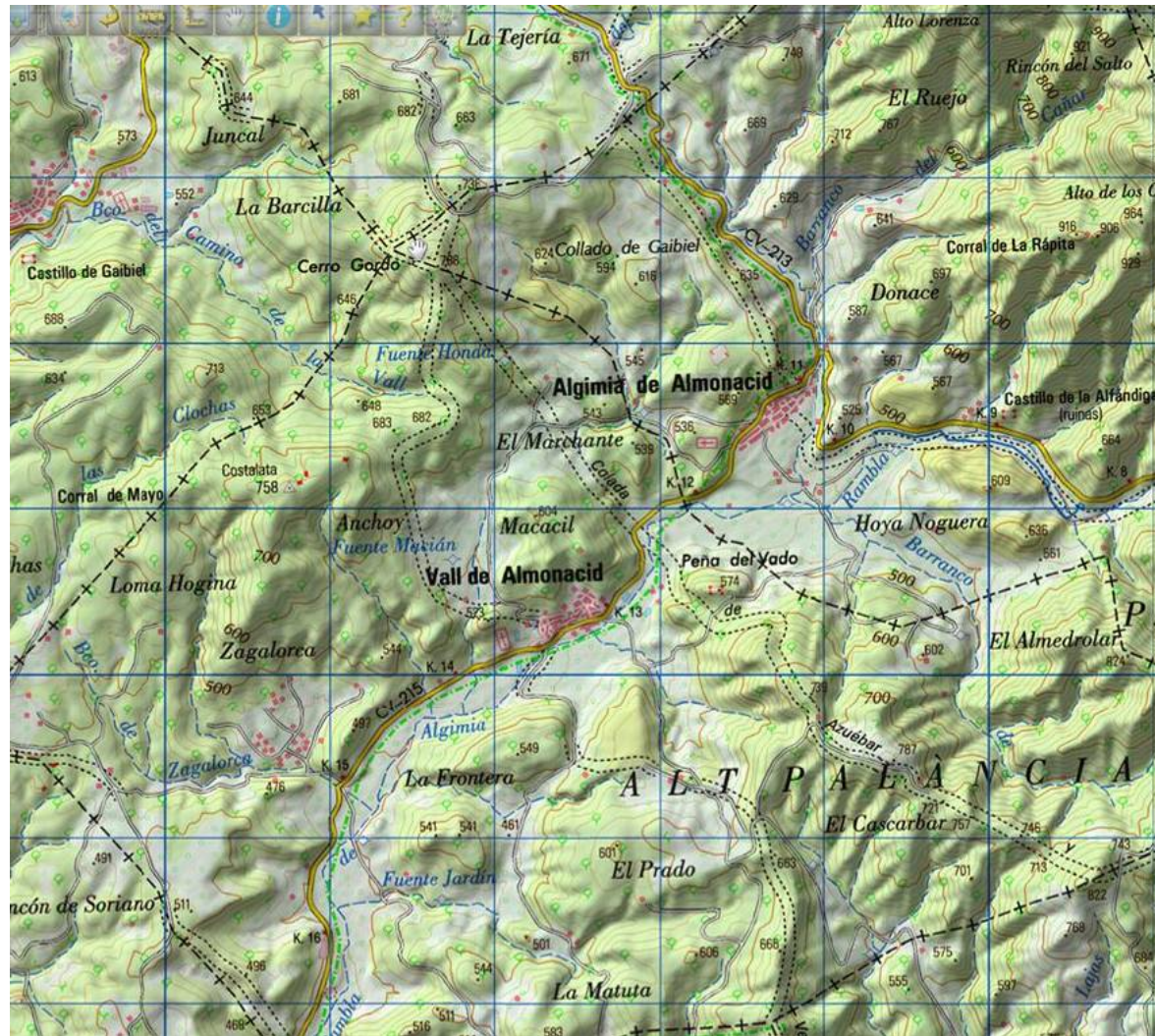


Figura 2. Mapa topográfico de la zona de Val de Almonacid y Algimia de Almonacid (Visor IGN Instituto Geográfico Nacional)



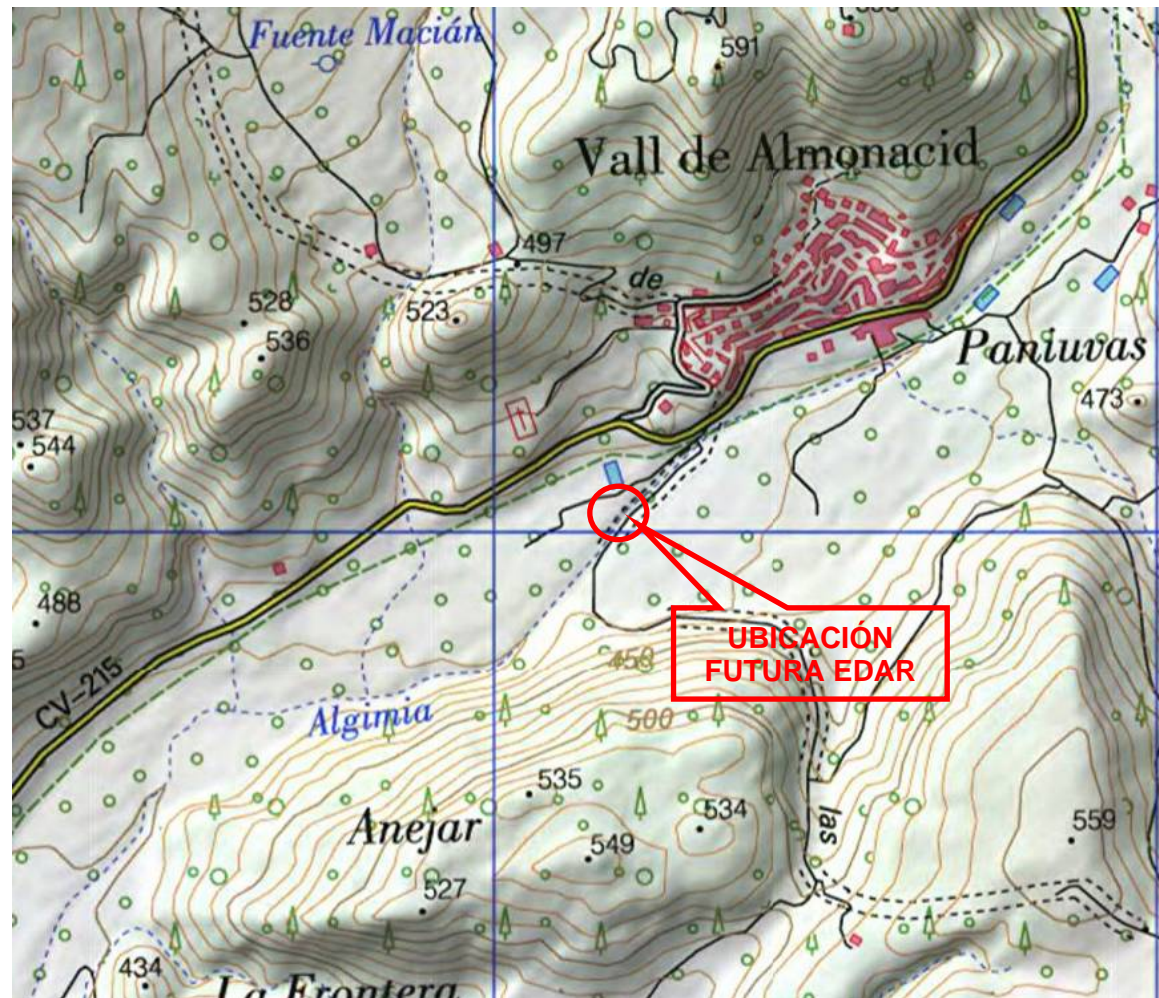


Figura 3. Situación de la EDAR y del punto de vertido sobre mapa topográfico (Visor IGN Instituto Geográfico Nacional)





Foto 4. Imagen aérea de la ubicación de la EDAR y del punto de vertido (Visor IGN Instituto Geográfico Nacional)

### **3.2 ORIGEN Y CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS**

El vertido objeto de estudio procederá de la futura estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de Vall de Almonacid y Algimia de Almonacid, desde donde se canalizarán hasta la rambla de Algimia.

Estas aguas son asimilables a urbanas, la mayoría de origen doméstico.

### **3.3 DISPOSITIVOS DE DEPURACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

La planta depuradora incorporará las siguientes etapas:

Desbaste de gruesos

Hará de filtro de objetos de determinado tamaño mediante una reja gruesa de limpieza manual, de barrotes de 1 cm de espesor y una luz de paso de 7 cm.

Desbaste de finos

Consistirá en un tamiz rotativo autolimpiante provisto de una malla de 1,5 mm y en una reja de finos manual que evitará que el agua alcance el tratamiento secundario sin ser desbastada y que sólo será utilizada en los casos de averías del tamiz rotativo, o alivio del mismo.

Tratamiento biológico

Su función será la de eliminar las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma coloidal y en disolución. Estas sustancias, mediante una digestión aerobia producida por microorganismos, se convierten en gases liberados a la atmósfera y en tejido celular biológico eliminable por decantación. En esta etapa del tratamiento se eliminan también los principales nutrientes presentes. El nitrógeno es sometido a un proceso de nitrificación-desnitrificación mediante aporte de oxígeno. Para eliminar el fósforo, además del tratamiento biológico, se adiciona cloruro férrico que facilita su precipitación.

Este tratamiento biológico se basa en un proceso de fangos activos en baja carga consistente en un sistema tipo ORBAL de dos canales en serie. En cada uno de estos canales se mantiene una concentración distinta de oxígeno disuelto.

Decantación

En el tanque de decantación se obtendrá el agua clarificada que ya podrá ser vertida a la rambla de Algimia. El tanque tendrá las dimensiones adecuadas para garantizar el tiempo de retención preciso para la decantación de los sólidos.

### Tratamiento de fangos

Los fangos purgados del decantador secundario se tratarán con el fin de reducir su contenido en agua. Para ello, se dispondrá en la E.D.A.R. de un espesador de gravedad y un edificio de deshidratación que contará con una centrífuga y un equipo de preparación y dosificación de polielectrolito.

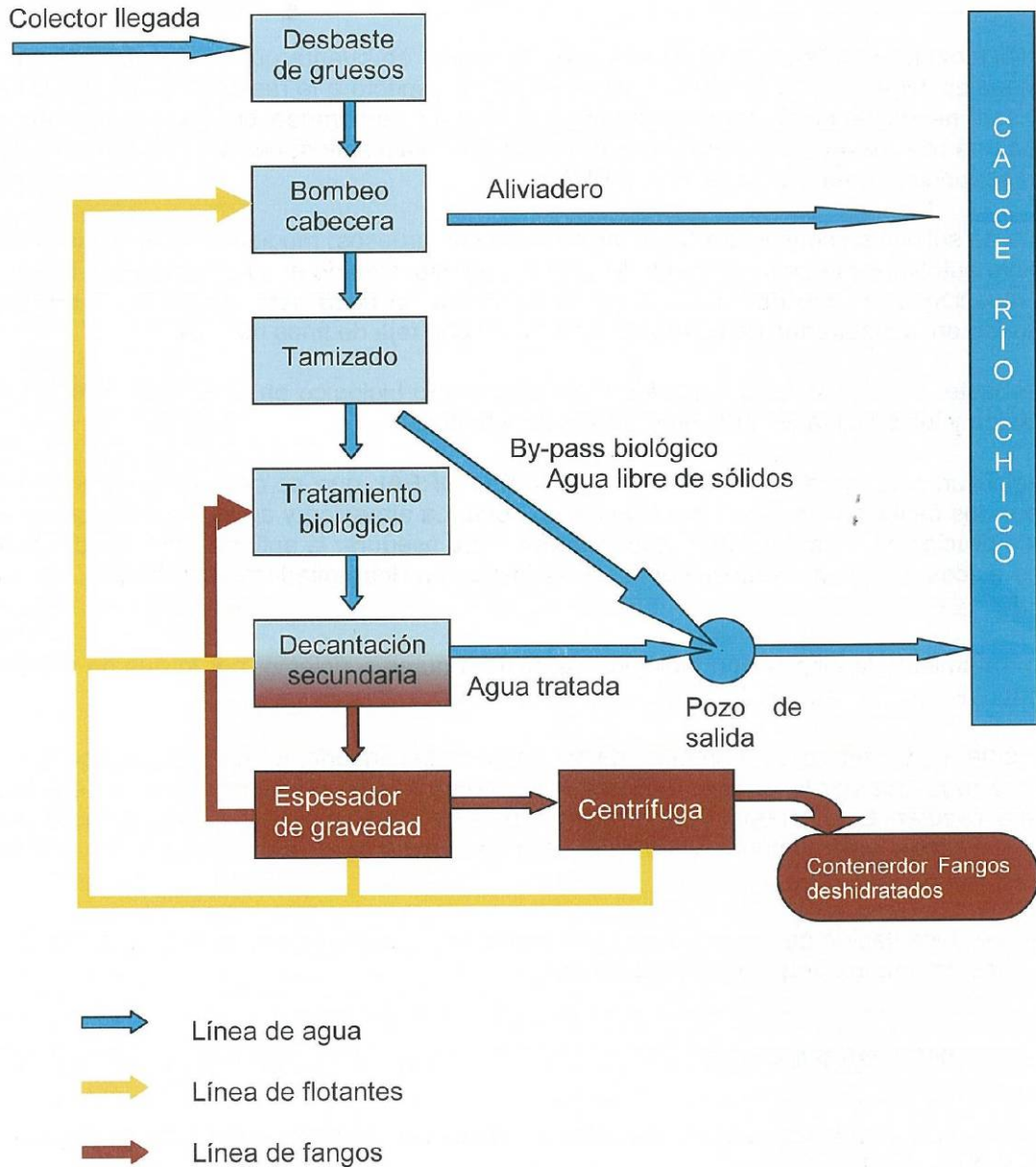


Figura 4. Esquema de tratamiento de la EDAR, con distinción de las tres líneas proyectadas (Agua, fangos y flotantes)



### 3.4 CARACTERIZACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DEL EFLUENTE

El caudal de diseño se ha establecido teniendo en cuenta las variaciones estacionales de población que sufren estos municipios, a partir de los siguientes criterios:

- Dotación de consumo de 200 l/hab/día
- Caudal punta por un factor de 2,5 (tomado del consumo en 8h)
- El caudal de diseño del pretratamiento será el doble del caudal de diseño de la E.D.A.R. debido a que el colector recogerá las aguas residuales y las pluviales.
- Los cálculos de población equivalente son los siguientes:

	POBLACIÓN 2005	TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS PRINCIPALES	PO. EQUIV. DISEÑO
Algimia de Almonacid	282	538	143	1500
Vall de Almonacid	269	407	124	1150
<b>TOTAL</b>	551	945	267	2650

Con estas premisas, los caudales de diseño resultantes son:

$$Q \text{ medio} = 2650 \times 0,2 = 530 \text{ m}^3/\text{d} = 22,08 \text{ m}^3/\text{h} (6,1 \text{ l/s})$$

$$Q \text{ punta} = 2,5 \times Q \text{ medio} = 1325 \text{ m}^3/\text{d} = 55,21 \text{ m}^3/\text{h} (15,3 \text{ l/s})$$

Como ya se ha indicado, el agua residual es de carácter urbano, por lo que su carga contaminante se ha estimado como sigue:

DBO5	300 mg/l
DQO	600 mg/l
SS	375 mg/l
N total	60 mg/l
P total	15 mg/l

En cualquier caso, tras el proceso depurativo el vertido deberá cumplir los límites exigidos en la reglamentación vigente:

- o Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el Tratamiento de la Aguas Residuales Urbanas
- o Orden de 13 de agosto de 1999, por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, del 24 de julio.

