



**PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN PARA LAS  
CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA  
LOCALIDAD DE BUENACHE DE ALARCÓN (CUENCA)**

Septiembre 2011

## ÍNDICE

### **1. Introducción**

#### **1.1 Situación actual de abastecimiento**

#### **1.2 Demanda urbana**

### **2. Estudios previos**

#### **2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura**

#### **2.2 Marco hidrogeológico regional**

#### **2.3 Marco hidrogeológico local: formaciones acuíferas**

### **3. Propuesta de perímetro de protección**

#### **3.1. Inventario de potenciales focos de contaminación**

#### **3.2 Estimación de la vulnerabilidad**

#### **3.3. Perímetro de protección de las captaciones**

##### *3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas*

##### *3.3.2 Perímetro de protección de la cantidad*

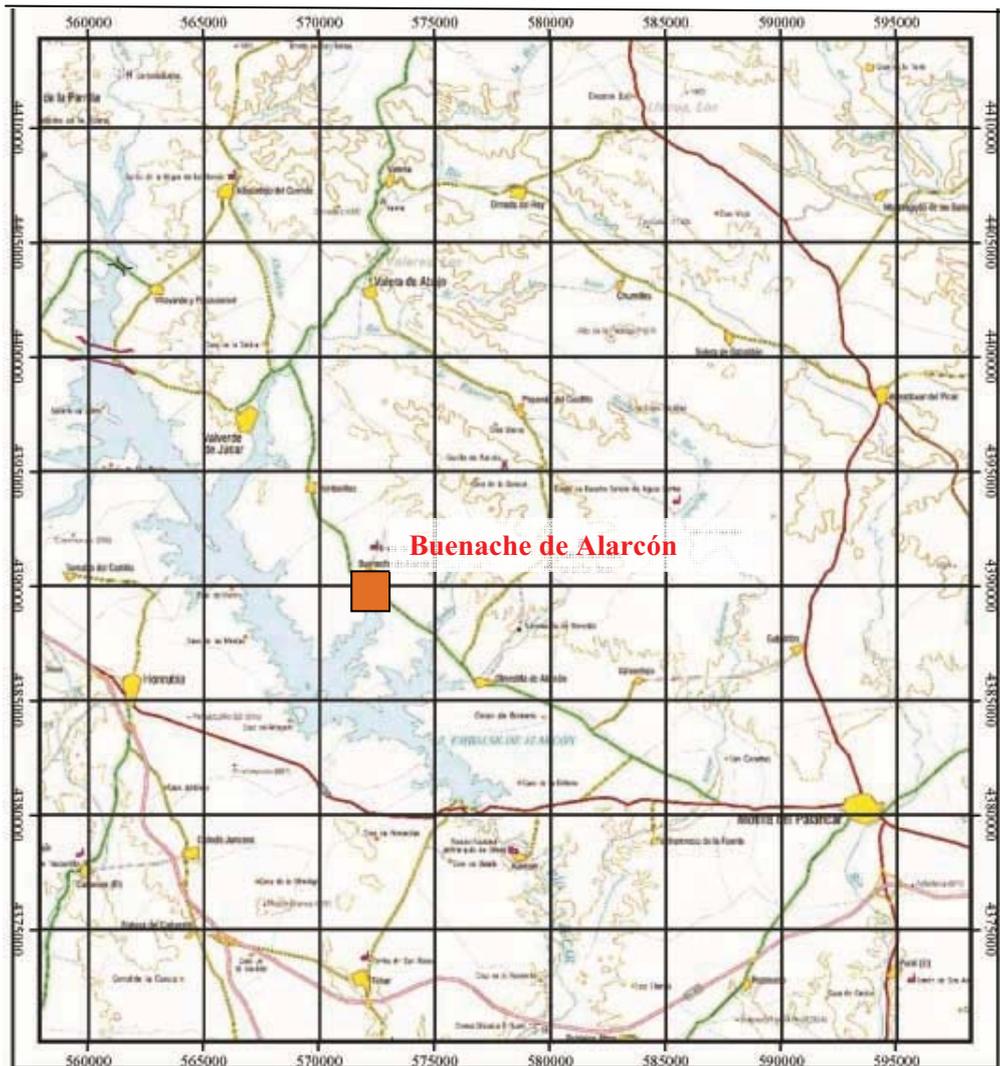
### **4. Bibliografía**

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, en septiembre de 2011 se redacta el presente informe de propuesta de perímetro de protección para la captación de Buenache de Alarcón.

**Buenache de Alarcón** se ubica a 58 km de la capital, Cuenca, en la comarca de La Manchuela. La zona que nos ocupa está drenada a través del Arroyo de la Vega, único cauce que discurre casi de Norte a Sur, yendo a para al embalse de Alarcón (antiguo cauce del río Júcar). Las localidades de mayor población más próximas son Valverde del Júcar y Motilla de Palancar (Figura 1).





**Figura 1.** Mapa de ubicación de la localidad de Buenache de Alarcón

### 1.1 Situación actual de abastecimiento

En la actualidad la población de Buenache de Alarcón se abastece de un sondeo y, en ocasiones, de un pozo de gran diámetro que recoge el agua de una fuente cercana. Las características se muestran en la Tabla 1. El sondeo fue perforado en 1989, con una profundidad aproximada de 100 m. No existen datos de caudal extraído aunque desde el Ayuntamiento se reporta que el actual sondeo apenas satisface la demanda máxima de los meses estivales, teniendo que cortar temporalmente el suministro. Así, y considerando una demanda máxima correspondiente a 2000 hab, suponiendo que se bombea todo el día, el caudal máximo de este sondeo sería de 4,5 l/s.

## 1.2. Demanda urbana

La localidad de Buenache de Alarcón tiene una población censada de 639 habitantes (INE, Padrón municipal 2010), llegando a alcanzar en verano los 2000 habitantes.

Considerando unas dotaciones de 200 L/hab/día, el volumen necesario para satisfacer la demanda de la población es de **1.5 L/s** (128 m<sup>3</sup>/día), aumentando durante los períodos vacacionales a una demanda de **4.6 L/s** (400 m<sup>3</sup>/día).

CAPTACIÓN	UTM_X	UTM_Y	Prof.	Año	NP (m)	Q(l/s)
Sondeo	573275	4391886	100 aprox.	1989	ND = 21 (Agosto2011)	<b>4.5 (aprox)</b>
Pozo	572382	4390828		1974	7	
DEPÓSITOS	UTM_X	UTM_Y	OBSERVACIONES			
Junto sondeo	573275	4391886				
Principal	572250	4391009				

**Tabla 1.** Características del sistema de abastecimiento de la localidad de Buenache de Alarcón

## 2. ESTUDIOS PREVIOS

Este informe se ha elaborado a partir de los estudios realizados por la Diputación de Cuenca en colaboración con el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos en 1989, junto a la información recopilada en campo el día 25 de agosto de 2011 los cuales han servido para la redacción de la propuesta de perímetro de protección para el sondeo de abastecimiento.

## **2.1 Marco geológico: estratigrafía y tectónica**

La zona se ubica en el ángulo NW de la hoja 1:50000 691 “**Motilla de Palancar**”, elaborada por el IGME en 1999. Nos encontramos en una zona de contacto entre una unidad detrítica correspondiente al Oligoceno y otra inferior carbonatada, datada como Cretácico Superior.

### **2.1.1 Estratigrafía**

#### **MESOZOICO**

##### **Jurásico (2)**

Los afloramientos jurásicos son muy reducidos en extensión y de escasa potencia, limitándose al núcleo del anticlinal de Barchín del Hoyo. Son calizas oolíticas correspondientes al Malm.

##### **Cretácico Inferior (3)**

En discordancia sobre el Jurásico y concordante con el Cenomaniense. Se trata del Albiense en Facies Utrillas, es decir, arenas cuarcíticas.

Se ubican también en el núcleo del anticlinal de Barchin del Hoyo, donde se midió una potencia de 60 m

##### **Cretácico Superior**

##### **Cenomaniense Medio-Superior (4) (5) (6)**

Se diferencian dos tramos, uno a muro, consistente en arcillas verdes, localmente violáceas y con variable contenido en carbonatos, generalmente azoico y con una potencia de 2m; y otro a techo, formado por dolomías blanco-amarillentas, estaratificadas en bancos de no más de 2 m de espesor, con intercalaciones de mardas dolomíticas amarillentas. Se trata de dolomías de grano medio a fino bastante porosas. Potencia variable de entre 30 y 70 m.

##### **Turoniense-Coniaciense (7)**

Se trata de dolomías intraclásticas y localmente recristalizadas de aspecto variable. Sobre niveles más margosos aparece nivel constante de margas blanco-amarillentas de 4-6 m. En conjunto presenta un apotencia de 70 m.

**Santoniense (8)**

Conjunto de brechas calcodolomíticas, de aspecto masivo. Hacia techo niveles muy delgados de margas blanco amarillentas. Potencia de 100-110 m.

**Campaniense (9)**

Conjunto predominantemente margoso, en el que se intercalan niveles de brechas con poca continuidad lateral. Su potencia oscila entre los 20-25 m.

**TERCIARIO**

Ocupa gran parte de la zona estudiada, estando su base al sur de la población de Buenache de Alarcón.

