

**INFORME FINAL DE LOS SONDEOS DE  
INVESTIGACION PARA EL ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE  
CHUMILLAS (CUENCA) Y PROPUESTA DE  
PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

**Octubre 2006**



**Sondeo:** Chumillas-1

**Término municipal:** Chumillas **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 663 Valera de Abajo

**Número Hoja/octante:** 2426/2

**Coordenadas U.T.M.: X:** 582800 **Y:** 4403014

**Cota aproximada:** 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 120 m.

**Referencias topográficas:** En las proximidades de la Fuente-pozo, a 70 m al oeste de la localidad, junto a un arroyo.

**Sondeo:** Chumillas-2

**Término municipal:** Chumillas **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 663 Valera de Abajo

**Número Hoja/octante:**2426/2

**Coordenadas U.T.M.: X:** 583133 **Y:** 4403258

**Cota aproximada:** 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 64 m.

**Referencias topográficas:** A 240 m al norte de la población, en el paraje conocido como La Virgen, en la orilla derecha del arroyo, próximo a la carretera.

**Sondeo:** Chumillas-3

**Término municipal:** Chumillas **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 663 Valera de Abajo

**Número Hoja/octante:** 2426/2

**Coordenadas U.T.M.:** X: 583138 Y: 4403258

**Cota aproximada:** 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 42 m

**Referencias topográficas:** A pocos metros de Chumillas -2.

**Sondeo:** Chumillas-4

**Término municipal:** Chumillas **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 663 Valera de Abajo

**Número Hoja/octante:** 2426/2

**Coordenadas U.T.M.:** X: 583148 Y: 4403258

**Cota aproximada:** 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 64 m.

**Referencias topográficas:** A unos 10 m de Chumillas 3.

**Sondeo:** Chumillas-5

**Término municipal:** Chumillas **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 663 Valera de Abajo

**Número Hoja/octante:** 2426/2

**Coordenadas U.T.M.: X:** 583150 **Y:** 4403258

**Cota aproximada:** 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 14 m.

**Referencias topográficas:** A unos 15 m de Chumillas 3.





## ÍNDICE

### **1.INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Objetivo**

### **2. EJECUCIÓN DE LOS SONDEOS**

#### **2.1. Situación**

#### **2.2. Características específicas de las obras**

*2.2.1. Consideraciones constructivas*

*2.2.2. Perfiles litológicos*

*2.2.3. Acondicionamiento de las obras*

*2.2.4. Hidroquímica*

*2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas*

*2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo*

#### **2.3. Resultados obtenidos**

### **3.PROPOSTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

#### **3.1. Marco hidrogeológico regional**

#### **3.2. Marco hidrogeológico local**

#### **3.3. Vulnerabilidad del acuífero**

*3.3.1. Inventario de focos de contaminación*

*3.3.2. Estimación de la vulnerabilidad*

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

### **4. BIBLIOGRAFÍA**

## ANEXOS

**MAPA DE SITUACIÓN**

**ESQUEMA DE LOS SONDEOS**



## **1. INTRODUCCIÓN**

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excma. Diputación Provincial de Cuenca, en junio de 2006 se redactó el “*Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable del municipio de Chumillas (Cuenca)*”, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo de investigación.

### **1.1. Objetivo**

El objetivo era obtener agua de buena calidad y con un caudal suficiente para atender o complementar la demanda máxima de agua, tanto actual como futura, cifrada en 0.92 L/s. Para ello se recomendó la perforación de un sondeo próximo a las instalaciones actuales o en otras zonas próximas a la población.

## **2. EJECUCIÓN DE LOS SONDEOS**

### **2.1. Situación**

El sondeo CHUMILLAS-1 se ubicó en las proximidades de la Fuente-pozo, a 70 m al oeste de la localidad, junto a un arroyo.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 663 de coordenadas U.T.M. **X:** 582800 **Y:** 4403014 y una cota aproximada de 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

El sondeo CHUMILLAS 2 se ubicó a 240 m al norte de la población, en el paraje conocido como La Virgen, en la orilla derecha del arroyo, próximo a la carretera.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 663 de coordenadas U.T.M. **X:** 583133 **Y:** 4403258 y una cota aproximada de 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

El sondeo CHUMILLAS 3 se ubicó a pocos metros del anterior.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 663 de coordenadas U.T.M. **X:** 583138 **Y:** 4403258 y una cota aproximada de 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

El sondeo CHUMILLAS 4 se ubicó a 10 metros del anterior.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 663 de coordenadas U.T.M. **X:** 583148 **Y:** 4403258 y una cota aproximada de 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

El sondeo CHUMILLAS 5 se ubicó a pocos metros del anterior.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 663 de coordenadas U.T.M. **X:** 583150 **Y:** 4403258 y una cota aproximada de 1040 (+/-) 10 m s.n.m.