En concreto, el artículo de la Orden de 13 de agosto dice:

**Con independencia de los condicionantes que en cada caso se establezcan a los efluentes de las depuradoras, para conseguir los objetivos de calidad fijados en los tramos de río, se establecen los siguientes requisitos mínimos, referidos a concentración o reducción de contaminantes en los tratamientos secundarios:**

Parámetro característico	Concentración en el efluente	Reducción en porcentaje
DBO <sub>5</sub> a 20° C sin nitrificación	25 mg/l.O <sub>2</sub>	70-90
DQO	125 mg/l.O <sub>2</sub>	75
S.S.	35 mg/l (> 10.000 h-e)	90
S.S.	60 mg/l (2.000-10.000 h-e)	70

**Asimismo, se establecen los siguientes requisitos para los vertidos a zonas sensibles:**

Parámetro característico	Concentración en el efluente	Reducción en porcentaje
P	2 mg/l (10.000-100.000 h-e) 1 mg/l (> 100.000 h-e)	80
N. total	15 mg/l (10.000-100.000 h-e) 10 mg/l (> 100.000 h-e)	70-80

Par conseguir estos límites de vertido el tratamiento proyectado deberá alcanzar los siguientes rendimientos:

DBO <sub>5</sub>	91,7 %
DQO	89,1 %
SS	90,7 %
N total	75,0 %
P total	86,7 %

### **3.5 SISTEMA DE ELIMINACIÓN DEL VERTIDO**

Tal y como se observa en el diagrama del proceso de depuración, que muestra la figura 4, el efluente final, tras ser tratado se canalizará hasta el río Chico (rambla de Algimia), donde se verterá por su margen derecho.



Foto 5. Punto aproximado donde se producirá el vertido. Margen derecho del río Chico (rambla de Algimia)





## 4 MEDIO FÍSICO

Desde el punto de vista fisiográfico, la zona de estudio presenta una topografía abrupta. De hecho la población de Vall de Almonacid, es una de las 19 localidades que, total o parcialmente, están incluidas dentro de los límites del denominado Parque Natural de la Sierra de Espadán.

Este parque se sitúa al sur de la Provincia de Castellón, en el extremo suroriental del Sistema Ibérico, entre las comarcas del Alto Mijares, Alto Palancia y la Plana Baixa y discurre entre las cuencas de los ríos Mijares y Palancia.

Su superficie abarca unas 31.180 Ha y se caracteriza por un modelado de agudas crestas y lomas suaves que por su proximidad al mar permite desniveles de más de 1.000 m, desde la costa, hasta los 1.083 m s.n.m. del pico Espadán o los 1.106 m s.n.m. del pico de la Rápita.

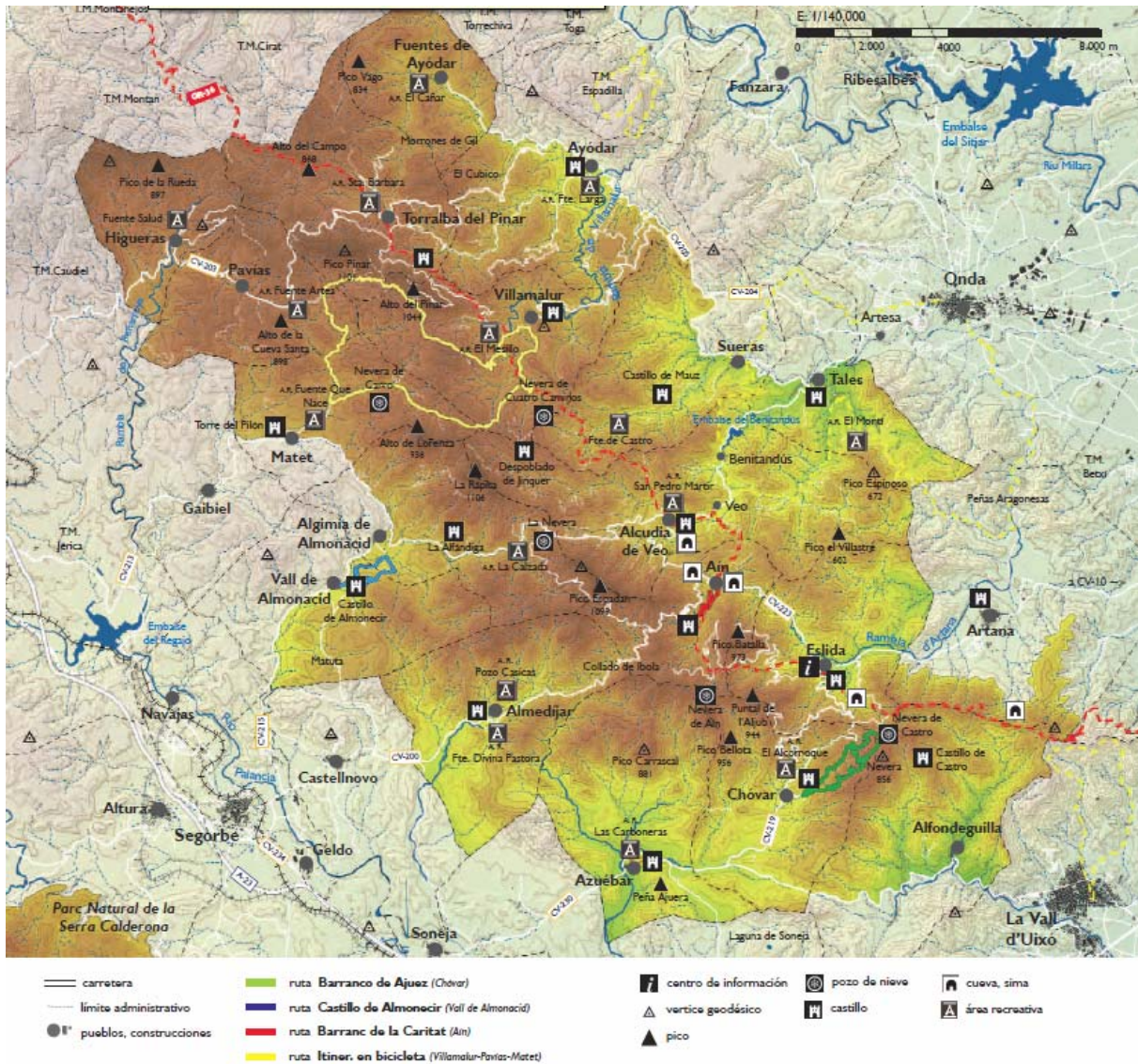


Figura 5: Parque Natural de la Sierra de Espadán

(Extraído de la página web de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana)

El casco urbano de Vall de Almonacid se asienta en el margen derecho de la rambla del Baladrar, que aguas abajo recibe el nombre de río Chico. El término municipal limita al norte con el de Algimia de Almonacid. Topográficamente destacan en este margen los altos de El Castillo de Almonacid (573,9 m s.n.m.), el Macacil (604 m s.n.m.) y en el extremo noroeste los picos de El Fuchino (737,1 m s.n.m.) y el collado de Matet (788,3 m s.n.m.). Al oeste, las elevaciones del collado de Gaibiel (682,6 m s.n.m.), el pico de Costalata (758,3 m s.n.m.) y la Mojonada (634,5 m s.n.m.) constituyen la divisoria de aguas occidental de la cuenca del río Chico. Al sur, algunas elevaciones menos acusadas como el Rincón de Soriano con 514,4 m s.n.m., la Huérpita de 516,3 m s.n.m. o La Matuta de 598,6 m s.n.m. flanquean al río Chico en su recorrido hacia el sur hasta encontrarse con el río Palancia. Finalmente, la vertiente oriental del municipio es la más escarpada y abrupta, con barrancos encajados entre elevaciones que superan con frecuencia los 700 m s.n.m. (Alto Bellido de 738,8 m s.n.m.) y llegan a alcanzar, en el vértice este del término los 847 m s.n.m. del alto de El Almendrolar.

Más al norte se encuentra la población de Algimia de Almonacid, también asentada en el margen derecho del río Chico. Este municipio presenta una topografía todavía más abrupta que La Vall de Almonacid, de hecho, los altos de la Rápita (1.106 m s.n.m.) y Espadán (1.083 m s.n.m.) hacen límite por el este con el municipio de Alcudia de Veo.



Foto 6. Vista desde el pico Espadán

Como ya se ha comentado, la zona está dividida de norte a sur por el río Chico, que recibe los aportes de los barrancos que a este y oeste vierten sus aguas de escorrentía en este cauce. Entre estos barrancos subsidiarios destacan los del Cañar y Almarche en la zona de cabecera, dentro del término de Algimia de Almonacid y más al sur, por el margen derecho del río Chico los de Marchante,



Hondo y Zagalorca, y por el margen occidental los de la Clementa, Pan y Uvas y Fuente Jardín.



Foto 7. Vista del pico de La Rápita, desde el castillo de Vall de Almonacid



Foto 8. Río Chico en término de Castellnovo





## **5 GEOLOGÍA**

Geológicamente el área de trabajo se ubica en la hoja de la serie MAGNA nº 640 (29-25) de Segorbe y los principales afloramientos corresponden a materiales del Triásico (Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper) y Jurásico, con algunas áreas recubiertas por depósitos más recientes, como el propio valle del río Sec de Betxí.

Esta zona pertenece al dominio de la Cordillera Ibérica, más concretamente a su parte suroriental.

Los elementos estructurales predominantes son las fallas, aunque también se dan fases de plegamiento. Se han descrito tres fases de deformación que no están bien datadas.

La primera es una fase de plegamiento con dirección NO-SE, caracterizada por la pizarrosidad con plano axial de igual rumbo. Esta fase dio lugar a un conjunto de pliegues-falla acompañados de otros más suaves y amplios. El estilo tectónico se define como de tipo germánico, más concretamente eyectivo.

La segunda fase es subortogonal a la anterior. Al interferir con la primera dio lugar a un conjunto de domos y cubetas, articulados por dos sistemas de fracturación con direcciones NO-SE y NE-SO, este último desarrollado con posterioridad en esta segunda época de plegamiento.

Finalmente se da una época de reajuste y fracturación en la que se reactivaron antiguas fallas que bascularon los materiales miocenos del sinclinatorio de Segorbe y marcaron aún más el mosaico de bloques originado por la interferencia de los dos sistemas de fracturación perpendiculares.

### **5.1 SERIE LITOESTRATIGRAFICA DEL ÁREA**

A continuación se describe la serie estratigráfica del área de estudio por orden cronológico decreciente, de más antiguo a más moderno.

#### **5.1.1 Triásico**

- **Buntsandstein (Tb)**

Se compone de tres tramos:

##### Buntsandstein Inferior (Tb<sub>1</sub>)

Se trata de una alternancia de areniscas, limolitas y arcillitas de tonalidades grisáceas las primeras y rojizas las segundas, en cuya base se presenta un tramo conglomerático silíceo muy consistente.

Todo el conjunto descansa discordantemente sobre un substrato paleozoico. Su espesor es difícil de determinar con precisión por efecto de la tectónica, pero se considera superior a los 200 m.

### Buntsandstein Medio (Tb<sub>2</sub>)

Consta esta formación de un único tramo de areniscas silíceas (cuarzoarenitas) de hasta 200 m de potencia en algunos puntos, con alguna esporádica y discontinua intercalación limolítica y alguna pasada conglomerática en su base de escasa potencia; su tonalidad varía entre pardo-rojiza a colores claros ocres-blanquecinos.

### Buntsandstein Superior (Tb<sub>3</sub>)

Es una formación muy similar en su composición al tramo inferior (Tb<sub>1</sub>). Su espesor puede variar notablemente de unos sectores a otros, aunque en la zona de estudio es del orden de 160 m. Culmina la serie un tramo de materiales terrígenos abigarrados y laminados (Facies Röt) de 20-30 m de potencia. Este tramo arcilloso destaca por sus tonalidades versicolores de ocres verdosos a rojizos y violáceos y da paso a los materiales carbonatados del Muschelkalk.

## • **Muschelkalk (Tm)**

Está constituido por cuatro tramos cuyas características se citan a continuación:

### Muschelkalk Inferior (Tm<sub>1</sub>)

Lo constituye una sucesión de dolomías y calizas en bancos bien definidos, de 0,2 m a 1 m de grosor que presentan en superficie una alternancia de tonalidades ocres y grises de oxidación. Debido a los procesos de alteración y meteorización sufridos, no se reconocen niveles evaporíticos en los tramos más superficiales o aflorantes, si bien, sí se hallan en el subsuelo, intercalados entre las dolomías descritas.

La serie puede dividirse en tres tramos.

El inferior está constituido por dolomías brechoides y margocalizas gris verdosas con algunos niveles karstificados rojizos y niveles o intercalaciones de yesos. Estas intercalaciones son más abundantes hacia la base. Su potencia es del orden de los 60-80 m.

El medio está formado por dolomías o calizas margosas gris-verdosas de unos 30 m de espesor.

El superior está compuesto básicamente por dolomías grises y oscuras y algún tramo rojizo más karstificado y fracturado. Pueden existir también calizas micríticas y alguna marga.

Su potencia total está comprendida entre 100-110 m.

### Muschelkalk Medio (Tm<sub>2</sub>)

Entre los dos tramos carbonatados del Triásico Medio que resultan característicos del denominado Trías Mediterráneo, en esta región se desarrolla una formación

predominantemente margosa y limoso-arenosa con intercalaciones de lutitas, carbonatos y ocasionalmente yeso. Su espesor, siempre difícil de medir en la zona de estudio, se aproxima a los 50 m.

Predominan los tonos amarillentos, ocre y en ocasiones, también rojizos y violáceos.

#### Muschelkalk Superior (Tm<sub>3</sub>)

Esta formación corresponde a la barra carbonatada superior del Trías Mediterráneo. Su potencia varía entre los 100 y los 150 m aunque no se ha podido determinar con exactitud debido a la intensa fracturación existente . Está formada por una monótona sucesión de dolomías laminadas negras con abundantes signos de bioturbación.

#### Muschelkalk Superior (Tm<sub>4</sub>)

Los niveles dolomíticos del Tm<sub>3</sub> pasan gradualmente a techo a una sucesión de calizas y margas en bancos bien definidos de carácter biodetrítico, entre las que comienzan a intercalarse poco a poco niveles lutíticos que dan paso a las formaciones del Keuper. Su espesor es indeterminado aunque se estima en unos 20-30 m.



Foto 9. Detalle del afloramiento de dolomías del Muschelkalk superior (Tm<sub>3</sub>) en el manantial de La Viuda



- **Keuper (Tk).**

La sedimentación triásica culmina con las formaciones lutíticas y evaporíticas del Keuper.

Sobre los materiales carbonatados del Muschelkalk se desarrolla un potente conjunto de unidades litoestratigráficas predominantemente arcillosas y evaporíticas, entre las que se intercalan en menor proporción, areniscas, margas y ocasionales niveles dolomíticos. Existen intrusiones de rocas ofíticas en puntos localizados.



Foto 10. Afloramiento de arcillas yesíferas del las facies Keuper en el margen derecho del río Chico

Este conjunto de materiales clásicamente conocidos como Keuper ha jugado un papel fundamental en la evolución tectónica de la sierra de Espadán y La Calderona, debido a su comportamiento plástico incompetente, ya que ha actuado como nivel regional de despegue en cabalgamientos y mantos de corrimiento y como nivel disarmónico y amortiguador entre el zócalo paleozoico-triásico fracturado y la cobertera postríasica plegada, además de otra serie de procesos geodinámicos de carácter diapírico, intrusivo, isostático y erosivo.