**Oligoceno****Arcilla rojas (10)**

De potencia variable (unos 15 m) y mal estratificadas. Oligoceno.

**Brechas rojas (11)**

Presentan matriz limoso-arcillosa y localmente cemento carbonatado. Presencia de Jacintos de Compostela.

**Areniscas, conglomerados y arcillas (12)**

La proporción disminuye a medida que nos alejamos del Mesozoico, haciéndose más arcillo-areniscosa cuanto más nos acercamos en dirección suroeste a Buenache de Alarcón.

**Mioceno****Arcillas y areniscas (13)****Calizas rojas muy arenosas (14)****Plioceno****Conglomerado (15)**

Forma un glacis que se apoya en el flanco sur del anticlinal de Barchín del Hoyo. 3 m de potencia.

**CUATERNARIO (16) (17) y (18)**

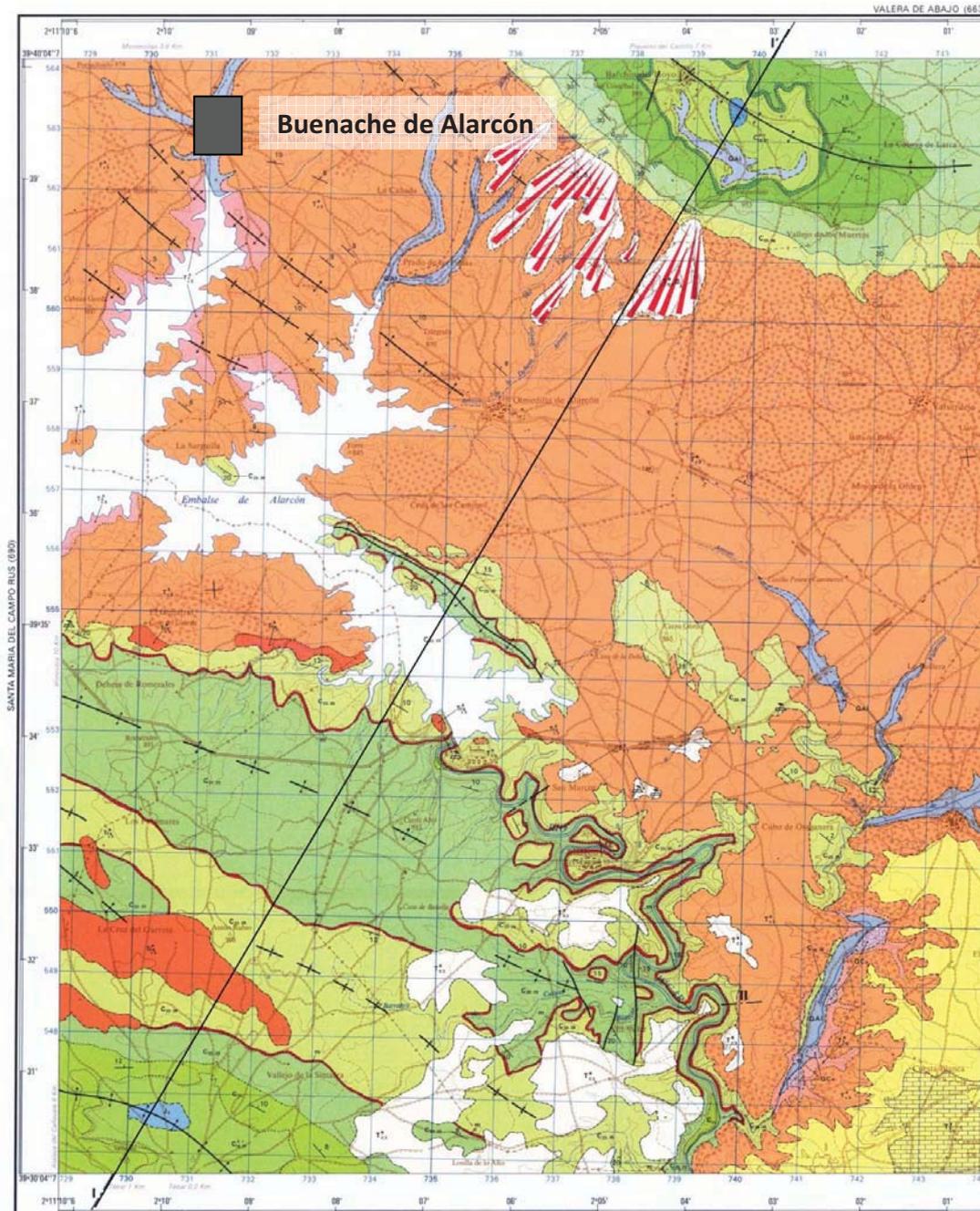
Los cauces fluviales, cuya red es regresiva, cuanta con depósitos cuaternarios, consistentes en arcillas, arenas y gravas.

### **2.1.2 Estructura**

La zona pertenece a la zona marginal suroccidental de la Serranía de Cuenca, enlazando con las estribaciones situadas al sureste de la Sierra de Altomira.

El estilo de deformación es ibérico, con sentido de los pliegues NO-SE llegando hacia el sur a incurvarse y adoptar una dirección E-O. Son pliegues tipo cofre con flancos inclinados y charnelas planas.

En el Paleógeno los pliegues son suevas adaptándose a las estructuras mesozoicas siendo el Neógeno atectónico.



**Figura 2.** Mapa geológico de la zona a estudio (Hoja 691, leyenda en el Anexo)



**Figura 3.** Corte interpretativo de la estructura en la zona de estudio (Hoja 691)

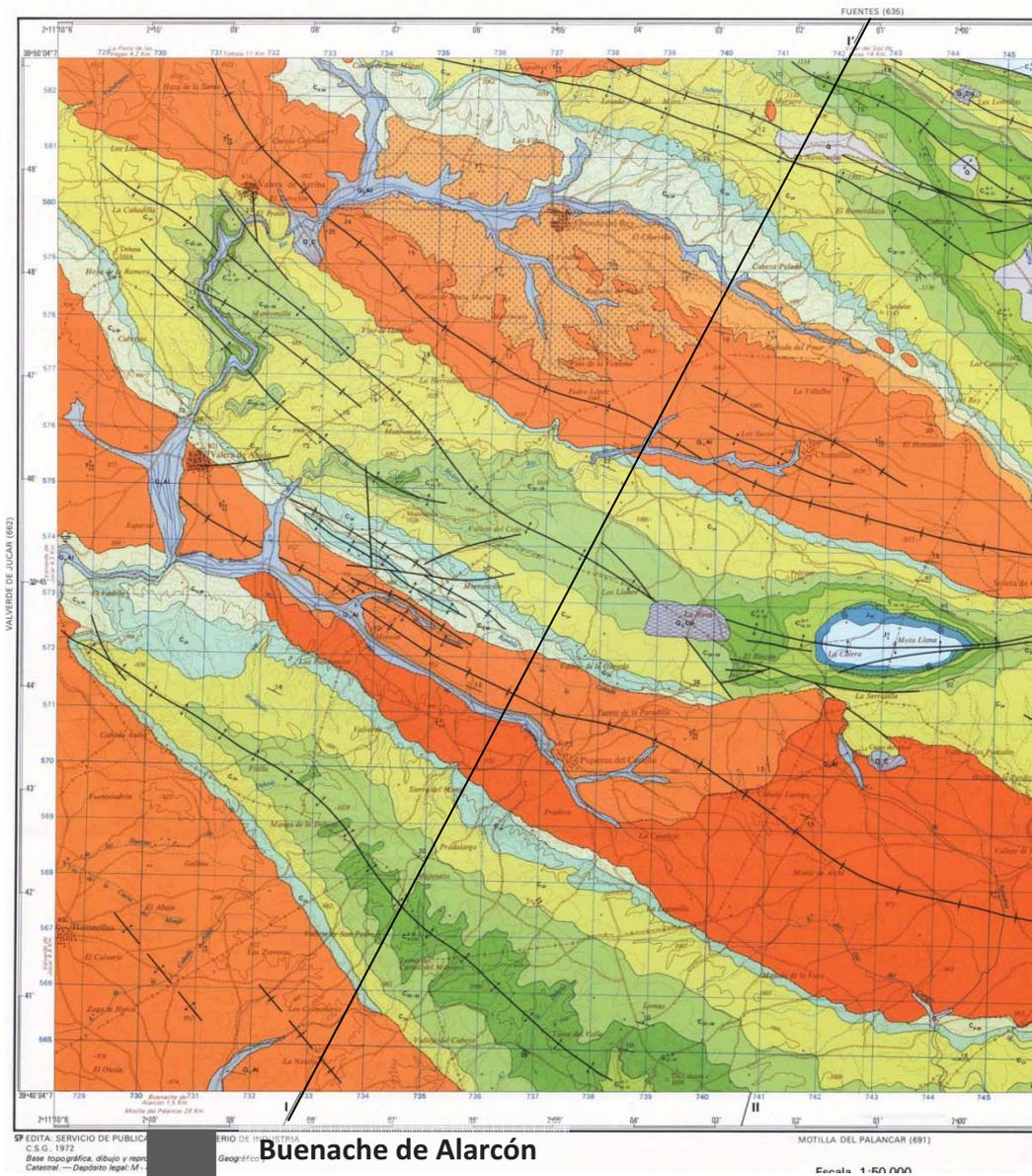


Figura 4. Mapa geológico de la zona a estudio (Hoja 663, leyenda en el Anexo)