## **2.2. Características específicas de las obras**

### *2.2.1. Consideraciones constructivas*

La ejecución de todos los sondeos fueron realizados por Sondeos Carretero durante el mes de octubre de 2006, mediante rotoperCUSión con martillo en fondo, por parte de Sondeos CARRETERO.

La ejecución del sondeo CHUMILLAS-1 se perforó con un diámetro de 320 mm de 0-6 m y de 250 mm hasta 120 m.

La ejecución del sondeo CHUMILLAS-2 se perforó con un diámetro de 320 mm de 0-12 m y con 255 mm de 0-64 m.

El sondeo CHUMILLAS-3 se perforó con un diámetro de 380 mm de 0-12 m y de 270 mm de 0-42 m

El sondeo CHUMILLAS-4 se perforó con un diámetro de 380 mm de 0-7 m. 320 mm de 7-27 m y de 255 mm de 7-64 m

El sondeo CHUMILLAS-5 se perforó con un diámetro de 320 mm de 0-14 m.

### *2.2.2. Perfiles litológicos*

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo CHUMILLAS-1 corresponden principalmente a materiales de edad cretácica y terciaria.

Se perforaron los siguientes materiales:

0- 4 m Arcilla negra.  
4- 6 m Arcilla y cantos.  
6- 10 m Arcilla marrón.  
10- 24 m Arcilla y yesos.  
24- 26 m Arcilla marrón.  
26- 34 m Arcilla y yesos.  
34- 38 m Caliza y yesos.  
38- 50 m Arcillas rojas.  
50- 60 m Yesos.  
60- 74 m Caliza rosada, margosa y yesos.  
74- 86 m Calizas estratificadas con yesos.  
86- 92 m Arcilla yesífera.  
92-106 m Calizas con yesos.  
106-120 m Arcillas yesíferas.

Se atravesaron formaciones acuíferas de 35-45 m a 0.5 L/s.

Las formaciones atravesadas corresponden a :

0- 60 m Terciario.  
60-120 m Cretácico Superior.

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo CHUMILLAS-2 corresponden principalmente a materiales de edad cretácica y terciaria (foto 1).

Se perforaron los siguientes materiales:

0- 6 m Arcilla negra y marrón.  
6- 10 m Conglomerado de cantos calizos.  
10- 12 m Arenisca marrón.  
12- 18 m Arcilla marrón.  
18- 24 m Arcilla yesífera roja.

- 24- 28 m Arcilla con cantos.
- 28- 34 m Arcilla roja.
- 34- 44 m Caliza gris y arcillas.
- 44- 52 m Caliza gris, caliza margosa y yeso a base.
- 52- 64 m Yesos.

Se atravesaron formaciones acuíferas de 4-8 m (1 L/s) y de 54-58 m (>25 L/s).

Para los sondeos CHUMILLAS 3, 4 y 5 la columna litológica es la descrita anteriormente, en sus correspondientes profundidades.



*Foto 1.- Perforación del sondeo Chumillas-2.*

### 2.2.3. Acondicionamiento de las obras

Los acondicionamientos se recogen en la tabla 1.

SONDEO	DIAMETRO ENTUBACIÓN (mm)	FILTROS Y RANURADOS (m)	ACONDICIONAMIENTOS
CHUMILLAS 1	260 mm (0-6 m).		
CHUMILLAS 2	260 mm (0-12 m)	R 54-60 m	Cementación de 0-30 m.
CHUMILLAS 3	380 mm (0-12 m) 250 mm (0-42 m)	R 4-22 m	Cementación interior de 20-42 m
CHUMILLAS 4	320 mm (0-7 m) 250 mm (0-27 m) 200 (0-64 m)	R 39-63 m	
CHUMILLAS 5	200 (0-64 m)	FP 4-10	0-2 m cementación

**Tabla 1.-** Entubaciones y acondicionamientos de los sondeos de Chumillas (R-ranura, FP-filtro puentecillo).

### 2.2.4. Hidroquímica

Las aguas analizadas muestran, para las captaciones asociadas a las formaciones yesíferas, elevadas mineralizaciones, con conductividades entre 1544-3463  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y contenidos en sulfatos de 950-1500 mg/L, correspondiendo a aguas sulfatadas cálcicas (fig. 1). Los sondeos CHUMILLAS-2 y 3, por problemas constructivos, presentan elevado contenido en turbidez (tabla 2).