Este conjunto de características dificulta enormemente el reconocimiento detallado y el estudio estratigráfico de los materiales de esta serie, casi siempre laminados, apilados, violentamente deformados y además alterados en superficie o cubiertos.



Foto 11. Afloramiento de arcillas del Keuper junto al manantial de Lentisco en Algimia de Almonacid

### **5.1.2 Jurásico**

Los terrenos de esta edad ocupan una extensión superficial dentro del conjunto de la sierra de Espadán, bastante menor que los del Triásico, si bien, en el área de estudio constituyen varios altos al sur de Sueras, como el del Remolcador. Su potencia es muy difícil de establecer debido a que los afloramientos se encuentran completamente dislocados por fracturas y cabalgamientos, de forma que no se puede observar la serie completa. Gran parte de los materiales jurásicos del área están en contacto mecánico con las formaciones triásicas infrayacentes, debido a causas tectónicas que han dado lugar a procesos de corrimiento, migración y laminación, motivados por la presencia de los materiales plásticos e incompetentes del Keuper. Como consecuencia de estos fenómenos, la mayoría de los afloramientos jurásicos, ocupan posiciones alóctonas y/o pueden faltar por causas tectónicas.

- **Lías(J<sub>1</sub>)**

Los materiales pertenecientes al Jurásico Inferior se caracterizan por estar compuestos principalmente de carniolas, calizas dolomíticas y dolomías de



aspecto masivo, estas últimas con mayor frecuencia a muro, se corresponden con la formación Carniolas de Cortes de Tajuña (J<sub>11</sub>).

Dicha formación se haya constituida por un paquete de rocas carbonatadas que se disponen mal estratificadas en bancos gruesos o masivos, oquerosos, de tonos grises en superficie. Su potencia se estima entre 50 y 100 m.

Sobre las Carniolas de la Fm Cortes de Tajuña se dispone un conjunto de rocas carbonatadas, estratificadas normalmente en bancos gruesos o medios, que corresponden a la Formación Calizas y Dolomías Tableadas de Cuevas Labradas (J<sub>12</sub>). Generalmente predominan las calizas, aunque en algunos puntos las dolomías pueden representar un volumen importante dentro del conjunto. El espesor aproximado es de unos 120-140 m, si bien puede variar entre 60 y 200 m.

Sobre esta última formación se asienta un conjunto de materiales que forman el denominado Grupo de Ablanquejo (J<sub>13</sub>), constituido a su vez por las siguientes formaciones:

- Fm Margas grises del Cerro del Pez (puede faltar).
- Fm Calizas bioclásticas de Barahona.
- Fm Alternancia de Margas y Calizas del Turmiel.

Este grupo en la zona de Sagunto posee una potencia de unos 30 m.

### • **Jurásico Medio (J<sub>2</sub>)**

Normalmente el tránsito al Jurásico medio se produce mediante una discontinuidad de primer orden. En general todos los depósitos correspondientes al Jurásico medio quedan agrupados dentro de una gran unidad, la Fm. Carbonatada de Chelva. Se pueden distinguir dos grandes conjuntos de facies, uno compuesto por calizas micríticas con filamentos y otro gran conjunto al que se ha denominado "oolítico-dolomítico", pero que puede contener otros tipos de rocas carbonatadas.

En el área de Sagunto (Gómez-1978), la potencia de esta formación es de unos 150 m.

### • **Jurásico Superior (J<sub>3</sub>)**

Al igual que ocurre con el tránsito Lías-Jurásico medio, el contacto entre el Jurásico Medio y el Superior se realiza mediante una importante discontinuidad.

Desde el punto de vista litoestratigráfico en el Jurásico superior se distinguen cuatro unidades. La más inferior es el Miembro Calizas con esponjas de Yátova, que constituye a su vez la unidad superior de la Fm Carbonatada de Chelva, por encima se encuentra un nivel guía importante, la Fm Margas de Sot de Chera, a la cual se superpone una unidad alternante, la Fm Ritmita calcárea de Lorigilla, para terminar con la Fm Calizas con oncolitos de Higuieruelas.

El espesor total del Jurásico superior aflorante en la zona de Sagunto es de unos 50 m.

- **Tránsito Jurásico-Cretácico y Cretácico (JC)**

El tránsito Jurásico-Cretácico abarca parte del Kimmeridgiense superior. Esta formado por calizas en bancos decimétricos con abundantes niveles bioclásticos, oolitos y grandes gasterópodos. Se observan también fenómenos de dolomitización.

A techo se depositan mediante una discordancia erosiva, los sedimentos cretácicos en facies Weald y margas y calizas del Hauteriviense-Barremiense. Estos depósitos sólo afloran al norte de la sierra de Espadán.

### **5.1.3 Cuaternario**

Para finalizar con el apartado de estratigrafía podemos mencionar los afloramientos de materiales del Cuaternario, que describen una amplia variedad genética, correspondiendo por lo general a depósitos de pie de monte, depósitos aluviales, mantos de arroyada, etc. Litológicamente están constituidos por gravas, arenas, limos, arcilla y conglomerados de matriz limoso-arcillosa.



Foto 12. Afloramiento de travertino en el manantial de El Gallo





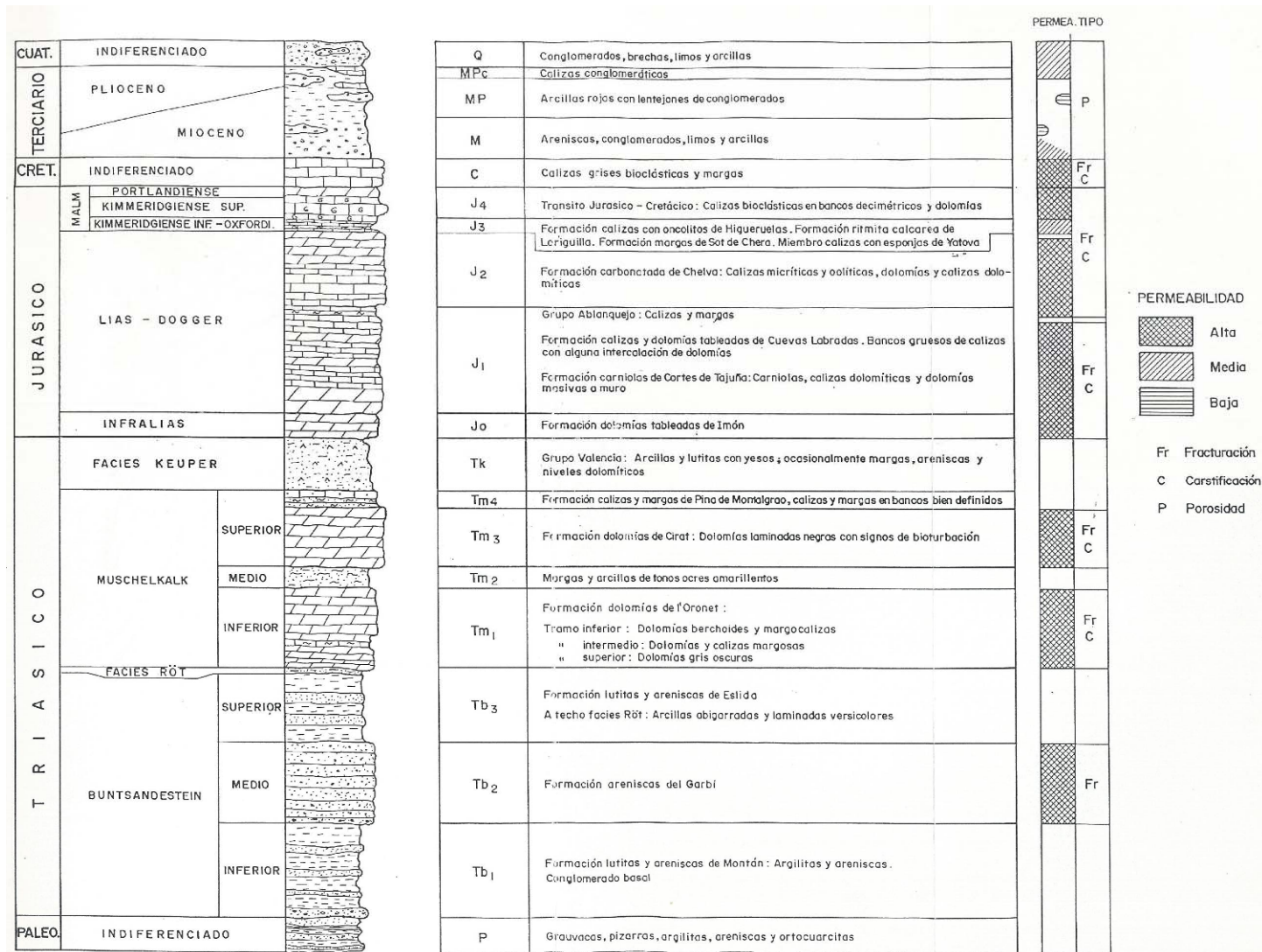


Figura 6: Serie estratigráfica de síntesis de la Sierra de Espadán (IGME-DPC (1995). Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con aguas subterráneas en la provincia de Castellón. Sistemas acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra de Espadán)



## **5.2 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA**

Se toma como base cartográfica hidrogeológica de la zona, la realizada en 1995 por el IGME y la DPC y que se incluye en el proyecto titulado “Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con aguas subterráneas en la provincia de Castellón. Sistemas acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra de Espadán”.

## **5.3 TECTÓNICA**

El área de estudio se ubica en el extremo suroriental de la Cordillera Ibérica y sus rasgos tectónicos más representativos son la presencia de fracturas y fallas.

Se han producido dos fases de plegamiento y fracturación. La primera, de dirección ibérica (NO-SE), está caracterizada por una pizarrosidad de plano axial de igual rumbo. El conjunto de pliegues-falla acompañados de otros más suaves y amplios es de tipo germánico (eyectivo). Los anticlinales, están fracturados por su núcleo y flancos y originan sinclinales adyacentes en cofre.

Una segunda fase de plegamiento y fracturación, de dirección “catalánide” (NE-SO), es decir, perpendicular a las estructuras ibéricas, originó el desarrollo de domos y cubetas.

Todos estos movimientos quedan patentes en las principales estructuras tectónicas del área, que de sur a norte son, el sinclinatorio de Segorbe, el anticlinorio de Espadán y el anticlinal de Higueras.

- Sinclinatorio de Segorbe

Se trata de una depresión morfológica que llega hasta Sagunto en la que los materiales del Mesozoico y Paleógeno forman un sinclinal, fosilizado parcialmente por depósitos neógenos.

Este sinclinatorio está formado por pequeños pliegues, poco lineales en su dirección debido a que flotan sobre los materiales plásticos del Keuper.

- Anticlinorio de Espadán

Se trata de dos estructuras anticlinales entre las que se intercala un sinclinal roto por una falla inversa, lo que origina un pliegue-falla. Los materiales abarcan exclusivamente desde el Buntsandstein inferior al Muschelkalk y están afectados por una pizarrosidad de plano axial muy neta, de dirección ONO-ESE, más evidente en los tramos bajos de la serie y por la actuación de dos sistemas predominantes de fracturación, uno de dirección ONO-ESE y otro, posterior, de dirección NNE-SSO.

El anticlinal septentrional, en forma de rodilla, está afectado por numerosas fallas de gravedad tanto en su núcleo como en su flanco norte, que corresponde al área de mayor flexión. Termina periclinalmente hacia el oeste, al norte de la localidad de Algimia de Almonacid. Al este, en el entrono de Villavieja, sin embargo, es fosilizado por materiales cuaternarios pertenecientes a la Plana de Castellón.

El eje de este anticlinal presenta fuertes cabeceos que llegan casi a romper la estructura general dándole un aspecto de domos alargados en rosario.

El sinclinal intermedio se halla roto por una falla inversa de 60-70° de buzamiento al N.

El anticlinal meridional, por su parte, es más bien una alineación anticlinal de dirección ONO-ESE, de domos alargados entre los que se intercalan pequeñas cubetas.

- Anticlinal de Higueras

Esta estructura se sitúa al oeste del área de estudio. Se caracteriza porque en su núcleo afloran materiales del Paleozoico, afectados por dos pizarrosidades, una subhorizontal de dirección NO-SE y otra subvertical del mismo rumbo. El Paleozoico aflora como un horst de dirección NO-SE, roto como un mosaico al verse afectado por fallas de dirección NE-SO. El horst, contacta al noroeste, mediante falla, con materiales jurásicos que forman parte del flanco oriental de un gran sinclinal de dirección N-S. Mientras que en su flanco norte se desarrolla un pliegue-falla al quedar fracturado en su núcleo el sinclinal existente por una falla inversa de vergencia SO.

Entre el anticlinorio de Espadán y el horst paleozoico existe un sinclinal de dirección NO-SE constituido por depósitos del Muschelkalk.