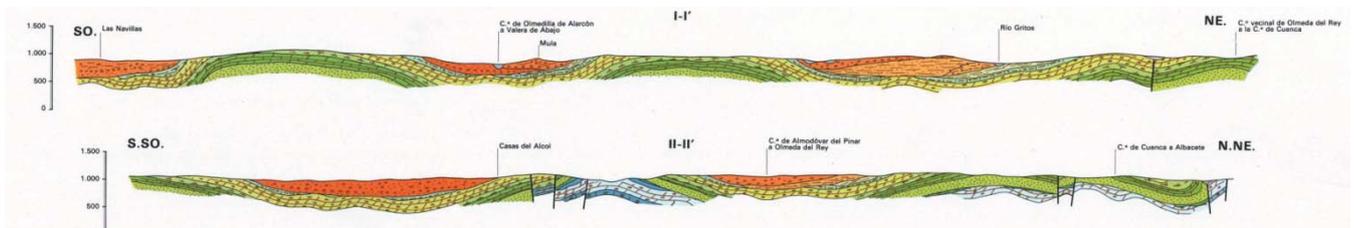
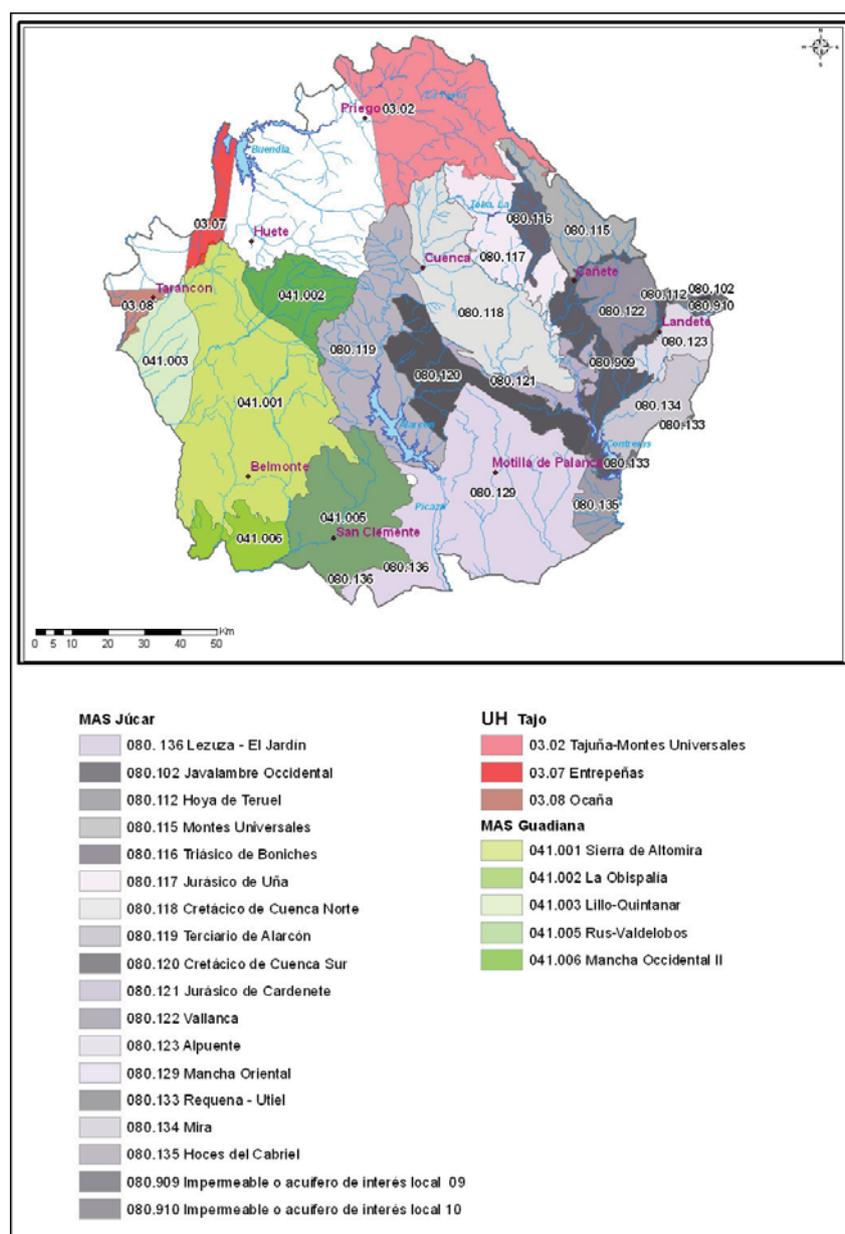


Figura 5. Corte interpretativo de la estructura en la zona de estudio (Hoja 663)

## 2.2 Marco hidrogeológico regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MAS) para la cuenca del Guadiana y Júcar y en Unidades Hidrogeológicas para la cuenca del Tajo, tal y como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6.** Masas de Agua Subterránea del Júcar y Guadiana (MAS) y Unidades Hidrogeológicas del Tajo de la Provincia de Cuenca.

Buenache de Alarcón pertenece a la Masa de Agua Subterránea 080.119 “Terciario de Alarcón” de la Cuenca Hidrográfica del Júcar. Se dispone de poca información referida a esta masa, ya que con anterioridad al 2005 se englobaba dentro de la Unidad Hidrogeológica 080.015 “Serranía de Cuenca”.

En el estudio del 2005 de la CHJ “Delimitación y caracterización de los acuíferos en las masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Júcar” se estima un espesor permeable de la Masa de 500 a 1000 m. y una superficie de 1.239,62 km<sup>2</sup>.

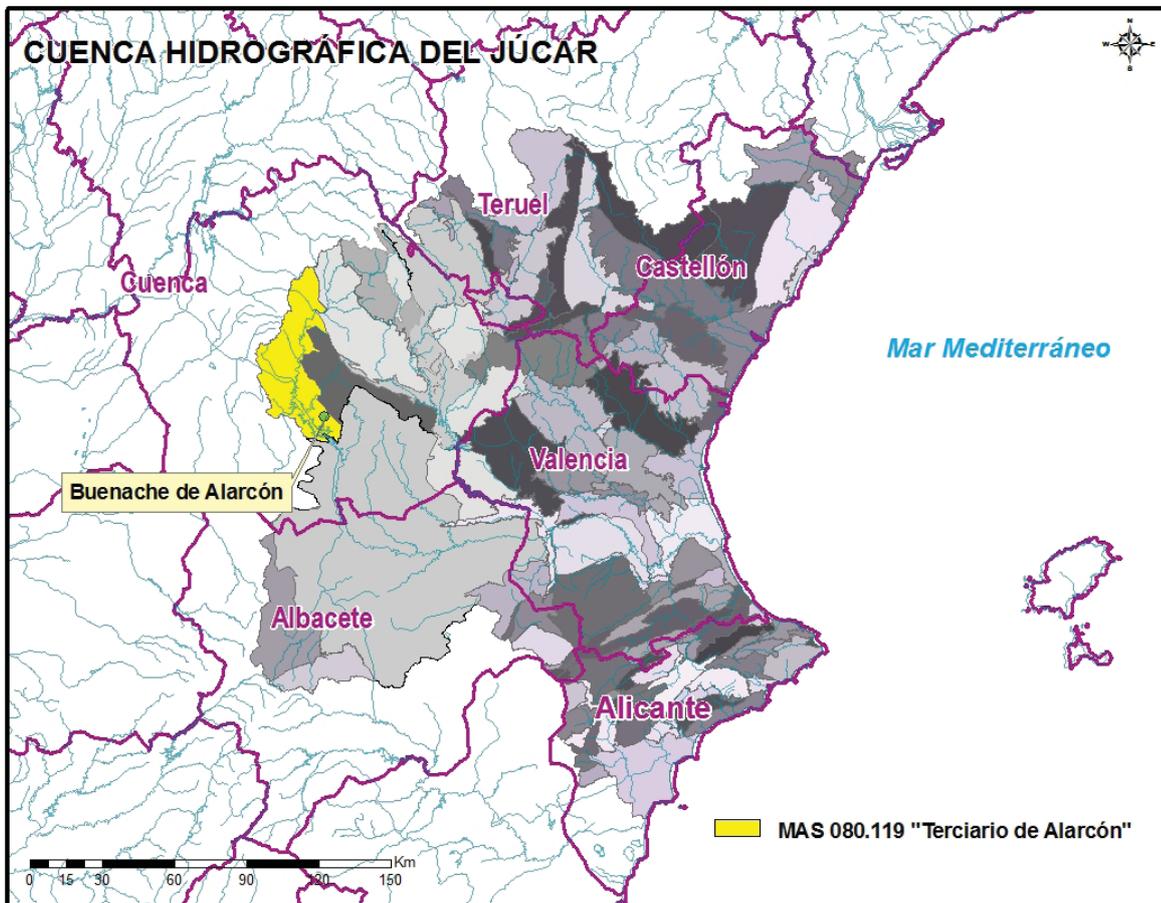
M. Martínez (2001) en la Caracterización preliminar de los acuíferos detríticos de la Depresión Intermedia (Cuenca) da alguna información sobre la zona del presente estudio, al tomar información de los sondeos de las localidades de Valverde del Júcar y Villaverde y Pasaconsol. Alguna de la información proporcionada por este estudio es la siguiente:

El volumen anual de agua suministrada a las poblaciones del área del trabajo y extraída de las formaciones detríticas asciende a 0,46 hm<sup>3</sup> (ITGE-CHJ, 1992). Se ha estimado, para la Unidad Paleógeno-Neógena de la Cuenca del Júcar, una recarga anual de 27 hm<sup>3</sup> proveniente de la lluvia y 40 hm<sup>3</sup> por recarga lateral de los acuíferos cretácicos de la Serranía (ITGE-CHJ, 1992). Este mecanismo de recarga puede aplicarse también al resto de la Unidad y a la Unidad Paleógena Inferior.