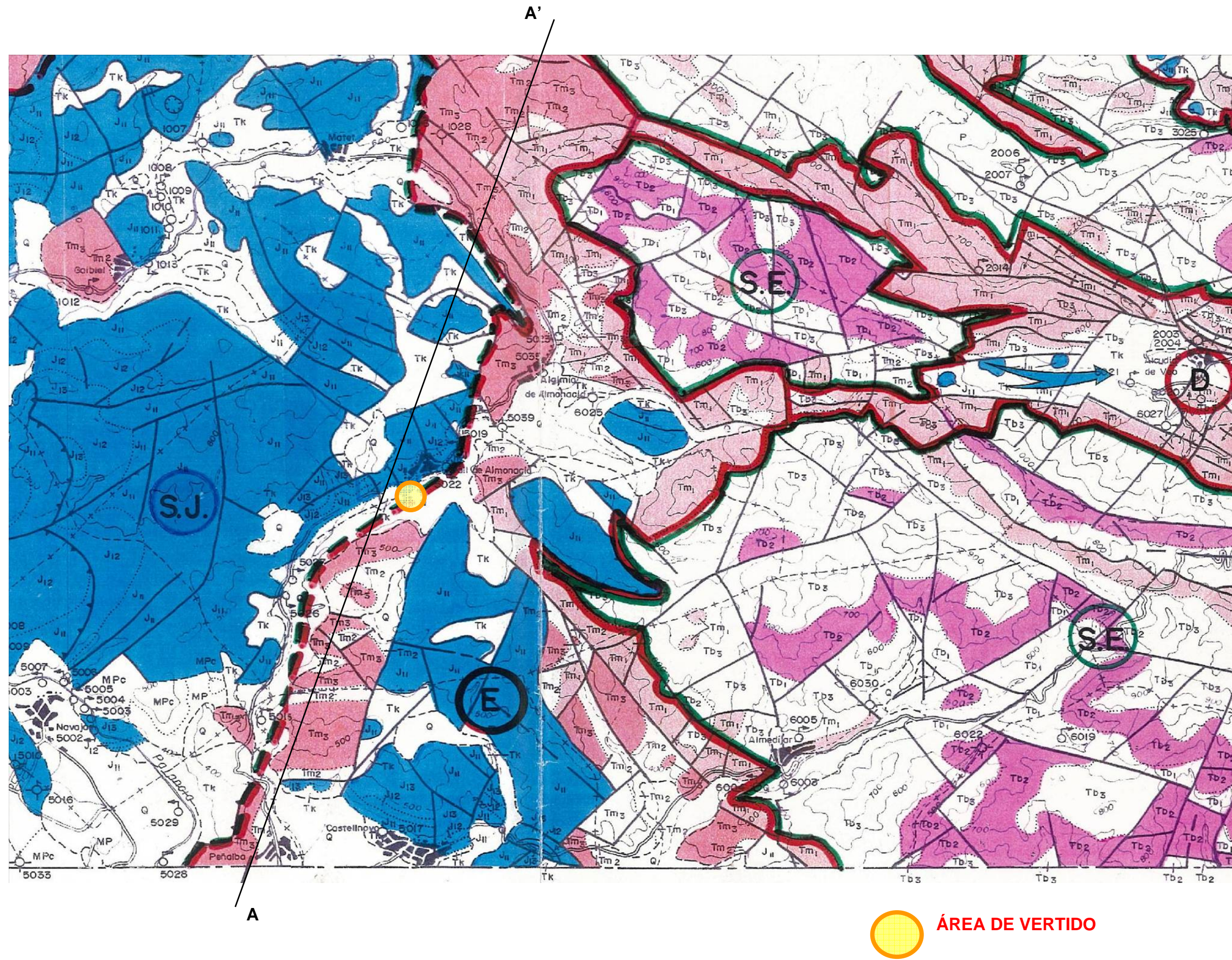
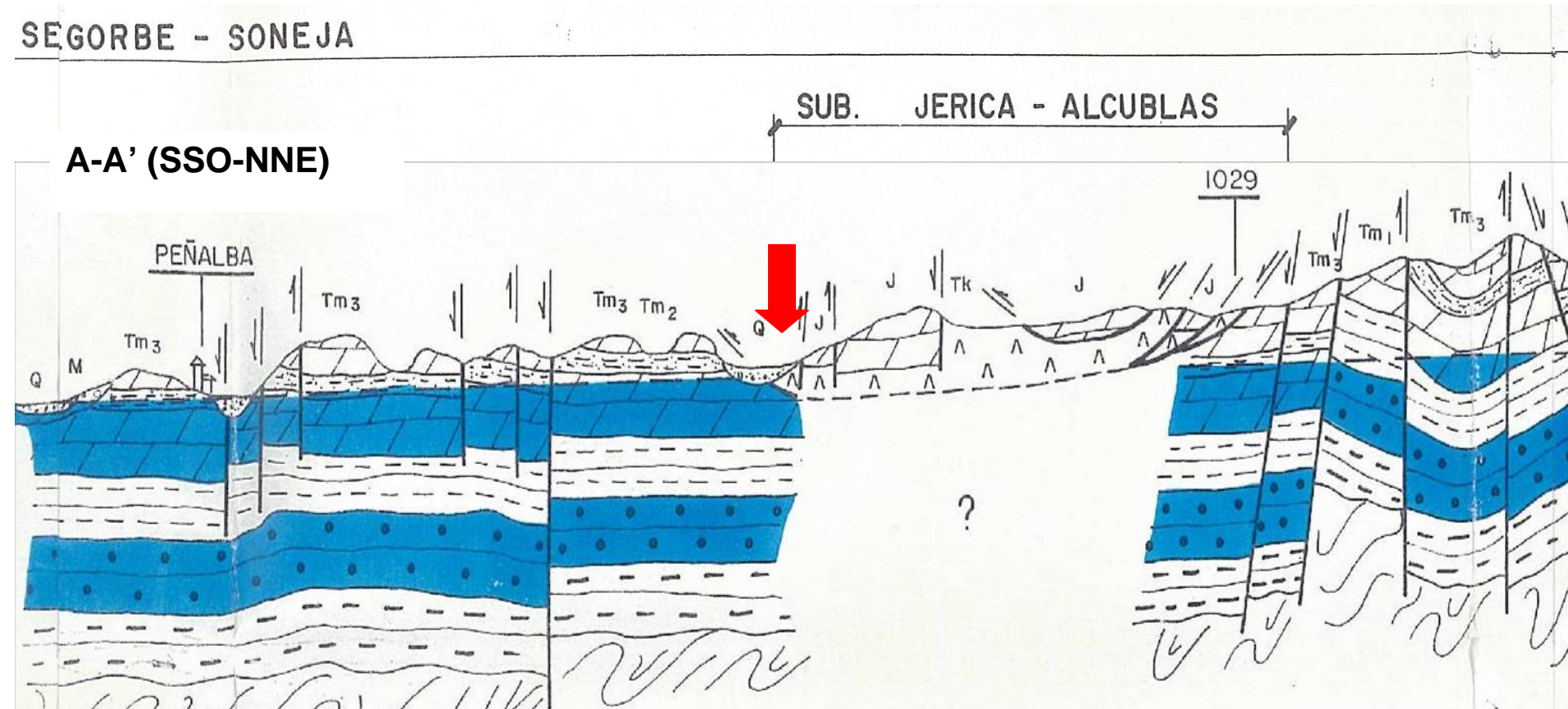


Figura 7: Mapa Geológico (IGME-DPC. 1995)







 **PUNTO DE VERTIDO**

Figura 8: Corte hidrogeológico A-A' (SSO-NNE) (IGME-DPC. 1995)





## **6 MARCO HIDROGEOLÓGICO**

La última delimitación hidrogeológica de los acuíferos ha sido la realizada por las distintas confederaciones hidrográficas en las conocidas como Masas de Aguas Subterráneas. Según esta nueva clasificación, el área de estudio se ubica dentro de la MAS 080.126 “Onda-Espadán”.

No obstante, atendiendo a la antigua clasificación en sistemas y subsistemas acuíferos, se puede indicar que la zona de trabajo se sitúa a caballo entre los denominados Subsistemas de Jérica-Alcublas (56.04) y el del Medio Palancia (56.06). Que fueron analizados en el proyecto realizado entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Excma. Diputación Provincial de Castellón (DPC) en 1995 bajo el título “Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con aguas subterráneas en la provincia de Castellón. Sistemas acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra de Espadán”.

Por los afloramientos de las facies Keuper que existen a lo largo del margen derecho del río Chico, y que se incluyen dentro del subsistema de Jérica-Alcublas, el vertido únicamente puede afectar a los niveles carbonatados del Muschelkalk que afloran por el margen izquierdo de dicho río y que pertenecen al subsistema del Medio Palancia, concretamente al acuífero de Segorbe-Soneja, que será analizado en profundidad en el apartado correspondiente.

### **6.1 FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS**

Las formaciones que pueden constituir niveles permeables son aquellas que presentan permeabilidades secundarias y/o están fuertemente karstificadas o fracturadas.

Las formaciones más productivas son las del Buntsandstein medio (Tb<sub>2</sub>), Muschelkalk inferior (Tm<sub>1</sub>), Muschelkalk superior (Tm<sub>3</sub>) y Lías (J<sub>1</sub>).

#### **Areniscas del Buntsandstein (Tb<sub>2</sub>)**

Las areniscas ortocuarcíticas del Buntsandstein medio (Tb<sub>2</sub>) son el nivel acuífero más productivo del Subsistema Sierra de Espadán (56.08). Presentan cierta porosidad intergranular en niveles de arenas poco consolidadas, aunque su mayor permeabilidad se debe a que con frecuencia se encuentran intensamente fracturadas y fisuradas.

#### **Dolomías y calizas del Muschelkalk inferior (Tm<sub>1</sub>)**

Junto con las calizas y dolomías del tramo superior del Muschelkalk (Tm<sub>3</sub>), constituyen los niveles acuíferos más productivos del subsistema de Onda (56.05) y Medio Palancia (56.06).

Presentan alta permeabilidad por fracturación y karstificación.

### Dolomías del Muschelkalk superior (Tm<sub>3</sub>)

Al igual que el Tm<sub>1</sub> es uno de los niveles acuíferos más productivos del subsistema de Onda (56.05) y Medio Palancia (56.06). Presentan permeabilidad alta por fracturación y karstificación. Se han logrado excelentes resultados con explotaciones de elevados caudales en diversos sondeos realizados en la zona de estudio.

### Calizas y dolomías del Jurásico inferior (J<sub>1</sub>)

Son materiales de elevada permeabilidad por la intensa fracturación y karstificación. Sin embargo, dada su situación estructural en el área de trabajo, muchas veces elevada respecto al nivel piezométrico regional, no suelen dar lugar a acuíferos importantes.

### Conglomerados, gravas y arenas del Terciario (Mioceno)

Presentan permeabilidad baja-media por porosidad (sedimentos detríticos). No tienen interés como acuífero en la zona que nos ocupa. Niveles (MPc) en la cartografía.

### Conglomerados, gravas y arenas de Cuaternario(Q)

Muestran permeabilidad baja-media por porosidad (sedimentos detríticos). No tienen interés como acuífero en la zona de estudio.

En la columna adjunta (Figura nº 6), se indican los tramos de la serie que potencialmente pueden presentar permeabilidades altas por fracturación y/o karstificación y en consecuencia dar lugar a acuíferos.

Por su parte, los tramos impermeables más importantes en la zona son, de muro a techo, los siguientes:

- Pizarras y esquistos del Paleozoico (P).
- Argilitas y areniscas del tramo del Buntsandstein inferior (Tb<sub>1</sub>).
- Argilitas y areniscas del tramo del Buntsandstein superior (Tb<sub>3</sub>).
- Arcillas y margas del Muschelkalk medio (Tm<sub>2</sub>).
- Arcillas, margas y yesos del Keuper (TK).
- Limolitas, margas y arcillas del Terciario (T).

Estos niveles impermeables se sitúan a techo y muro de las formaciones que dan lugar a los acuíferos. Así, el Tb<sub>1</sub> y Tb<sub>3</sub> constituyen los impermeables de muro y techo respectivamente del tramo arenoso del Buntsandstein Medio (Tb<sub>2</sub>).

El Tb<sub>3</sub> y Tm<sub>2</sub> son igualmente los impermeables de muro y techo del Muschelkalk Inferior (Tm<sub>1</sub>).

Finalmente el propio Muschelkalk medio ( $Tm_2$ ) y las arcillas de las facies Keuper ( $Tk$ ) son los impermeables de base y techo del Muschelkalk superior ( $Tm_3$ ).

Sin embargo, debido a la intensa tectonización del área de trabajo en particular y de toda la Sierra del Espadán en general, es frecuente que los diferentes tramos descritos, en especial los correspondientes al Muschelkalk, estén conectados hidráulicamente entre sí, dando lugar a un mismo acuífero.

## **6.2 SUBSISTEMA DEL MEDIO PALANCIA (56.06)**

### Características geométricas

Su extensión superficial es de 478 km<sup>2</sup> y coincide con un amplio sinclinorio situado entre las sierras del Espadán y el macizo de Gátova-Náquera. Las arcillitas del Buntsandstein, que afloran en los flancos de dichas sierras, constituyen el sustrato impermeable así como el límite nororiental y suroccidental del mismo. Hacia el noroeste los materiales acuíferos se hunden bajo el Jurásico de Jérica y Navajas, estableciéndose el límite en los afloramientos de Keuper de Altura y Segorbe que individualizan este subsistema del de Jérica-Alcublas, constituido por materiales del Jurásico. Hacia el Sureste limita con los materiales pliocuaternarios de la Plana de Sagunto y Castellón. En este contacto, en la franja comprendida entre las localidades de Vall de Uxó y Sagunto, es donde se produce la mayor cesión de agua subterránea hacia los acuíferos detríticos.

En función de las características hidrogeológicas se confirmó en el estudio de 1995 (IGME-DPC) la compartimentación en una serie de acuíferos y sectores acuíferos independientes ya individualizados previamente (ITGE.1985). Estas son:

- Ac. Segorbe-Soneja.
- Ac. Azúebar.
- Ac. Vall de Uxó.
- Ac. Salto del caballo.
- Ac. Algar-Cuat.
- Ac. Cornacó.
- Ac. Estivella.
- Ac. Gausa.

De todos ellos, se analiza únicamente, en el siguiente apartado, el de Segorbe-Soneja, por ser donde se realiza el vertido.

### Características litológicas

Los acuíferos de este subsistema están constituidos por las dolomías y calizas dolomíticas de los tramos inferior ( $Tm_1$ ) y superior del Muschelkalk ( $Tm_3$ ), que en esta zona concreta presentan un espesor medio reconocido de 100 y 80 m respectivamente



## Funcionamiento hidrogeológico

Las características hidráulicas son muy variables incluso en puntos muy próximos. Los resultados de los sondeos oscilan entre valores nulos y otros con caudales específicos superiores a 15 l/seg/m, si bien los más frecuentes están comprendidos entre 1 y 5 l/seg/m.

La componente mayoritaria del flujo tiene dirección sureste con fuertes gradientes, que en promedio alcanzan un valor próximo al 2%, aparentemente incompatible con la transmisividad que poseen estos materiales, lo que pone de manifiesto la alta compartimentación que presenta la zona saturada del subsistema.

El nivel piezométrico, en la zona más septentrional, oscila entre 320 m s.n.m en Castellnovo y 200 m s.n.m en Sot de Ferrer, 250 m s.n.m. en el sector nororiental, 75-100 m s.n.m. en el central y entre 10 y 40 m s.n.m. en las proximidades de la Plana.

## Balance hídrico

La alimentación del subsistema se produce por infiltración del agua de lluvia, infiltración en el cauce del Palancia durante avenidas y transferencia lateral del Subsistema de Jérica-Alcublas (ITGE. 1985).

La cuantificación de la infiltración en el cauce del río Palancia es complicada, si bien, es evidente la influencia sobre las captaciones y manantiales próximos (ej. Manantial de Quart) en las épocas en las que el río, que atraviesa el subsistema de Oeste a Este, lleva abundante agua.

En el balance estimado en 1995 se valora este concepto en 10 hm<sup>3</sup>/año.

La infiltración del agua de lluvia se calculó, para la media del período 1948-1983, en torno a 44 hm<sup>3</sup>/año.

Las entradas al subsistema por transferencia subterránea de flujo se centran casi exclusivamente en las que proceden de vecino subsistema de Jérica-Alcublas, estimadas en una cuantía para el período considerado de 29 hm<sup>3</sup>/año.

Por su parte, las descargas del subsistema se producen fundamentalmente por bombeo, emergencias y transferencia lateral a las Planas de Castellón y Sagunto.

Las extracciones por bombeo se estimaron en 29 hm<sup>3</sup>/año, y se localizan fundamentalmente en los sectores de Los Valles, Camino Viejo de Teruel y el Llano de Arguinas.

Las descargas por manantiales se centran en los de San José, Quart, La Llosa y Almenara, todos ellos situados en las proximidades del contacto de los materiales acuíferos de este subsistema con las Planas litorales, y por los manantiales de Arguinas y Soneja situados en el interior. El caudal medio de los primeros oscila entre 6-7 hm<sup>3</sup>/año en el manantial de Quart y 1,5 hm<sup>3</sup>/año en los de La Llosa y San José respectivamente. Los manantiales de Soneja y Arguinas presentan unas aportaciones medias de 13 hm<sup>3</sup>/año en el primer caso y 0,75 hm<sup>3</sup>/año en el segundo.

El funcionamiento hidrogeológico del subsistema se puede sintetizar en el balance medio para el período 1948-1983 (ITGE.1985).

ENTRADAS (hm <sup>3</sup> /año)	
Infiltración del agua de lluvia	44
Infiltración río Palancia	10
Entradas laterales del Subsistema Jérica-Alcublas	29
Total entradas	83
SALIDAS (hm <sup>3</sup> /año)	
Emergencias	23
Salidas al río Mijares	
Transferencias a Plana de Castellón	8
Transferencias a Plana de Sagunto	23
Bombeos netos	29
Total salidas	83

## Hidroquímica

La calidad química de las aguas de este subsistema presenta gran dispersión según los sectores analizados y de su origen, manantiales o sondeos.