Litológicamente están formados por arenas y arcillas alternantes, con niveles conglomeráticos generalmente cerca de los relieves e incremento de lutitas yesíferas hacia el centro de la cuenca.

Los caudales medios de explotación son de 2,7-5,3 L/s y los específicos de 0,15-0,33 L/s/m, siendo, generalmente, mayores los que se captan en sondeos de profundidad superior a 50 m. Los valores medios de transmisividad varían entre 10-41 m<sup>2</sup>/día, existiendo formaciones más transmisivas hacia el sur. Las facies hidroquímicas están influidas por la composición mineralógica de las formaciones acuíferas, en especial la presencia de yeso. Así, en el sector septentrional predomina la sulfatada cálcica, mientras que en el meridional destaca la bicarbonatada cálcica, generalmente, en proximidad a los relieves mesozoicos. Las aguas asociadas a barras detríticas predominan aguas de menor

mineralización, bicarbonatadas cálcicas. Las conductividades medias para las aguas bicarbonatadas cálcicas se encuentran comprendidas entre 425 y 704  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que para las sulfatadas cálcicas varían entre 958-2306  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 7.** Masas de Agua Subterránea de la Cuenca Hidrográfica del Júcar y ubicación del sondeo de Buenache de Alarcón dentro de la MAS 080.119 “Terciario de Alarcón”.

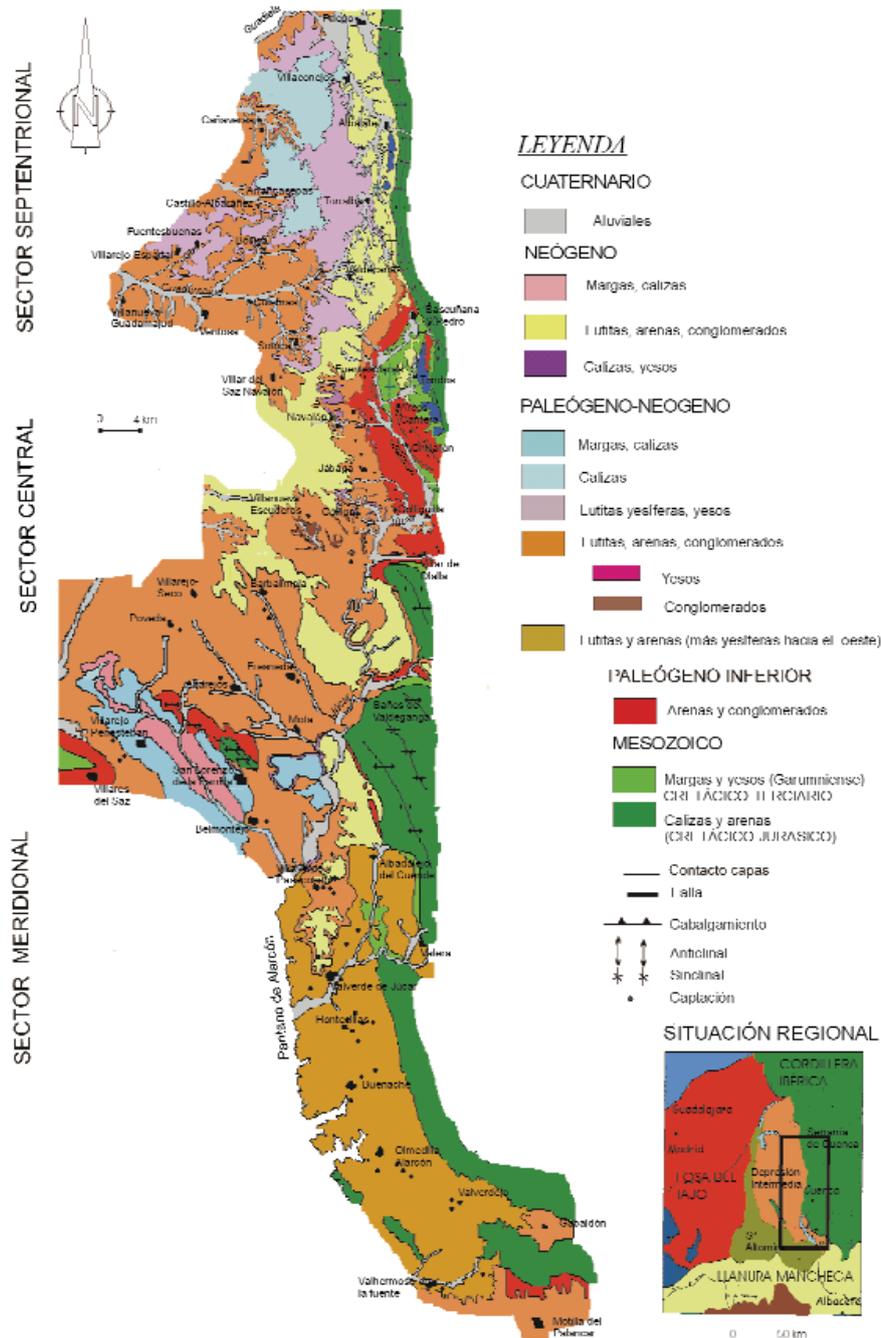


Figura 8. Mapa geológico del borde oriental de la Depresión Intermedia (M. Martínez, 2001)

### 2.3. Marco hidrogeológico local: formaciones acuíferas

Las principales formaciones acuíferas que encontramos en la zona son:

**Alternancia d arcillas, areniscas, arenas y conglomerados (Detrítico Terciario)**, con intercalaciones calizas, que a través de rápidos cambios laterales de facies dan lugar a pequeños acuíferos aislados. Los niveles piezométricos varían encontrándose entre 1 y 30 m de profundidad. En el caso del sondeo de Buenache se ubica a 21 m y se ha estimado un caudal de bombeo no superior a 4.5 l/s.

Hidroquímicamente, se trata de aguas de facies bicarbonatada cálcica con un contenido notable en nitratos (23-31 mg/l) que denota cierta influencia antrópica en la calidad del agua por aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Muestra	Fecha toma	Fecha análisis	DQO	Cl	SO4	HCO3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	pH	C.E.	NH4	SiO2
Sondeo Buenache	25/08/11	20/09/11	0,6	9	31	272	0	23	9	10	97	0	7,25	482	0	11,5
Pozo Buenache	25/08/11	2/09/11	0,7	13	50	326	0	31	12	11	123	2	7,33	602	0,15	13,8

**Tabla 2.** Características físico-químicas de los puntos de abastecimiento de Buenache de Alarcón.

#### **Calizas cretácicas**

Formado por materiales calcodolomíticos con permeabilidad elevada, debida a fracturación y karstificación. El nivel piezométrico se sitúa entre los 750 y 800 msnm.

### 3. PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

#### 3.1 Inventario focos potenciales de contaminación.

El día de la visita se inventariaron los siguientes puntos de contaminación en las inmediaciones de Buenache de Alarcón, los cuales podrían estar afectando negativamente a la calidad del agua del sondeo. Estos focos, situados en la Figura 10, quedan reflejados en la Tabla 3.

El entorno del sondeo de abastecimiento a Buenache de Alarcón es área dedicada al cereal de secano la huerta

y a la vid. Estos cultivos pueden suponer una contaminación agraria de tipo difuso por empleo de abonos orgánicos e inorgánicos, así como por aplicación de productos fitosanitarios de diversa índole (pesticidas, plaguicidas, etc.).

En la visita al lugar el día 25 de agosto de 2011 se inventariaron otros posibles puntos de afección puntual al acuífero, los cuales serán tenidos en cuenta en el estudio de vulnerabilidad y consiguiente propuesta de perímetro de protección. Estos puntos, su ubicación y sus características se recogen en la Tabla 3.