Son habituales las facies sulfatado cálcico-magnésicas, si bien en las áreas más orientales, próximas a las planas (Almenara, Moncófar, Chilches) se dan facies cloruradas sódicas o cálcico-sódicas. Esto es debido tanto a fenómenos de intrusión asociados a la costa como a la evolución química de las aguas a lo largo de su recorrido por el subsistema.

### 6.2.1 Acuífero de Segorbe-Soneja

Con una superficie de unos 200 Km<sup>2</sup> representa casi el 50% de todo el Subsistema del Medio Palancia.

Su límite Oeste, desde la población de Vall de Almonacid hasta el Oeste de Altura, se considera abierto y por él se transfiere el agua subterránea procedente del Subsistema Jérica-Alcublas. El flujo en este acuífero tiene dirección N-S, en su sector NE y O-E en su sector SO y se canaliza en la zona central con dirección NO-SE.

Está hidráulicamente conectado con el Acuífero de Algar-Quat al que cede la mayor parte de su flujo subterráneo.

También está parcialmente conectado con el acuífero de Azuébar.

Es en el extremo noroeste de este acuífero, a caballo con el de Jérica-Alcublas, donde se sitúa el área de estudio.





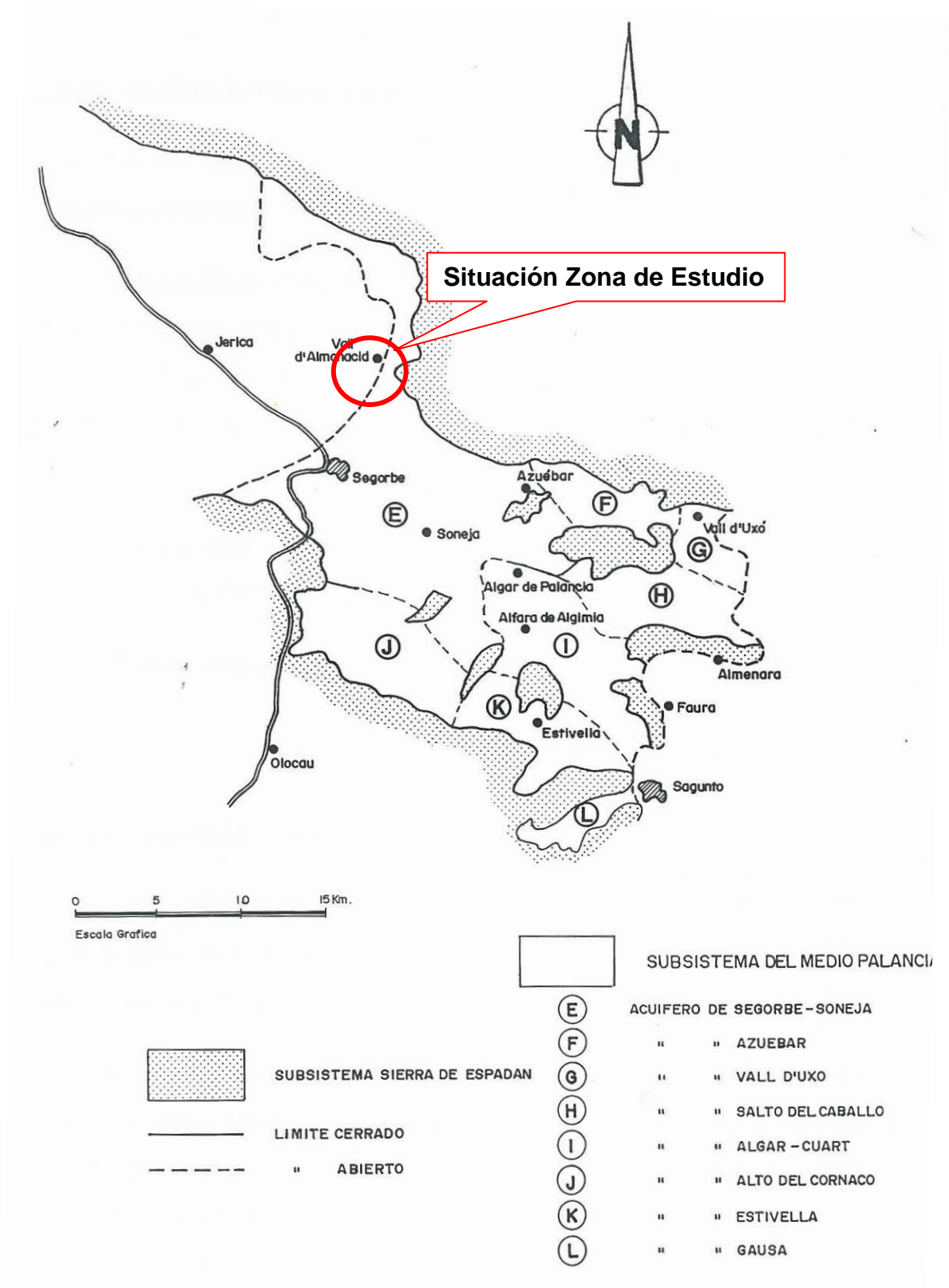


Figura 9: Zona de estudio dentro del subsistema del Medio Palancia (IGME-DPC. 1995)



## 7 HIDROGEOLOGÍA LOCAL

### 7.1 INVENTARIO DE POZOS, SONDEOS Y MANANTIALES

Se ha recopilado información de un total de 17 puntos de agua, que han sido representados en el plano adjunto.

La mayoría de estos puntos son manantiales (11), tres son sondeos y tres más pozos.

Los puntos de abastecimiento más importantes son la fuente del Gallo (nº ref. 2, nº IGME 29255015), que abastece a Castellново y se encuentra a más de 3 kilómetros aguas abajo del punto de vertido. Por su parte, el abastecimiento a La Vall de Almonacid se realiza desde las fuente de La Rodana (nº ref. 17, nº IGME 29256011) y Larga (nº ref. 7, nº IGME 29255022). La segunda complementa la demanda cuando el manantial de La Rodana, de mejor calidad, no resulta suficiente. En caso de necesidad, se pone en marcha el sondeo El Plano (nº ref. 14, nº IGME 29255039), perteneciente al Ayuntamiento y que cede recursos hídricos a los regantes cuando la Fuente Larga no les suministra suficiente caudal por tener que satisfacer la demanda urbana.. Estas fuentes y el sondeo se encuentran aguas arriba del punto de vertido y en el caso del manantial de La Rodana drenan un afloramiento de areniscas ortocuarcíticas del Buntsandstein medio (Tb<sub>2</sub>), desconectado de los niveles carbonatados del Muschelkalk.

En el anejo de reportaje fotográfico se recopilan diversas imágenes de los mismos.

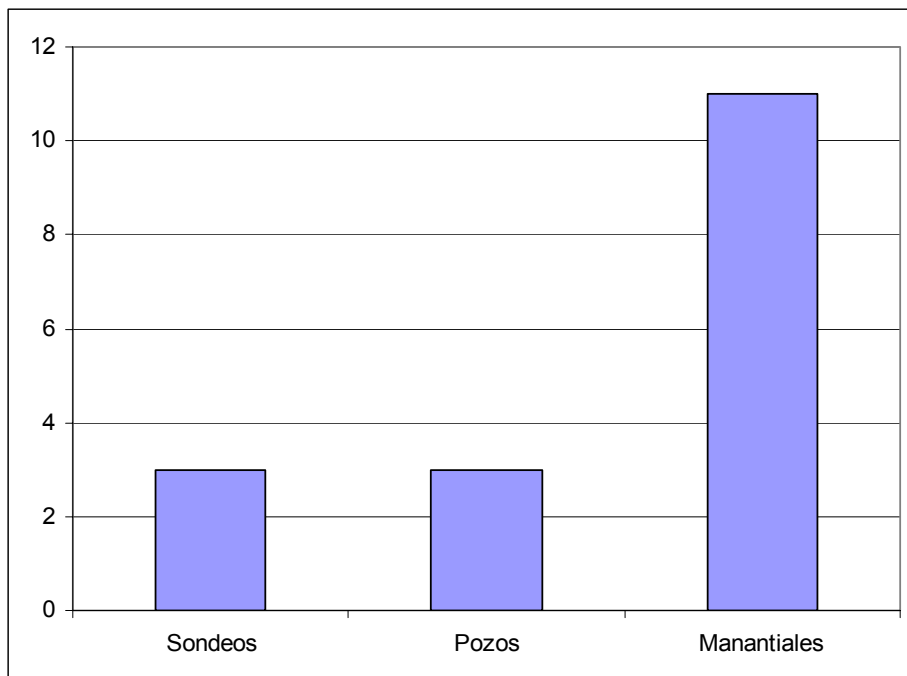


Gráfico 1: distribución de puntos de inventario por tipo.





Nº Ref,	Nombre del Pozo	Nº IGME	Naturaleza Punto	COORDENADAS UTM (ETRS89)		Cota (m s.n.m.)	Prof. Pozo (m)	Colum. Litolog.	Análisis químico	Prof. Agua (m)	N.E. (m s.n.m.)	Fecha	Caudal (l/s)	USO
				X	Y									
1	Fte. de Huerpita	29255014	Manantial	716540	4417390	430						27/06/1972	0,4	Riego
2	Fte. El Gallo	29255015	Manantial	715667	4416940	350						27/06/1972	8	Abast. y riego
3	Fte. Forniché	29255018	Manantial	717752	4421407	495						30/06/1972	1,6	Riego
4	Fte. El Cura	29255019	Manantial	717878	4420283	437						30/06/1972	2	Riego
5	Fte. de la Huerta Seca	29255020	Manantial	718266	4420499	480						30/06/1972	2	Riego
6	Ayuntamiento	29255021	Pozo	718314	4420348	480	15							Fuera de uso
7	Fte. Larga / La Trinidad	29255022	Manantial	717878	4420283	437						30/06/1972	3,3	Riego/Abast.
8	Fte. La Fontana	29255023	Manantial	717565	4420085	424						30/06/1972	0,8	Riego
9	Fte. Lentisco	29255024	Manantial	717068	4420147	460						30/06/1972	0,2	Fuentes públicas
10	Ayuntamiento	29255025	Pozo	716741	4420210	480	15							Fuera de uso
11	Fte. del Molino	29255026	Manantial	715927	4418705	388						30/06/1972	3,3	Riego
12	Fte. La Viuda	29255027	Manantial	716018	4418773	395			SI			30/06/1972	30	Riego
13	Almonacid	29255038	Sondeo	714577	4419610	485	228		SI	91,23	393,77	10/11/2010	40	Fuera de uso
14	El Plano	29255039	Sondeo	718198	4420650	449	90		SI	3,58	447,6	10/11/2010	15	Abast. y riego
15	Río Chico	29255040	Sondeo	715866	4417394	370	100			5	395		4	Sin equipar
16	Huélpita	29255041	Pozo	716150	4417291	420	40			Seco		22/06/1989		Negativo
17	Fte. La Rodana	29256011	Manantial	719890	4419423	540						04/07/1972	34,7	Abast.

### Puntos visitados





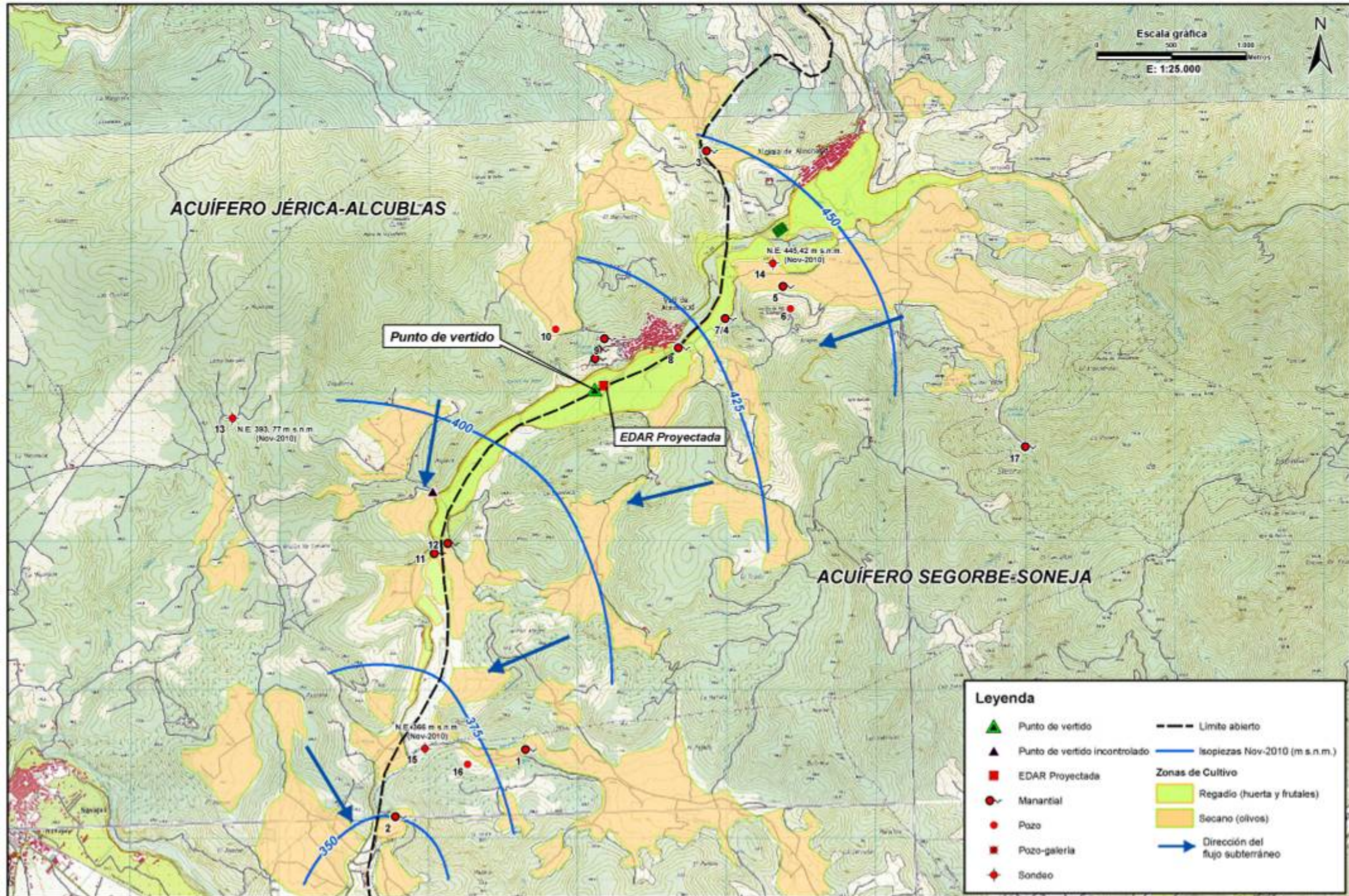


Figura 10: Mapa de inventario de puntos de agua y focos potenciales de contaminación







## **7.2 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA FORMACIÓN RECEPTORA**

El vertido se realizará en la rambla de Algimia o río Chico sobre materiales aluviales cuaternarios (depósitos de fondo de rambla) compuestos por gravas y cantos sueltos, con algo de material más fino (arcillas, arenas y limos) intercalado, y conglomerados de los mantos aluviales.