Punto	UTM_X	UTM_Y	Z	Distancia al sondeo pral	Tipo de contaminación
Sondeo	573275	4391886			
Pozo	572382	4390828	823		
Corral	573140	4391570	844		Nitratos, fosfatos y potasio
Depósito pral	572250	4391009	840		
ARU sin tratar	572209	4389762	813		Nitratos, fosfatos y potasio
Fábrica orujo y Biomasa	571471	4389710	837		Variado
Gasolinera	572119	4389973	816		Hidrocarburos
Cementerio	572080	4389830	817		Fosfatos

**Tabla 3.** Inventario de potenciales focos de contaminación puntuales.



**Figura 9.** Fotos del lugar del vertido de las aguas residuales y fábrica biomasa.



**Figura 10.** Mapa geológico con potenciales focos de contaminación de Buenache de Alarcón

### 3.2 Estimación de la vulnerabilidad

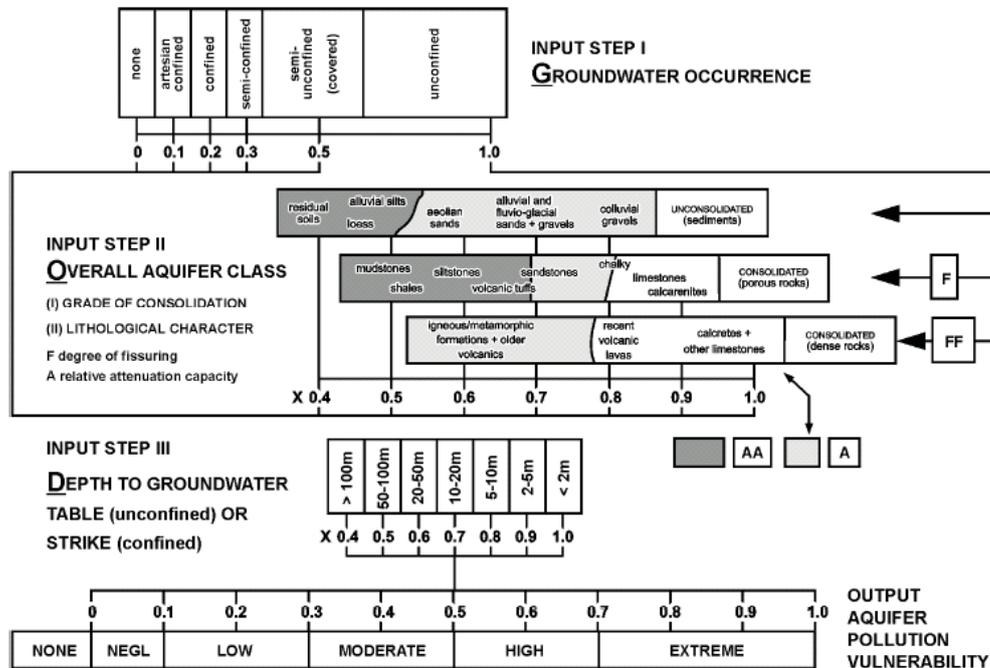
Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para su realización existen distintos métodos, como el método GOD utilizado en el presente estudio. Este método propuesto por Foster (1987) se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables (G, O, D) las cuales conforman el acrónimo:

G- tipo de acuífero.

O- litología de cobertura del acuífero

D- profundidad del agua o del acuífero.

En la Figura 11 (Foster e Hirata, 1991) se reproduce el diagrama para cualificar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación. Los tres índices que se multiplican entre sí, resultan en uno final que puede variar entre 1 (vulnerabilidad máxima) y 0 (mínima).



**GOD** empirical system for the rapid assessment of aquifer contamination vulnerability (from Foster, 1987).  
Editorial note: Corrections received from the author  
Step I: substitute "overflowing" for "artesian confined"; Step II: title should be "Overlying Lithology"; Output: omit "none".

**Figura 11.** Esquema de la valoración del índice GOD.

El área considerada se ha dividido en celdas de aproximadamente 450 m x 450 m, para cada una de las cuales se calcula el valor de los parámetros GOD.

No se dispone del perfil litológico del sondeo, por lo que los valores asignados son estimativos en función de lo previsto en el proyecto de "Construcción de un sondeo para abastecimiento en Buenache de Alarcón", realizado por La Diputación de Cuenca en el año 1989 (Figura 12).

El nivel piezométrico se ubica a 21 m de profundidad por lo que se deduce naturaleza confinada del acuífero debido a los horizontes de arcillas y se le asigna un valor de  $G = 0.2$ .

Las formaciones captadas por el sondeo de Buenache de Alarcón corresponderían a distintos horizontes de

materiales detríticos, fundamentalmente de areniscas y gravas con intercalaciones arcillosas pertenecientes al Paleógeno-Neógeno, los cuales cuentan en el sondeo con una potencia total de 110 m. Se asigna un valor medio de  $O = 0,7$ .

Se desconoce la profundidad a la que se encuentran las primeras capas productivas, estimándose podrían estar alrededor de los 50 m, por lo que se va asignar valor de  $D = 0,6$ .

La dirección general de flujo es hacia el sur, hacia el pantano de Alarcón, antiguo cauce del río Júcar. Asimismo se supone una conexión lateral del agua proveniente del macizo calcáreo cretácico. Y aunque el acuífero terciario estaría ausente en estas celdas, se ha de considerar que una contaminación del acuífero cretácico repercutiría en la calidad del detrítico al suponer conexión lateral entre ambos (ITGE, 1992).

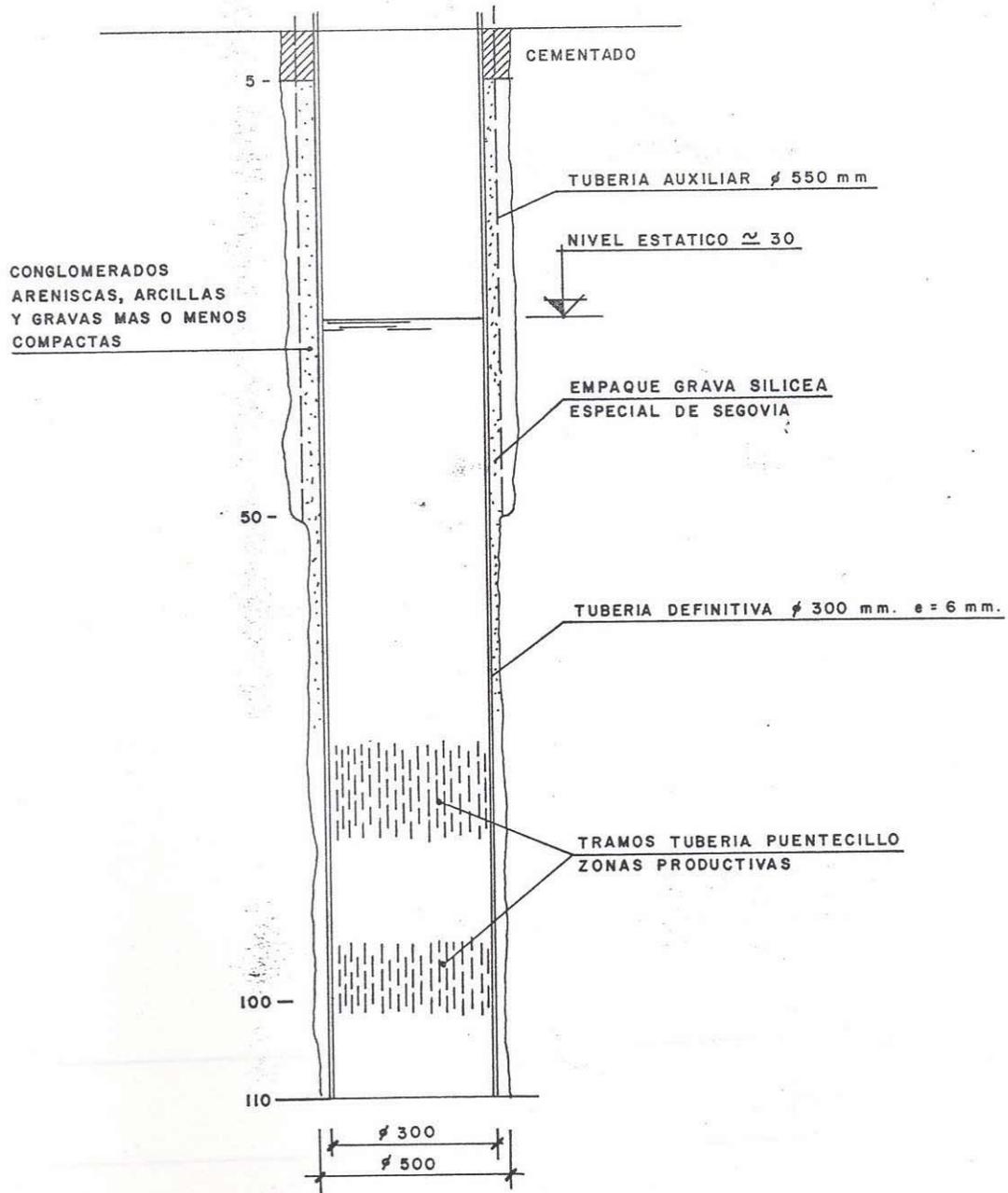


Figura 12. Esquema constructivo preliminar del sondeo de Buenache de Alarcón.