Foto 13. río Chico en el paraje de El Molino

Estos materiales cubren a su vez a las arcillas yesíferas de las facies Keuper que a lo largo de este valle afloran en todo el margen derecho del río. Aguas abajo, se encuentran igualmente bajo este recubrimiento cuaternario las calizas y dolomías de las facies Muschelkalk, pertenecientes a los afloramientos del margen izquierdo del río (acuífero de Segorbe-Soneja).

En tal contexto hidrogeológico, el vertido únicamente podría afectar al acuífero oriental, es decir a los materiales carbonatados del Muschelkalk (ac. de Segorbe-Soneja).

No se cuenta con datos de permeabilidad de estos materiales, sin embargo, se adjuntan dos tablas con valores orientativos de este parámetro.

En la primera se muestran los valores de permeabilidad de suelos dados por Terzaghi y Peck (1967) y adecuados por Martínez Vargas (1991).

<b>Grado de Permeabilidad</b>	<b>Valor de K (cm / seg)</b>	<b>Textura del Suelo</b>
Elevada	Superior a 10 <sup>-1</sup>	Grava media a gruesa
Media	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-3</sup>	Grava fina, arena media a fina, duras
Baja	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-5</sup>	Arena muy fina, SM, Limos a Loes
Muy Baja	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-7</sup>	Limos densos, ML, arcillas, CL
Prácticamente Impermeable	Menor de 10 <sup>-7</sup>	CL a CH Homogéneo

Según: Terzaghi y Peck, 1967 Adecuación A.M.V.

La segunda tabla registra los resultados de los estudios llevados a cabo por Benavente Herrera, J, y Calvache Quesada, M.L. en 1988 en el acuífero costero de Almuñécar:

<b>MATERIAL</b>	<b>PERMEABILIDAD</b>
playas	3.000 – 1.000 m/día
arena gruesa	1.000 - 500 m/día
grava arenosa	100 - 20 m/día
arena con grava	10 m/día
arena fina	5 - 1 m/día
arena limosa con grava	2 m/día
grava arcillosa	1 m/día
arena limosa	0.1 m/día
limo arenoso	0.01 m/día
arena arcillosa y limos	0.001 m/día
arcillas y margas	0.0001 m/día

Atendiendo a estas dos tablas se puede asumir que los materiales aluviales en dicha rambla presentan un rango de valores de permeabilidad comprendido entre 0,1 y 10 m/día.

En cuanto a las calizas triásicas, dependiendo del grado de karstificación, pueden presentar un rango muy amplio de permeabilidades, tal como se puede observar

en la tabla adjunta. En la zona de estudio el desarrollo de la karstificación y fracturación es moderado.

Valores estimados de la conductividad hidráulica (metros /día)

		Domenico	Smith & W	Freeze	Fetter	Sanders
Sedimentos	Grava	25 a 2500	100 a 10 <sup>5</sup>	100 a 10 <sup>6</sup>	10 a 1000	
	Grava con arena					
	Arena gruesa	0,1 a 500	0,01 a 1000	1 a 1000	1 a 100	1 a 100
	Arena media	0,1 a 50				
	Arena fina	0,02 a 20			0,01 a 1	0,01 a 1
	Arena arcillosa			0,01 a 100	0,001 a 0,1	
	Silt, loess	10 <sup>-4</sup> a 2	10 <sup>-4</sup> a 1	10 <sup>-4</sup> a 1	0,001 a 0,1	10 <sup>-4</sup> a 1
	Arcilla	10 <sup>-6</sup> a 4*10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-7</sup> a 10 <sup>-3</sup>		10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>
Arcilla marina inalterada	10 <sup>-7</sup> a 2*10 <sup>-4</sup>		10 <sup>-11</sup> a 10 <sup>-7</sup>			
Rocas Sedimentarias	Calizas carstificadas	0,1 a 2000	0,05 a 0,5	0,1 a 1000		0,1 a 10 <sup>7</sup>
	Calizas, dolomias	10 <sup>-4</sup> a 0,5	0,001 a 0,5	10 <sup>-4</sup> a 1		10 <sup>-4</sup> a 1
	Areniscas	3*10 <sup>-5</sup> a 0,5	10 <sup>-5</sup> a 1	10 <sup>-5</sup> a 1		
	Argilitas (siltstone)	10 <sup>-6</sup> a 0,001				
	Pizarras sedimentarias (Shale) intactas	10 <sup>-8</sup> a 2*10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-8</sup> a 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-8</sup>		10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-8</sup>
	Pizarras sed. (Shale) fracturadas/alteradas		10 <sup>-4</sup> a 1			
Rocas cristalinas	Basalto inalterado, sin fracturar		10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>			10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-3</sup>
	Basalto fracturado/vesicular cuaternario		10 a 1000			0,1 a 10 <sup>6</sup>
	Escorias basálticas		0,001 a 1000			
	Basalto permeable	0,03 s 2000		0,02 a 1000		
	Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>		10 <sup>-9</sup> a 10 <sup>-5</sup>
	Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	0,001 a 25	10 <sup>-5</sup> a 1	0,0005 a 20		10 <sup>-5</sup> a 1
	Granito alterado	0,3 a 5				
	Gabro alterado	0,05 a 0,3				

### 7.3 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DE LA ZONA NO SATURADA

No se cuenta con columnas estratigráficas de captaciones cercanas, por lo que dicha columna litológica se ha interpretado fundamentalmente a partir de la cartografía geológica contrastada en campo.

Se debe tener en cuenta, no obstante, que el vertido se realiza a un cauce que drena recursos hídricos de forma permanente (ver fotos del punto de vertido). Esta circunstancia supondrá una dilución notable del efluente que, *grosso modo*, representará un caudal inferior al 10 % del propio del río Chico. Esta estimación resulta de considerar el caudal medio de vertido (6,1 l/s), y comprobar, en las visitas realizadas, que el caudal del río en esta zona es sensiblemente superior a los 50 l/s.

Igualmente, hay que considerar en el tramo analizado, que este río es fundamentalmente efluente, por lo que drena agua del acuífero, es decir, no existe zona no saturada entre la superficie del terreno y el acuífero. En tales circunstancias la afección del vertido a las aguas subterráneas es prácticamente imposible. Sin embargo, se plantea la hipótesis de una posible infiltración de parte

de las aguas (incluido el vertido) del río al acuífero, sobre todo en las zonas en las que éste transcurre próximo o sobre materiales más permeables.

En estos sectores, la columna estratigráfica deducida se compone de unos 5 m de material detrítico de rambla (cantos y gravas con arcillas), que cubren a las calizas y dolomías del Muschelkalk.

#### 7.4 NIVEL PIEZOMETRICO

No existe ningún piezómetro de control de la Confederación Hidrográfica del Júcar en las proximidades del área de estudio, por ello se ha deducido la piezometría en la zona a partir de las bases cartográficas de dicho Organismo (figura adjunta) y de las medidas directas realizadas durante la ejecución del presente estudio.

Las escasas captaciones que cuentan con algún dato de nivel piezométrico son los sondeos El Plano (nº ref. 14) y Río Chico (nº ref. 15), que marcan cotas del nivel del agua de 447.6 m s.n.m. (junio de 1989) y 395 m s.n.m. (sin fecha), respectivamente.

El 10 de noviembre de 2010 estas mismas junto con el sondeo Almonacid marcaban la siguiente piezometría:

Sondeo	Acuífero	Cota del sondeo (m s.n.m.)	Prof. Agua (m)	Cota piezométrica (m s.n.m.)
El Plano	Segorbe-Soneja	449	3,58	445,42
Río Chico	Segorbe-Soneja	370	≈ 4	366
Almonacid	Jérica-Alcublas	485	91,23	393,77

Por la ubicación hidrogeológica de estas captaciones y sus características técnicas, los sondeos El Plano y Río Chico explotan los recursos hídricos subterráneos del acuífero de Segorbe-Soneja, mientras que el sondeo Almonacid se ubica en el acuífero de Jérica-Alcublas.

Los dos primeros sondeos se encuentran separados aproximadamente 4 kilómetros, su diferencia piezométrica es de aproximadamente 75 m, por tanto, marcan un gradiente piezométrico de casi un 2 %.

Con estos datos, la piezometría en la zona de vertido estaría en torno a los 415-420 m s.n.m., coincidente exactamente con la cota del río Chico en ese punto, dado que este cauce tiene carácter efluente, como ya se ha comentado y como lo demuestran los numerosos manantiales que drenan a su paso (Fte. Larga, Fontana, Fte. De La Vida, Fte. Del Molino, Fte. El Gallo). Por tanto, el propio río marca la piezometría del acuífero, tal como se ha reflejado en el plano de inventario de puntos de agua (Figura nº 10)

Este resultado difiere sensiblemente del que se puede deducir de los mapas piezométricos de la Confederación Hidrográfica del Júcar (datos del año 2005), que fijaría para la zona una piezometría a una cota unos 75 metros inferior, alrededor de los 340 m s.n.m.





Figura 11: piezometría general de la cuenca hidrográfica del Júcar y de la MAS 80.126 Onda-Espadán (modificado de cartografías de la base documental de la CHJ 2005-2006)



## 7.5 CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Del inventario de las captaciones y manantiales más próximos al área de vertido se han obtenido varios análisis químicos que se exponen a continuación.

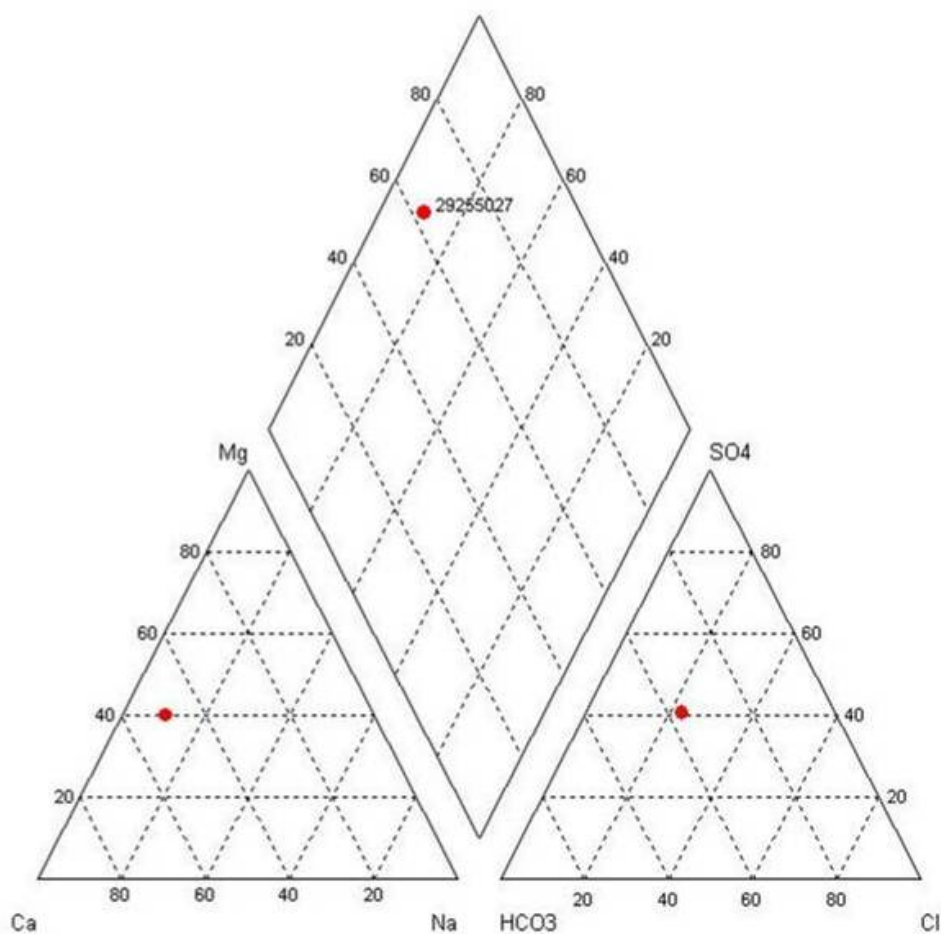


Figura 12: diagrama de Piper de varias muestras de aguas de la zona de estudio

Con los datos disponibles (ver tabla adjunta) únicamente se puede caracterizar la facies hidroquímica de la muestra del manantial de La Viuda (nº ref. 12). Tal como muestra el diagrama de Piper, las aguas de esta fuente, que drena las calizas y dolomías de la formación Carniolas de Cortes de Tajuña (Lías) con probable influencia de los yesos de las facies Keuper infrayacentes, presentan una facies sulfatada bicarbonatada cálcico-magnésica.





<u>Nº ref.</u>	<u>Nombre del Pozo</u>	<u>Nº IGME</u>	<u>Naturaleza Punto</u>	<u>Ac drenado</u>	<u>Fecha</u>	<u>C.E. (us/cm)</u>	<u>pH</u>	<u>Sólidos Disueltos</u>	<u>Ca<sup>++</sup> (mg/l)</u>	<u>Mg<sup>++</sup> (mg/l)</u>	<u>Na<sup>+</sup> (mg/l)</u>	<u>K<sup>+</sup> (mg/l)</u>	<u>Cl<sup>-</sup> (mg/l)</u>	<u>SO<sub>4</sub><sup>≡</sup> (mg/l)</u>	<u>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)</u>	<u>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)</u>
12	Fte. La Viuda	29255027	Manantial	Jurásico (J <sub>11</sub> )	30/06/1972	750	7,5	480	87,57	43,13	20,69	1,17	70,9	173,96	198,19	
13	Almonacid	29255038	Sondeo	Jurásico (J <sub>11</sub> )	30/05/2000	218							28,4			
14	El Plano	29255039	Sondeo	Muschelkalk sup. (Tm <sub>3</sub> )	25/02/1985	1330	7,4		212	84,8			10	782,4		7



## **8 CALIDAD AMBIENTAL DEL SECTOR. CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES**

El área de estudio se encuentra dentro del Parque Natural de La Sierra de Espadán. La Generalidad Valenciana, con la ley 11/94 del 27 de diciembre sobre Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana (España), establece las distintas clases de espacios naturales, con diferentes niveles de protección:

- Parques Naturales
- Parajes Naturales Municipales
- Reservas Naturales
- Monumentos Naturales
- Paisajes protegidos
- Microrreservas de flora: son declaradas y gestionadas por la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Territorio y Vivienda de la Generalidad Valenciana.

También desde las instituciones valencianas se pueden promover y proponer a otros estamentos estatales o internacionales (Ministerio de Medio Ambiente de España o UE) la protección de parajes con figuras legales como:

- LIC (Lugar de Interés Comunitario)
- ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves)

La ordenación de parques naturales o reservas naturales exigirá la previa aprobación de los correspondientes Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN).

Según la mencionada Ley (Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana), en su Capítulo II “Régimen general de Espacios Naturales Protegidos” en su Artículo 7 se definen los “Parques Naturales” como:

1. Los parques naturales son áreas naturales que, en razón a la representatividad de sus ecosistemas o a la singularidad de su flora, su fauna, o de sus formaciones geomorfológicas, o bien a la belleza de sus paisajes, poseen unos valores ecológicos, científicos, educativos, culturales o estéticos, cuya conservación merece una atención preferente y se consideran adecuados para su integración en redes nacionales o internacionales de espacios protegidos.

2. Las actividades a realizar se orientarán hacia los usos tradicionales agrícolas, ganaderos y silvícolas, y al aprovechamiento de las producciones compatibles con las finalidades que motivaron la declaración, así como a su visita y disfrute con las limitaciones necesarias para garantizar la protección y las actividades propias de la gestión del espacio protegido. Los demás usos podrán ser objeto de exclusión en la medida en que entren en conflicto con los valores que se pretenda proteger.