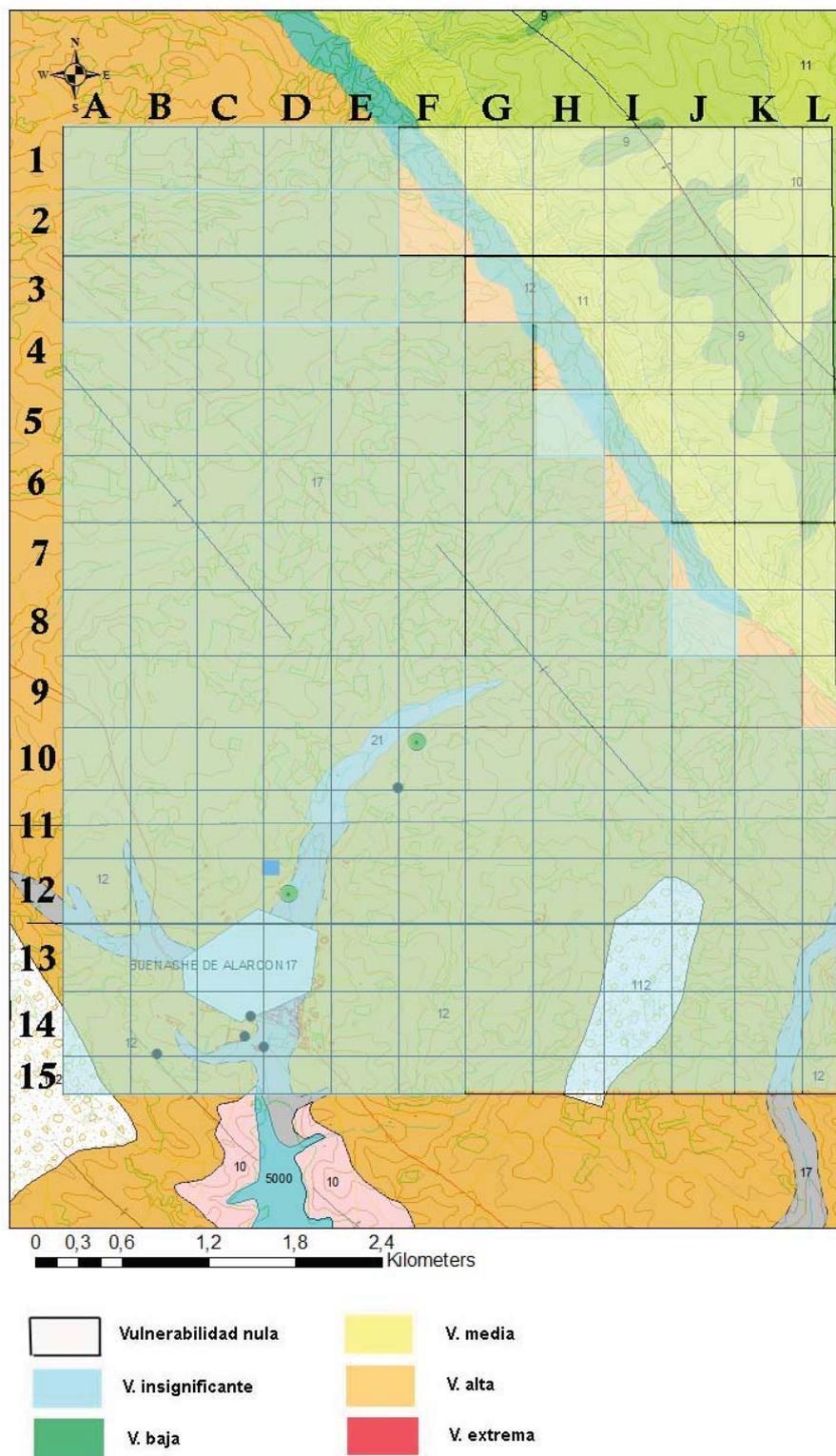


Figura 13. Cartografía de vulnerabilidad empleando el método GOD

La cartografía de vulnerabilidad obtenida muestra dos zonas claramente diferenciadas en función de los materiales aflorantes. La zona con **vulnerabilidad insignificante** se corresponde con las celdas donde aflora el terciario detrítico. La naturaleza confinada del mismo así como la abundancia de arcillas en los materiales que recubren el acuífero juegan a favor de esa protección natural del acuífero. Las celdas donde aflora el Cretácico se ha obtenido **vulnerabilidad nula** ya que se han aplicado los valores referentes al acuífero terciario, ausente en dichas celdas. No obstante, considerando una recarga lateral del acuífero terciario proveniente del Cretácico, habría que considerar la vulnerabilidad intrínseca de un material calizo y karstificado y vigilar los posibles focos de contaminación que en esa zona se dieran.

### 3.3. Perímetro de protección de las captaciones

La delimitación de zonas de protección de las captaciones para abastecimiento urbano se viene revelando como práctica fundamental para asegurar tanto la calidad del agua suministrada a la población como la gestión sostenible del recurso agua.

En el presente documento se proponen los perímetros de protección en torno a la captación utilizada para el abastecimiento de Buenache de Alarcón, para proteger tanto la **calidad** como la **cantidad** de agua necesaria para satisfacer la demanda. En el primer caso, la protección tiene en cuenta la contaminación puntual o difusa que pudiera poner en peligro la calidad del agua del abastecimiento, y en el segundo caso, la protección considera la afección provocada por otros pozos o por bombeos intensos no compatibles con el sostenimiento de los acuíferos.

Para lograr ambos objetivos se suele recomendar el diseño de un perímetro dividido en tres zonas de protección en función de distintos criterios, los cuales habrá que establecer para cada caso.

Habitualmente es recomendable para el diseño de un perímetro de protección de captaciones para abastecimiento urbano la definición de tres zonas de protección:

- Zona inmediata o de restricciones absolutas: tiempo de tránsito 1 día o área fija de 100-400 m<sup>2</sup>. Suele estar vallada.
- Zona próxima o de restricciones máximas: tiempo de tránsito 50 días. Protege de la contaminación microbiológica con criterios hidrogeológicos. En algunos estudios se ha usado el descenso del nivel

piezométrico o el poder autodepurador.

- Zona alejada o de restricciones moderadas: se usa el tiempo de tránsito de varios años en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos o ambos.

El hecho de ser un acuífero confinado con nivel piezométrico a 21 m y techo de la formación acuífera a unos 50 m implica que la protección del acuífero estará favorecida por la ZNS y el suelo.

**3.3.1 Zona inmediata o de restricciones absolutas**: Este sondeo ya cuenta con un perímetro vallado de dimensiones aproximadas 10m x 10 m, suficiente para proteger la captación (ver foto de Figura 14).



**Figura 14.** Captación de Buenache de Alarcón con vallado de restricciones absolutas.

Para determinar la zona de protección próxima o de restricciones máximas y moderadas se ha de considerar que el acuífero es confinado y que tiene sobre el techo del acuífero una capa confinante de arcillas con algunos horizontes de calizas, margas, arenas y conglomerados de un espesor total de 50 m, el cual actúa como protección natural del acuífero.

El método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales (Martínez y García, 2003) contempla que el poder depurador viene dado por:

$$M_x = M_{zns} + M_zs$$

Donde  $M_x$  es el poder depurador sobre la totalidad del transporte,  $M_{zns}$  es el poder depurador en el trayecto vertical (zona no saturada) y  $M_zs$  es el poder depurador en el trayecto horizontal (zona saturada).

$M_{zns}$  = Suma de los diferentes espesores de materiales en la ZNS multiplicado por el Índice de depuración de cada uno de estos materiales según Rehse.

$M_zs$  = Suma de los diferentes espesores de materiales en la ZS multiplicado por el Índice de depuración de cada uno de estos materiales según Rehse.

Si  $M_x$  es mayor o igual a 1 la depuración en la ZNS es completa y según Rehse **no es necesario determinar ningún perímetro de protección de la calidad** ya que se considera que los materiales de la ZNS suponen una barrera depuradora natural que garantiza la protección del acuífero.

La depuración será completa cuando  $M_x$  sea mayor o igual a 1.

Para el caso del sondeo de Buenache de Alarcón, la poca información de la que se dispone habla de una serie detrítica formada por areniscas, conglomerados y arcillas que se hace más arcillosa conforme se aleja de los afloramientos mesozoicos y se acerca al sondeo de Buenache. El espesor total de la serie en el sondeo es de 110 m y se desconoce la profundidad del techo del primer horizonte productivo, que se estima en unos 50.

Tomado un tercio de ese espesor (17 m) y multiplicándolo por el índice de depuración de Rehse para las arcillas ( $I = 0,5$ ) se obtendría un valor del poder depurador de la zona no saturada mayor de 1 (del orden de 8.5), por lo que según Rehse no sería necesario determinar ningún perímetro de protección de la calidad. La presencia de nitratos en las aguas analizadas (23-31 mg/l) aunque no supera los límites establecidos por la legislación de 50 mg/l indica que las actividades agrícolas están teniendo influencia negativa en la calidad del agua por lo que se propone que en las inmediaciones del sondeo se controle la aplicación del tipo y cantidad de fertilizantes así como la prohibición de aplicar purines sobre los campos.

Se propone aplicar dichas restricciones en el mismo área que abarca el perímetro de restricciones de caudal (Figura 16).

**Poder depurador del suelo en el recubrimiento (Suelo y zona no saturada):**

M	Descripción del material	H (m)	$I_R = 1/H$
1	Humus, 5-10 % humus, 5-10% arcilla	1,2	0,8
2	Arcilla sin grietas de desecación, limo-arcilloso. Arena muy arcillosa	2	0,5
3	Limo arcilloso a limo	2,5	0,4
4	Limo, arena poco limosa, arena limosa	3-4,5	0,33-0,22
5	Arena fina a media	6	0,17
6	Arena media a gruesa	10	0,1
7	Arena gruesa	15	0,07
8	Grava con abundante matriz arenosa y limo arcillosa	8	0,13
9	Grava con abundante matriz arenosa y escasamente limosa	12	0,08
10	Grava fina a media, rica en arena	25	0,04
11	Grava media a gruesa con poca arena	35	0,03
12	Gravas, guijarros	50	0,02

M = Número de clasificación granulométrica  
 H = Espesor de la capa necesario para la depuración  
 $I_R$  = Índice de depuración en la zona no saturada  
 Arena: Diámetro de grano 2 – 0,063 mm

Limo: Diámetro de grano 0,063 – 0,005 mm  
 Arcilla: Diámetro de grano < 0,005 mm

Modificado de Rehse, 1977.

**Poder depurador del suelo en la zona saturada:**

M	Descripción del material	L (m)	$I_A = 1/L$
9	Grava con abundante matriz arenosa y escasamente limosa	a) 100	0,01
		b) 150	0,007
		c) 170	0,006
		d) 200	0,005
10	Grava fina a media, rica en arena	a) 150	0,007
		b) 200	0,005
		c) 220	0,0045
		d) 250	0,004
11	Grava media a gruesa con poca arena	a) 200	0,005
		b) 250	0,004
		c) 270	0,0037
		d) 300	0,0033
12	Gravas, guijarros	a) 300	0,0033
		b) 340	0,0029
		c) 360	0,0027
		d) 400	0,0025

L = Distancia horizontal necesaria para la depuración (m)  
 a) Velocidad eficaz < 3 m/día  
 b) Velocidad eficaz comprendida entre 3 y 20 m/día  
 c) Velocidad eficaz comprendida entre 20 y 50 m/día

d) Velocidad eficaz > 50 m/día  
 $I_A$  = Índice de depuración en el acuífero

Modificado de Rehse, 1977.

**Figura 15.** Parámetros utilizados en el método Rehse para el cálculo del poder autodepurador del suelo.

### 3.3.2 Perímetro de protección de la cantidad

Se delimita un sólo perímetro de protección de la cantidad, con el apoyo de criterios hidrogeológicos, en función del grado de afección que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores.

Para la protección del sondeo de abastecimiento a Buenache de Alarcón se calcula el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos de semejantes características a las del sondeo a proteger, situados a determinadas distancias.

Para los cálculos de descensos se utiliza la fórmula de Jacob:

$$D = \frac{0.183}{T} Q \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

Donde:

D = Descenso del nivel piezométrico

T = Transmisividad = 50 m<sup>2</sup>/día (valor de origen bibliográfico)

Q = Caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = no se conoce. En verano, apenas alcanza a satisfacer la demanda por lo que considerando una población estival de 2000 habitantes, el caudal estimado es de 4.5 l/s.

t = Tiempo de bombeo (generalmente 120 días)

r = Distancia al sondeo de captación (1000 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0.0004

Con los datos indicados se obtiene el descenso provocado por un sondeo, que explote 5 l/s durante 120 días continuados, y situado a unos 1000 m de distancia. El descenso obtenido de 2.23 m se considera asumible.

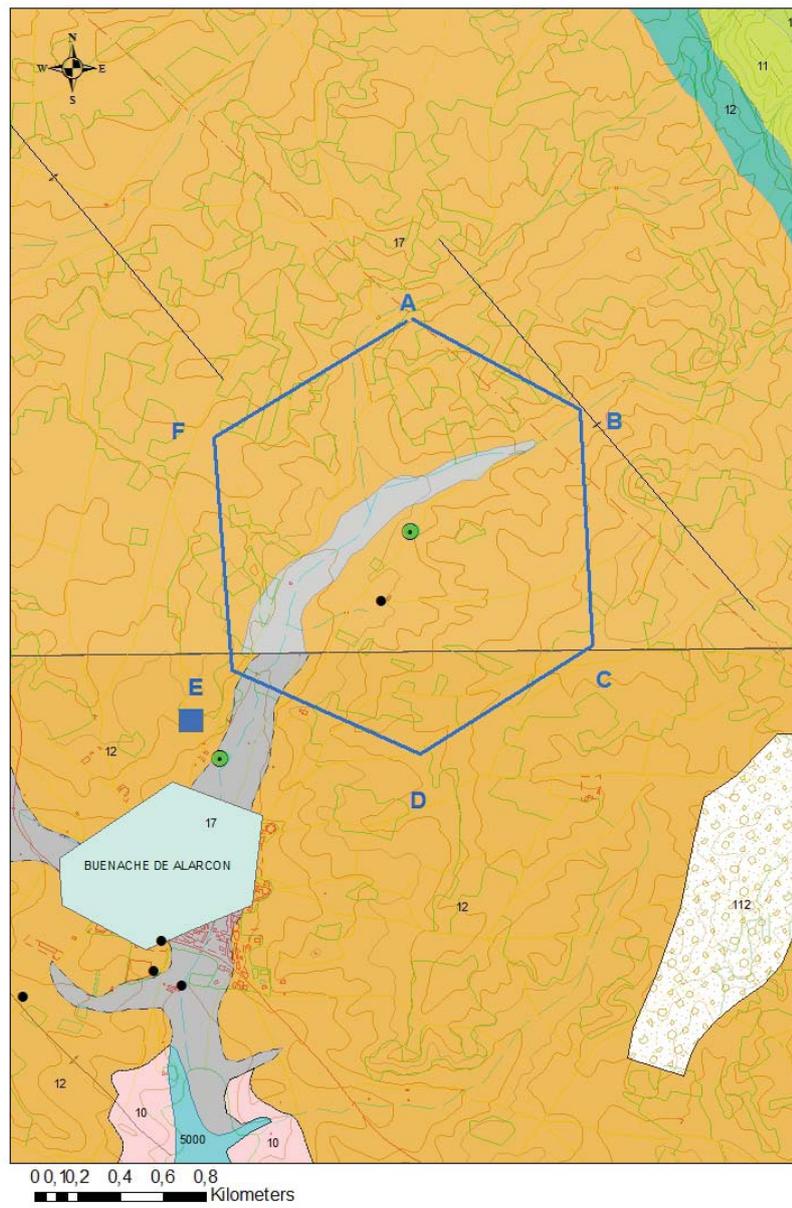


Figura 16. Perímetro de protección del caudal para la captación de Buenache de Alarcón.

		Nº PUNTO	UTM_X	UTM_Y	Z
<b>ZONA DE RESTRICCIONES de CAUDAL</b>	<b>S-Buenache</b>	A	573273	4392885	870
		B	574083	4392442	835
		C	574130	4391330	830
		D	573310	4390841	845
		E	572463	4391265	840
		F	572359	4392348	880

**Tabla 5.** Coordenadas UTM propuestas para el perímetro de restricciones absolutas del sondeo de abastecimiento a Buenache de Alarcón.

Recomendaciones:

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 6. Para el caso de la captación de Buenache de Alarcón solo serán aplicables las restricciones en el perímetro de restricciones absolutas y en el de caudal.

En el caso de la perforación de nuevos sondeos, éstos deberán estar supeditados a la presentación de un estudio hidrogeológico en el que se contemple la inexistencia de afección del sondeo a la captación municipal. Este control debe repetirse en el caso del perímetro de protección de la cantidad, dentro del cual, todos los sondeos precisarán de dicho estudio hidrogeológico y, si se autoriza, de un adecuado informe final de obras con ensayo de bombeo y adecuación de los sondeos para su medida periódica de niveles piezométricos. Asimismo estarán equipados de contadores para determinar que caudal se extrae.

Desde el Ayuntamiento se reporta dificultad para satisfacer la demanda en los meses estivales, por lo que se recomienda estudio hidrogeológico que explore alternativas al actual abastecimiento. El acuífero cretácico profundo ofrecería estos recursos alternativos al pueblo, por lo que un manejo adecuado de las actividades que se realizan en la zona al NE del pueblo donde afloran las calizas se hará imprescindible, en particular aquellas actividades agrícolas relacionadas con la aplicación de fertilizantes y fitosanitarios.