Este paraje de 31.182 hectáreas fue declarado parque natural por el gobierno valenciano el 8 de octubre de 1998 siendo el segundo entorno protegido más grande de toda la Comunidad.

En relación a la protección de las aguas subterráneas, la Conselleria de Territorio y Vivienda mediante el DECRETO 59/2005, de 11 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del

Parque Natural de la Sierra de Espadán. [2005/X2990] establece, en su Título II “Normas Generales”, Capítulo I “Normas Generales sobre protección de Recursos y del Dominio Público”, dentro de la Sección 1ª “Protección de recursos hidrológicos”, los siguientes artículos:

#### Artículo 14. Protección de aguas subterráneas

Queda prohibido el establecimiento de pozos, zanjas, galerías o cualquier dispositivo destinado a facilitar la infiltración en el terreno de aguas residuales que puedan producir por su toxicidad o por su composición química y bacteriológica, la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, sin perjuicio de los requerimientos que establezca el organismo de cuenca para los vertidos a aguas subterráneas.

#### Artículo 15. Vertidos

1. En aplicación del artículo 97 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprobó el Texto Refundido de la Ley de Aguas, y los artículos 69 y 70 del Plan Hidrológico del Júcar, se prohíbe, con carácter general, todo vertido sólido o líquido, directo o indirecto en un cauce público, canal o acequia, sistema acuífero subterráneo y masa de agua libre, que no reúna las condiciones para que, considerado en particular y en conjunto con los restantes vertidos con los que pueda interferir, se cumplan los objetivos de calidad señalados para sus aguas.

2. La construcción de fosas sépticas para el saneamiento de viviendas aisladas sólo podrá realizarse cuando estén debidamente impermeabilizadas y se den las suficientes garantías de que no suponen riesgo alguno para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas y existan razones justificadas que impidan su conexión a la red de alcantarillado.

3. Se prohíbe el vertido sin depurar, directo o indirecto, de aguas residuales urbanas al dominio público hidráulico, salvo en el caso de viviendas de tipo familiar aisladas en el campo, granjas avícolas o cunícolas de menos de 100 unidades y estabulaciones de ganado mayor con menos de 10 cabezas. En cualquier caso, el vertido nunca podrá realizarse en un radio inferior a 500 metros de un punto de abastecimiento, fuente o manantial de agua potable, y deberá ser autorizado por el organismo de cuenca y el órgano competente en materia de espacios naturales.

4. En el caso de explotaciones ganaderas aisladas mayores que las señaladas en el párrafo anterior, o explotaciones menores próximas entre sí de modo que pueda producirse un efecto acumulativo del vertido y sumen en total un número de cabezas superior al límite establecido en el párrafo anterior, deberán contar, necesariamente, con sistema de depuración de residuos previamente a su vertido a cauce público. El órgano competente en materia de espacios naturales deberá autorizar estas explotaciones y las instalaciones de depuración necesarias para garantizar su inocuidad respecto del medio acuático, sin perjuicio de lo dispuesto en la legislación de impacto ambiental.

5. Se considerará que dos o más explotaciones tienen efecto acumulativo cuando el vertido a dominio público hidráulico de cada una de ellas diste entre sí menos de 500 metros.



6. Para la concesión de licencia urbanística o de actividad relacionada con cualquier actividad que pueda generar vertidos de cualquier naturaleza, exceptuando las autorizadas para conectar directamente con la red general de alcantarillado, se exigirá la justificación del tratamiento que haya de darse a los mismos para evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas. El tratamiento de aguas residuales deberá ser tal que las aguas resultantes no sobrepasen los límites establecidos en la legislación sectorial, de acuerdo a las características y objetivos de calidad del cauce receptor.

7. La efectividad de la licencia quedará condicionada, en todo caso, a la obtención y validez posterior de la autorización de vertido.

8. Para la expedición de licencia de primera ocupación o licencia de apertura relativas a actividades incluidas en el párrafo 5, deberá aportarse la autorización de vertido, expedida por el organismo de cuenca, previo informe favorable del órgano competente en materia de espacios naturales.

9. Los vertidos industriales a las redes generales de saneamiento podrán ser autorizados cuando dichos vertidos sean asimilables a los de naturaleza urbana en lo referido a su carga contaminante. En el caso de que el efluente no sea asimilable por el tratamiento urbano previsto, deberán adecuarse las características de dichos efluentes a los objetivos de calidad establecidos mediante las oportunas ordenanzas municipales de vertido. En cualquier caso, se prohíbe el vertido directo o indirecto de efluentes industriales sin depuración al dominio público hidráulico.

#### Artículo 16. Captaciones de agua

1. Las aperturas de pozos o captaciones de agua dentro del ámbito del PRUG (Plan Rector de Uso y Gestión) deberán efectuarse de forma que no provoquen repercusiones negativas sobre el sistema hidrológico y el resto de los aprovechamientos.

2. Todas las captaciones destinadas a abastecimiento público deberán disponer de su correspondiente perímetro de protección.

3. Las obras de cualquier tipo y, en particular, las captaciones de agua que se pudieran realizar en el entorno de las fuentes y manantiales deberá garantizar el mantenimiento de su caudal para el uso posible de excursionistas y fauna silvestre.

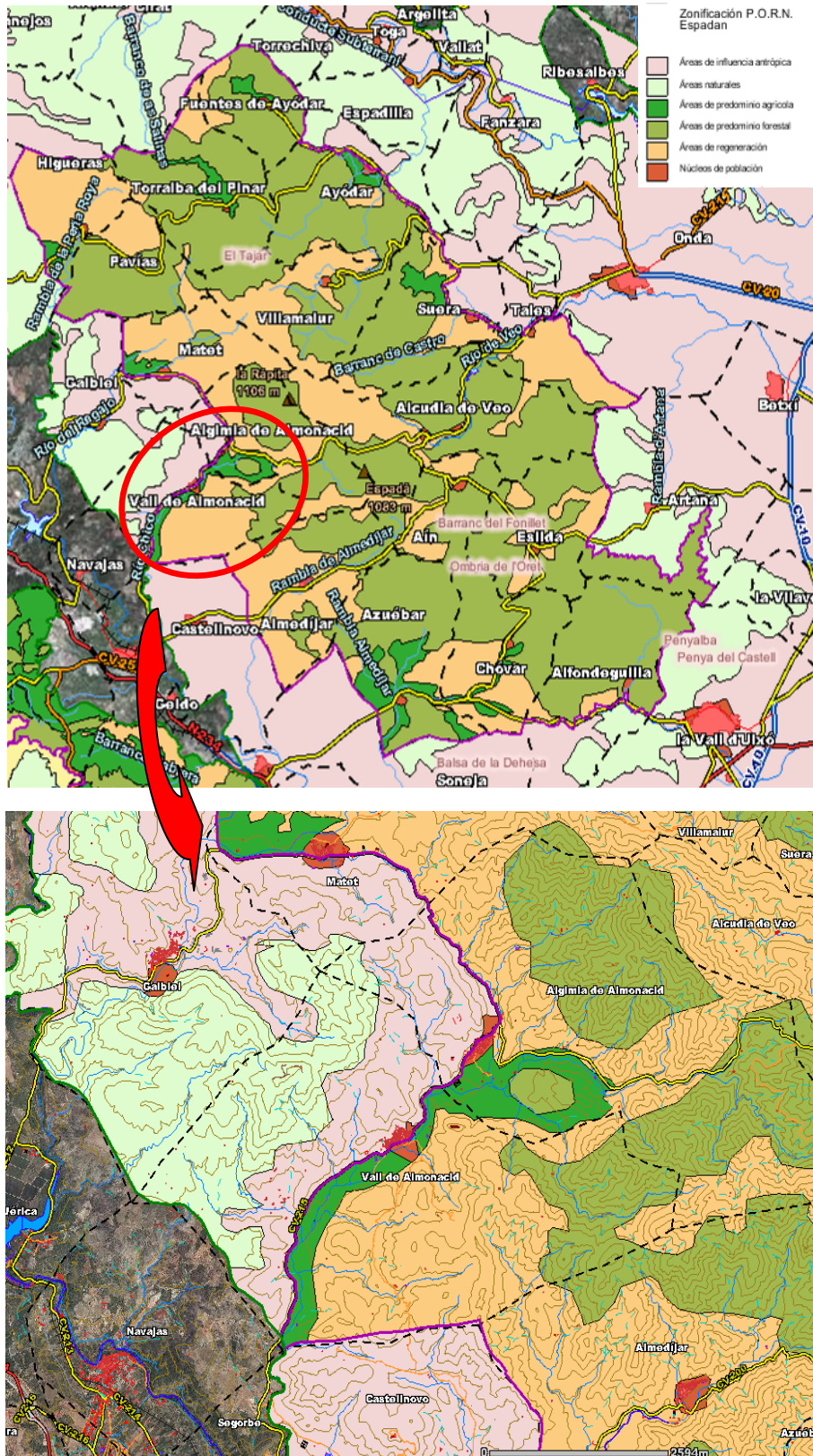


Figura 13: PORN Sierra de Espadán y término municipal de La Vall de Almonacid (Cartografía CMAAUV-Espacios Naturales Protegidos)

## **8.1 CLASIFICACIÓN DE FOCOS POTENCIALES CONTAMINANTES**

Teniendo en cuenta todas las figuras de protección que quedan establecidas dentro del Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del Parque Natural de la Sierra de Espadán (DECRETO 59/2005, de 11 de marzo) se entiende que la existencia de focos potenciales de contaminación en la zona de estudio ha de ser mínima o inexistente.

No obstante, a continuación se enumeran los posibles focos de contaminación que pueden encontrarse.

Tal y como establece el IGME (1991) en el trabajo denominado “Guía Metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas”, los posibles focos contaminantes pueden clasificarse, de manera general, en:

- Areales conservativos
- Areales no conservativos
- Puntuales conservativos
- Puntuales no conservativos

Esta clasificación se basa en el carácter degradable o no de la posible contaminación (conservativo / no conservativo) y en función de la zona afectada (puntual o areal).

Atendiendo a su definición, los focos contaminantes más próximos y que pueden interactuar con el vertido objeto de estudio se relacionan y cartografían en el siguiente apartado.

## **8.2 INVENTARIO Y CARTOGRAFÍA DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES. CONSIDERACIONES SOBRE LA POTENCIAL AFECCIÓN A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Atendiendo a la anterior clasificación, podemos reseñar lo siguiente:

Focos contaminantes areales conservativos

Serían los derivados de prácticas que afectan a amplias zonas y cuyos agentes contaminantes no se destruyen ni se modifican. Se refiere a prácticas de abonado agrícola mediante fertilizantes.

En la zona de estudio no existen grandes extensiones de cultivo, por lo que este posible foco de contaminación se considera poco representativo. Éstas se centran, tal como se puede observar en la cartografía del PORN de la Sierra de Espadán, en los márgenes de la rambla de Algimia o río Chico.

El cultivo predominante en la zona es el de secano, fundamentalmente olivos.



Aunque junto al río se desarrolla también un cultivo de regadío basado en pequeñas huertas y campos de frutales.

#### Focos contaminantes areales no conservativos

Son resultado de actividades que afectan a amplias zonas pero la composición varía con el tiempo. Los contaminantes más importantes son los herbicidas y pesticidas.

Las posibilidades de afección a las aguas subterráneas por estas prácticas son igualmente poco significativas y se centrarían en la misma zona ya mencionada dedicada al cultivo de olivos.



Foto 14. en la zona de estudio predomina la agricultura de secano (olivar)

#### Focos contaminantes puntuales conservativos

Se refiere a actividades de ámbito muy localizado y que producen contaminantes que no se destruyen ni se modifican. Normalmente son vertidos industriales. En la zona de estudio no existe actividad industrial, por lo que no se establecen posibles focos de contaminación por esta causa.

Sí se han detectado focos muy puntuales de acumulación residuos sólidos urbanos (escombros, plásticos, etc), en las inmediaciones de las Casitas de Zagalorca, aguas abajo del punto de vertido.

#### Focos contaminantes puntuales no conservativos



Se refiere a actividades localizadas que producen sustancias degradables. Aquí se englobaría todas las actividades que produzcan residuos sólidos y también líquidos, que puedan producir de forma puntual una infiltración en el terreno. Como no conservativos se han observado una pequeña actividad ganadera.

POSIBLES FOCOS CONTAMINANTES			
AREALES CONSERVATIVOS	AREALES NO CONSERVATIVOS	PUNTUALES CONSERVATIVOS	PUNTUALES NO CONSERVATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura de secano, fundamentalmente olivos</li> <li>• Pequeñas huertas y campos de frutales (regadío)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura de secano, fundamentalmente olivos</li> <li>• Pequeñas huertas y campos de frutales (regadío)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertidos muy puntuales en las inmediaciones de Zagalorca</li> <li>• Granja aguas abajo del vertido</li> </ul>	Mínima actividad ganadera

Los principales focos potenciales de contaminación se han cartografiado en la figura nº 10, en la que se reflejan los puntos de inventario y la piezometría



Foto 15. detalle de un vertido puntual en la zona de Casitas de Zagalorca



## **9 CRITERIOS QUE JUSTIFICAN LA INOCUIDAD DEL VERTIDO A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

La afección a las aguas subterráneas por un determinado vertido depende de su volumen, de las características físico-químicas del mismo y de los condicionantes hidrogeológicos de la zona, tales como la litología de las formaciones geológicas (características físicas y grado de permeabilidad) o el espesor no saturado.

Teniendo en cuenta estos factores se pueden establecer criterios que justifican la inocuidad del vertido analizado para los diversos acuíferos de la zona. Entre ellos, el fundamental es el carácter efluente o ganador del río Chico, que imposibilita la afección a las aguas subterráneas.

Existen además, otros criterios adicionales que contribuyen a considerar al vertido como inocuo. Éstos son los siguientes:

- Su moderado volumen, con una media de 530 m<sup>3</sup>/día (6,1 l/s)
- Que cumplirá, tras el proceso depurativo, los límites de calidad fijados en la reglamentación vigente
- Los manantiales y captaciones de abastecimiento a Vall de Almonacid se sitúan aguas arriba del punto de vertido.
- Los manantiales más próximos situados aguas abajo del mismo (Fte. de El Molino y de La Viuda), se encuentran a una distancia de 1,5 km y el de El Gallo (empleado para el abastecimiento de Castellnovo) a más de 3 Km.
- El caudal de vertido es sensiblemente inferior al propio del río Chico por lo que se producirá un efecto de dilución y atenuación del impacto causado por el vertido.





## **10 CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta los criterios expuestos, se concluye que el vertido no afectará a la calidad de las aguas subterráneas y puede considerarse como inocuo a tal efecto.

No obstante, como medida de garantía para la preservación de la calidad del medio hídrico subterráneo y de las captaciones próximas existentes, se propone un plan de control ante la hipotética aparición de cualquier proceso contaminante.



## **11 BIBLIOGRAFÍA**

- Identificación y delimitación de masas de agua superficial y subterránea. Ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar. CHJ (2009). Fondo documental.
- Adaptación de los acuíferos a las masas de agua subterránea y actualización de los balances hídricos en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. CHJ (2005). Fondo documental.
- Delimitación y caracterización de los acuíferos en las masas de agua subterráneas de la Confederación Hidrográfica del Júcar. CHJ (2005). Fondo documental.
- Comprobación y evaluación en la cuenca piloto del río Júcar de las guías desarrolladas en el marco de la estrategia común para la implementación de la directiva marco de aguas. Mapa regional de piezometría. Anejo nº4. Mapa piezométrico general de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Memoria. CHJ (2006). Fondo documental.
- Manual para la gestión de vertidos. Autorización de vertido. Ministerio de Medio Ambiente (2007)
- López Gutiérrez, Julio; Grima Olmedo, Juan y Ballesteros Navarro, Bruno J. (IGME). Metodología para la elaboración de los estudios hidrogeológicos requeridos en la tramitación de permisos de vertidos de aguas residuales al terreno. XI Congreso Internacional de Industria, Minería y Metalurgia. Junio 2002.
- IGME-DPC (1995). Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con aguas subterráneas en la provincia de Castellón. Sistemas acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra de Espadán.
- IGME (1988). Las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, calidad y perspectivas de utilización.
- Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana
- DECRETO 59/2005, de 11 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra de Espadán. [2005/X2990]
- ORDEN de 8 de marzo de 1999, de la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes por la que se declaran de necesaria observancia en la redacción de los planes urbanísticos o territoriales que se formulen en el ámbito de la Comunidad Valenciana determinadas cartografías temáticas y estudios integrantes del Sistema de Información Territorial publicadas por esta conselleria. [1999/M2319]. DOGV número 3456, de fecha 17.03.1999
- Bases de datos de puntos de agua del Instituto Geológico y Minero de España.





## ANEJOS



# 1. ANÁLISIS QUÍMICOS

## a) Análisis químicos del agua de consumo de Vall de Almonacid



CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT  
AIGUA, URBANISME I HABITATGE

EDIFICIO PROP  
Avda. Hermanos Bou, 47  
12071 CASTELLÓN

### ANÁLISIS DE LA CAPTACIÓN M. LA RODANA - VALL DE ALMONACID

MUESTRA: MANANTIAL LA RODANA-VALL DE ALMONACID

FECHA ANÁLISIS: 22/09/2008

TIPO DE ANÁLISIS: Completo

MUESTRA TOMADA POR: Servicios Territoriales

#### PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

*Escherichia coli (E.Coli)*: 160 (100 ml)

*Enterococo*: 370 (100 ml)

*Clostridium perfringens (inc. esporas)*: 0,00 (100 ml)

#### PARÁMETROS QUÍMICOS:

Antimonio: 0,00 µg/l

Arsénico: 0,00 µg/l

Benzeno: µg/l

Benzo(a)pireno: µg/l

Boro: 0,00 mg/l

Bromato: µg/l

Cadmio: 0,00 µg/l

Cianuro: 0,00 µg/l

Cobre: 0,00 mg/l

Cromo: 0,00 µg/l

1,2-dicloroetano: µg/l

Fluoruro: 0,00 mg/l

HPAs: µg/l

Benzo(b)fluoranteno: µg/l

Benzo(ghi)perileno: µg/l

Benzo(k)fluoranteno: µg/l

Indeno(1,2,3-cd)pireno: µg/l

Mercurio: 0,00 µg/l

Microcistina: µg/l

Níquel: < 6 µg/l

Nitrato: < 10 mg/l

Nitritos: 0,00 mg/l

Plaguicidas total: µg/l

Plomo: < 4 µg/l

Selenio: 0,00 µg/l

Total Trihalometanos: µg/l

Bromodichlorometano: µg/l

Bromoformo: µg/l

Cloroformo: µg/l

Dibromoclorometano: µg/l

Tetracloroetano y Tricloroetano: µg/l

Tetracloroetano: µg/l

Tricloroetano: µg/l

Acrilamida: µg/l

Epiclorhidrina: µg/l

Cloruro de vinilo: µg/l

#### PARÁMETROS INDICADORES:

*Coliformes totales*: 800 (100 ml)

*Bacterias totales a 22°*: (1 ml)

Aluminio: < 5 µg/l

Amonio: 0,00 mg/l

Carbono orgánico total: mg/l

Cloro combinado residual: mg/l

Cloro libre residual: mg/l

Cloruro: < 10 mg/l

Color: mg/l Pt/Co

Conductividad: 240 µS/cm

I. de Langelier:

Hierro: < 50 µg/l

Manganeso: 0,00 µg/l

Olor:

Oxidabilidad: 0,92 mg/l

pH: 7,5

Sabor:

Sodio: < 10 mg/l

Sulfato: 10 mg/l

Turbidez: 0,26 U.N.F.

## ANÁLISIS DE LA CAPTACIÓN M. FUENTE LARGA - VALL DE ALMONACID

MUESTRA: MANANTIAL FUENTE LARGA-VALL DE ALMONACID

FECHA ANÁLISIS: 22/09/2008 TIPO DE ANÁLISIS: Completo

MUESTRA TOMADA POR: Servicios Territoriales

### PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

*Escherichia coli (E.Coli)*: 0,00 (100 ml)

*Enterococo*: 0,00 (100 ml)

*Clostridium perfringens (inc. esporas)*: 0,00 (100 ml)

### PARÁMETROS QUÍMICOS:

Antimonio: 0,00 µg/l

Arsénico: 1 µg/l

Benzeno: µg/l

Benzo(a)pireno: µg/l

Boro: 0,00 mg/l

Bromato: µg/l

Cadmio: 0,00 µg/l

Cianuro: 0,00 µg/l

Cobre: 0,00 mg/l

Cromo: 0,00 µg/l

1,2-dicloroetano: µg/l

Fluoruro: 0,00 mg/l

HPAs: µg/l

Benzo(b)fluoranteno: µg/l

Benzo(ghi)perileno: µg/l

Benzo(k)fluoranteno: µg/l

Indeno(1,2,3-cd)pireno: µg/l

Mercurio: 0,00 µg/l

Microcistina: µg/l

Níquel: < 6 µg/l

Nitrato: < 10 mg/l

Nitritos: 0,00 mg/l

Plaguicidas total: µg/l

Plomo: < 4 µg/l

Selenio: 0,00 µg/l

Total Trihalometanos: µg/l

Bromodichlorometano: µg/l

Bromoformo: µg/l

Cloroformo: µg/l

Dibromoclorometano: µg/l

Tetracloroetano y Tricloroetano: µg/l

Tetracloroetano: µg/l

Tricloroetano: µg/l

Acilamida: µg/l

Epilclorhidrina: µg/l

Cloruro de vinilo: µg/l

### PARÁMETROS INDICADORES:

Coliformes totales: 12 (100 ml)

Bacterias totales a 22°: (1 ml)

Aluminio: 7,4 µg/l

Amonio: 0,00 mg/l

Carbono orgánico total: mg/l

Cloro combinado residual: mg/l

Cloro libre residual: mg/l

Cloruro: < 10 mg/l

Color: mg/l Pt/Co

Conductividad: 626 µS/cm

I. de Langelier:

Hierro: < 50 µg/l

Manganeso: 0,00 µg/l

Olor:

Oxidabilidad: 0,61 mg/l

pH: 7,52

Sabor:

Sodio: 10 mg/l

Sulfato: 119 mg/l

Turbidez: 0,20 U.N.F.



## ANÁLISIS DEL ABASTECIMIENTO VALL DE ALMONACID

MUESTRA: RED VALL DE ALMONACID

FECHA ANÁLISIS: 02/11/2009

TIPO DE ANÁLISIS: Completo

MUESTRA TOMADA POR: Farmacéuticos Titulares

### PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

*Escherichia coli* (*E.Coli*): 0,00 (100 ml)

*Clostridium perfringens* (*inc. esporas*): 0,00 (100 ml)

*Enterococo*: 0,00 (100 ml)

### PARÁMETROS QUÍMICOS:

Antimonio: < 1 µg/l

Arsénico: < 0,20 µg/l

Benzeno: µg/l

Benzo(a)pireno: µg/l

Boro: < 0,40 mg/l

Bromato: µg/l

Cadmio: < 0,90 µg/l

Cianuro: < 2 µg/l

Cobre: < 0,05 mg/l

Cromo: < 2,9 µg/l

1,2-dicloroetano: µg/l

Fluoruro: < 0,20 mg/l

HPAs: µg/l

Benzo(b)fluoranteno: µg/l

Benzo(ghi)perileno: µg/l

Benzo(k)fluoranteno: µg/l

Indeno(1,2,3-cd)pireno: µg/l

Mercurio: 0,49 µg/l

Microcistina: µg/l

Níquel: < 6 µg/l

Nitrato: < 10 mg/l

Nitritos: < 0,10 mg/l

Plaguicidas total: µg/l

Plomo: < 4 µg/l

Selenio: < 0,30 µg/l

Total Trihalometanos: µg/l

Bromodichlorometano: µg/l

Bromoformo: µg/l

Cloroformo: µg/l

Dibromoclorometano: µg/l

Tetracloroetano y Tricloroetano: µg/l

Tetracloroetano: µg/l

Tricloroetano: µg/l

Acrilamida: µg/l

Epiclorhidrina: µg/l

Cloruro de vinilo: µg/l

### PARÁMETROS INDICADORES:

*Coliformes totales*: 0,00 (100 ml)

*Bacterias totales a 22°*: (1 ml)

Aluminio: 23,8 µg/l

Amonio: < 0,10 mg/l

Carbono orgánico total: mg/l

Cloro combinado residual: mg/l

Cloro libre residual: mg/l

Cloruro: 10 mg/l

Color: mg/l Pt/Co

Conductividad: 343 µS/cm

I. de Langelier:

Hierro: < 50 µg/l

Manganeso: < 3,9 µg/l

Olor:

Oxidabilidad: 0,78 mg/l

pH: 7,64

Sabor:

Sodio: < 10 mg/l

Sulfato: 26 mg/l

Turbidez: 0,32 U.N.F.

Fuente: Unidad de Control de Aguas

Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda  
Comunidad Valenciana 08/11/2010

Página 1



## 2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

### a) Punto de Vertido.



Punto aproximado del río Chico donde se realizará el vertido





b) Inventario de puntos de agua



Fuente La Huérpita (Ref. 1)





Fuente El Gallo (Ref. 2)





Fuente Forniche (Ref. 3)





Fuente Larga – Santísima Trinidad (Ref. 7)





Fuente Fontana (Ref. 8)





Área recreativa de Fuente Lentisco en Vall de Almonacid





Paraje y captación Fuente Lentisco (Ref. 9)





Fuentes públicas en el paraje de Fuente Lentisco (Ref. 9)





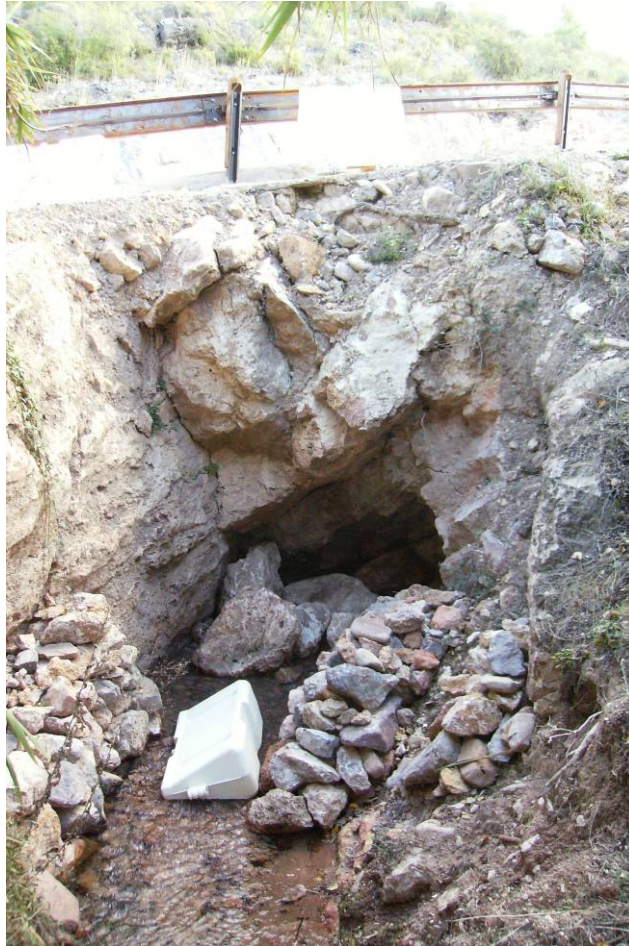
Fuente El Molino (Ref. 11)





Paraje Fuente La Viuda (Ref. 12)





Fuente La Viuda (Ref. 12)





Sondeo Almonacid (Ref. 13)





Sondeo El Plano (Ref. 14)



Sondeo Río Chico (Ref. 15)





Fuente La Rodana (Ref. 17)





c) Focos potencialmente contaminantes



Acumulación de escombros en la zona de Casitas de Zagalorca





d) Municipios que verterán sus aguas residuales a la EDAR



Algimia de Almonacid



La Vall de Almonacid



### 3. BASES DE DATOS DEL IGME

**DATOS GENERALES**

Hoja	Oct	Punto	toponimia	Coorxutm	Cooryutm	Cota	Natur	Prof	Fecha obra	Tipomot	Utilagua
2925	5	0014		716669	4417535	440	3				2
2925	5	0015		715806	4417290	360	3				H
2925	5	0018		717882	4421535	490	3				4
2925	5	0019		717974	4420443	420	3				2
2925	5	0020		718376	4420691	480	3				2
2925	5	0021		718425	4420541	480	4	15		2	C
2925	5	0022		717873	4420343	220	3				2
2925	5	0023		717772	4420294	220	3				2
2925	5	0024		717171	4420297	480	3				C
2925	5	0025		716852	4420399	480	4	15		2	0
2925	5	0026		716139	4418850	410	3				2
2925	5	0027		716109	4418850	410	3				C
2925	5	0038	Almonacid	714714	4419759	480	1	228	01-feb-85	9	E
2925	5	0039		718328	4420892	450	1		01-feb-90	3	E
2925	5	0040		715998	4417499	400	1	100	01-feb-82	9	C
2925	5	0041		716299	4417497	420	4	40	01-feb-69	2	0
2925	6	0011		720070	4419550	540	3				E



LITOLOGÍA			
Hoja	Oct	Punto	Litología
2925	5	0014	CALIZA
2925	5	0015	CALIZA
2925	5	0025	

PIEZOMETRÍA						
Hoja	Oct	Punto	Cota	Prof. Agua	Fecha medida	Cota N.P.
2925	5	0014	440		27-jun-72	0,01
2925	5	0015	360		27-jun-72	0,29
2925	5	0018	490		30-jun-72	0,05
2925	5	0019	420		30-jun-72	0,07
2925	5	0020	480		30-jun-72	0,07
2925	5	0022	220		30-jun-72	0,12
2925	5	0023	220		30-jun-72	0,03
2925	5	0024	480		30-jun-72	0,01
2925	5	0026	410		30-jun-72	0,12
2925	5	0026	410		14-feb-01	17,43
2925	5	0027	410		30-jun-72	1,08
2925	5	0038	480	228	27-jun-89	87,86
2925	5	0038	480	228	03-may-85	92,54
2925	5	0038	480	228	30-may-00	92,5
2925	5	0039	450		27-jun-89	2,4
2925	6	0011	540		04-jul-72	1,25

CALIDAD						
Hoja	Oct	Punto	Fecha toma aq	Código elemento	Elemento	Valor
2925	5	0027	30-jun-72	8	Cl	71
2925	5	0027	30-jun-72	7	SO4	174
2925	5	0027	30-jun-72	12	HCO3	198
2925	5	0027	30-jun-72	3	Na	21
2925	5	0027	30-jun-72	6	Mg	43
2925	5	0027	30-jun-72	5	Ca	88
2925	5	0027	30-jun-72	4	K	1
2925	5	0027	30-jun-72	13	pH	7,5
2925	5	0027	30-jun-72	15	Conduct	750
2925	5	0027	30-jun-72	43	Temperatura	19