Madrid, septiembre de 2011

Los autores del informe

Fdo. Esther Alonso Marín

José Ángel Díaz Muñoz

	DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS		
		Prohibido	Prohib.	Cond.*	Permit.	Prohib.	Cond.*	Permit.
ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	Uso de fertilizantes	•	•				•	
	Uso de herbicidas	•	•				•	
	Uso de pesticidas	•	•				•	
	Almacenamiento de estiércol	•	•				•	
	Vertido de restos de animales	•	•				•	
	Ganadería intensiva	•	•				•	
	Ganadería extensiva	•	•					•
	Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	•	•				•	
	Abrevaderos y refugios de ganado	•	•				•	
ACTIVIDADES URBANAS	Silos	•	•				•	
	Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno	•	•				•	
	Vertidos de aguas residuales urbanas en fosas sépticas, pozos negros o balsas	•	•			•		
	Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	•	•			•		
	Vertido de residuos sólidos urbanos	•	•			•		
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Cementerios	•	•				•	
	Asentamientos industriales	•	•				•	
	Vertido de residuos líquidos industriales	•	•			•		
	Vertido de residuos sólidos industriales	•	•			•		
	Almacenamiento de hidrocarburos	•	•				•	
	Depósito de productos radiactivos	•	•			•		
	Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	•	•			•		
	Conducciones de líquido industrial	•	•			•		
	Conducciones de hidrocarburos	•	•			•		
	Apertura y explotación de canteras	•	•				•	
OTRAS	Relleno de canteras o excavaciones	•	•				•	
	Campings	•	•				•	
	Acceso peatonal	•			•			•
	Transporte redes de comunicación	•		•			•	

\* El proyecto de actividades deberá incluir informe técnico sobre las condiciones que debe cumplir para no alterar la calidad existente del agua subterránea.

**Tabla 5.** Definición de las actividades restringidas o prohibidas dentro del perímetro de protección.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

**IGME (1991):** Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

**IGME (1984):** Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Iglesias, A; Villanueva, M.

**IGME (1998).** Mapa geológico nº691 "Motilla de Palancar" y nº663 "Valera de Abajo". E 1/50.000 Segunda serie-Primera Edición. Madrid.

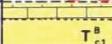
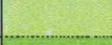
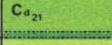
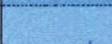
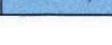
**IGME (1984).** Trabajos Geoeléctricos de Apoyo a Investigaciones Hidrogeológicas. Zona "Manchuela" (Cuenca y Albacete).

**ITGE-CHJ (1992):** Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el Sistema Hídrico de Alarcón-Contreras. 1991-1992. Documento interno.

**Martínez, M. (2001):** Caracterización preliminar de los acuíferos detríticos terciarios orientales de la Depresión Intermedia (Cuenca). IGME VII Simposio de Hidrogeología de la AIH. 291-307.

## ANEXO

### LEYENDA HOJA 691

CUATERNARIO			QAI	QC <sub>d</sub>	
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO			QC <sub>d</sub> Grava y materiales heterométricos sin cementar
		MIOCENO			QAI Gravas, arenas y arcillas
	PAL.	OLIGOCENO			T <sup>B</sup> <sub>c2</sub> Gravas y arenas de elementos cuarcíticos
CRETACICO	SUPERIOR	CAMPAÑIENSE			T <sup>B</sup> <sub>c2</sub> G Conglomerados polimicticos formando un glacis
		SANTONIENSE			T <sup>B</sup> <sub>c1</sub> Calizas rojizas muy arenosas
		CONIACIENSE			T <sup>B</sup> <sub>c1</sub> Arcillas y areniscas
		TURONIENSE			T <sup>A</sup> <sub>c3</sub> Areniscas, conglomerados y arcillas
		CENOMANIENSE			T <sup>A</sup> <sub>c3</sub> Brechas rojas de cementos calizos
	INFER.	ALBIENSE			T <sup>A</sup> <sub>c3</sub> Arcillas rojas
					C <sub>23-25</sub> Calizas y calizas brechoid
					m Margas calcáreas
JURAS.	MALM				C <sub>22-23</sub> Dolomías masivas y calizas
	DOGGER				C <sub>21</sub> Alternancia de dolomía y margas dolomíticas
					C <sup>s</sup> <sub>21</sub> Arcillas

- QC<sub>d</sub> Grava y materiales heterométricos sin cementar
- QAI Gravas, arenas y arcillas
- T<sup>B</sup><sub>c2</sub> Gravas y arenas de elementos cuarcíticos
- T<sup>B</sup><sub>c2</sub>G Conglomerados polimicticos formando un glacis
- T<sup>B</sup><sub>c1</sub> Calizas rojizas muy arenosas
- T<sup>B</sup><sub>c1</sub> Arcillas y areniscas
- T<sup>A</sup><sub>c3</sub> Areniscas, conglomerados y arcillas
- T<sup>A</sup><sub>c3</sub> Brechas rojas de cementos calizos
- T<sup>A</sup><sub>c3</sub> Arcillas rojas
- C<sub>23-25</sub> Calizas y calizas brechoid
- m Margas calcáreas
- C<sub>22-23</sub> Dolomías masivas y calizas
- C<sub>21</sub> Alternancia de dolomía y margas dolomíticas
- C<sup>s</sup><sub>21</sub> Arcillas
- C<sup>d</sup><sub>21</sub> Dolomías
- C<sup>0-1</sup><sub>16-21</sub> Arenas cuarcíticas
- J<sub>3</sub> Caliza oolítica
- J<sub>2</sub> Dolomías

## LEYENDA Hoja 663

TERCIARIO		CUATER.		HOLOCENO		Q <sub>2</sub> Al	Q <sub>2</sub> Cu	Q <sub>2</sub> C	Q <sub>2</sub> Al	Aluviales	
		PALEOGENO		PLEISTOCENO		Q		Q	Q	Indiferenciado	
CRETACICO	PALEOGENO	OLIGOCENO		T <sub>C3</sub> <sup>A</sup>		T <sub>C3</sub> <sup>A</sup>		T <sub>C3</sub> <sup>A</sup>	T <sub>C3</sub> <sup>A</sup>	Conglomerados, arcillas y areniscas	
		EOCENO		T <sub>C2</sub> <sup>A</sup>		T <sub>C2</sub> <sup>A</sup>		T <sub>C2</sub> <sup>A</sup>	T <sub>C2</sub> <sup>A</sup>	Arcillas y areniscas	
	SUPERIOR	MAESTRICHTIENSE		C <sub>G26</sub>		C <sub>G26</sub>		C <sub>G26</sub>	C <sub>G26</sub>	Arcillas versicolores. Localmente yesos, conglomerados, dolomías	
		CAMPANIENSE		C <sub>25</sub>		C <sub>25</sub>		C <sub>25</sub>	C <sub>25</sub>	Margas amarillentas con intercalaciones de brechas calco-dolomíticas	
		SANTONIENSE		C <sub>24</sub>		C <sub>24</sub>		C <sub>24</sub>	C <sub>24</sub>	Brechas y dolomías brechoideas. Localmente estructura carniólica	
		CONIACIENSE		C <sub>22-23</sub>		C <sub>22-23</sub>		C <sub>22-23</sub>	C <sub>22-23</sub>	Dolomías, margas amarillentas al techo	
		CENOMANIENSE	SUPERIOR		C <sub>21-21</sub> <sup>2-3</sup>		C <sub>21-21</sub> <sup>2-3</sup>		C <sub>21-21</sub> <sup>2-3</sup>	C <sub>21-21</sub> <sup>2-3</sup>	Dolomías tableadas con intercalaciones margosas. Arcillas verdes en la base
			MEDIO		C <sub>16-21</sub> <sup>0-1</sup>		C <sub>16-21</sub> <sup>0-1</sup>		C <sub>16-21</sub> <sup>0-1</sup>	C <sub>16-21</sub> <sup>0-1</sup>	Arenas blancas y amarillentas. Localmente arcillas. Calcarenitas hacia el techo
			INFERIOR		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>	C <sub>14-15</sub>	Arcillas, areniscas y calizas. Ostreidos, orbitolinas
		INFERIOR	ALBIENSE		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>	C <sub>14-15</sub>	Arcillas, areniscas y calizas. Ostreidos, orbitolinas
			APTIENSE		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>	C <sub>14-15</sub>	Arcillas, areniscas y calizas. Ostreidos, orbitolinas
		BARREMIENSE		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>		C <sub>14-15</sub>	C <sub>14-15</sub>	Arcillas, areniscas y calizas. Ostreidos, orbitolinas	
	JURASICO	MALM	OXFORDIENSE		J <sub>31</sub>		J <sub>31</sub>		J <sub>31</sub>	J <sub>31</sub>	Calizas tableadas. Ammonites, terebrátulas, esponjas
			DOGGER		J <sub>2</sub> <sup>d</sup>		J <sub>2</sub> <sup>d</sup>		J <sub>2</sub> <sup>d</sup>	J <sub>2</sub> <sup>d</sup>	Dolomías rojizas
		LIAS	TOARCIENSE		J <sub>2</sub>		J <sub>2</sub>		J <sub>2</sub>	J <sub>2</sub>	Calizas oolíticas tableadas. Localmente dolomías
PLIENSBACHIENSE			J <sub>14</sub>		J <sub>14</sub>		J <sub>14</sub>	J <sub>14</sub>	Margas y calizas arcillosas. Braquiópodos		
SINEMURIENSE			J <sub>11-13</sub>		J <sub>11-13</sub>		J <sub>11-13</sub>	J <sub>11-13</sub>	Dolomías y calizas microcristalinas. Carniolas		
HETTANGIENSE			J <sub>11-13</sub>		J <sub>11-13</sub>		J <sub>11-13</sub>	J <sub>11-13</sub>	Dolomías y calizas microcristalinas. Carniolas		
TRIAS.	KEUPER		T <sub>G3</sub>		T <sub>G3</sub>		T <sub>G3</sub>	T <sub>G3</sub>	Arcillas abigarradas y yesos		