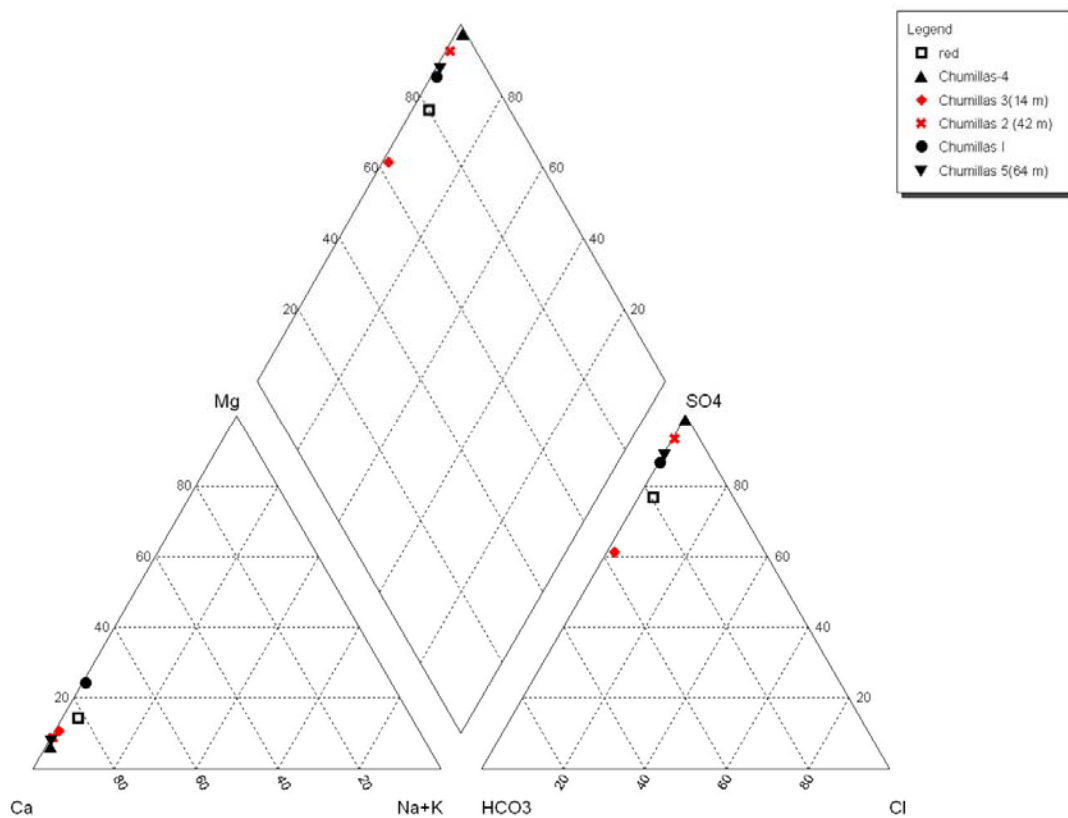
	Chumillas-1	Chumillas-2 (64 m)	Chumillas 3 (42 m)	Chumillas-4 (64 m)	Chumillas 5 (14 m)	Red actual Chumillas
Fecha	6/9/06	15/9/06	19/9/06	15/9/06	22/9/06	14/9/06
DQO	8.7	0.9	0.6	0.5	0.7	0.6
Cl	6	5	5	4	7	10
SO <sub>4</sub>	1500	950	1050	1300	296	264
HCO <sub>3</sub>	288	7	87	197	227	86
CO <sub>3</sub>	0	36	0	0	0	0
NO <sub>3</sub>	2	27	28	27	31	34
Na	6	4	3	3	3	6
Mg	110	16	26	32	14	14
Ca	565	400	452	590	196	132
pH	6.8	4	7.2	7.3	6.8	7.3
NO <sub>2</sub>	0	0.05	0.05	0	0.06	0
NH <sub>4</sub>	5.1	0	0	0	0	0
Conductividad	3463	1548	1544	1900	816	810
Turbidez		64.8	2.84	<1	<1	

**Tabla 2.-** Componentes químicos (en mg/L), conductividad (en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y turbidez (UNF) de los sondeos perforados y del agua de la red de distribución..



El sondeo CHUMILLAS-5 presenta un agua con menor contenido en sulfatos (296 mg/L) y conductividad (816  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), que mejora el agua de la red de distribución municipal.

El contenido de nitratos en las aguas de los sondeos perforados se encuentran entre 2-31 mg/L, siendo más alto en las aguas de formaciones más superficiales, sin embargo, mejora el contenido de la red de distribución, medido en 34 mg/L.



**Figura 1.-** Diagrama de Piper-Hill-Langelier donde se representan las aguas de los sondeos perforados y de la red de distribución.

### 2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico los sondeos afectan a los acuíferos cretácicos y

terciarios dentro de la U.H. 08.17 "Serranía de Cuenca", perteneciente a la cuenca del Júcar. La profundidad del nivel piezométrico es surgente para los que captan los yesos cretácicos (1060 m s.n.m.) y 2 m para los terciarios (1058 m s.n.m.).

#### *2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo*

Sondeos Carretero realizó los ensayos de bombeo de los sondeos perforados. En el sondeo CHUMILLAS-2, de 64 m, para un caudal de explotación de 2 L/s, y un descenso de 45 m se obtiene una transmisividad baja, de 4 m<sup>2</sup>/día, una S estimada en torno a 1\*10<sup>-3</sup> y para 30 días de bombeo continuado un caudal recomendado de 1 L/s. Para CHUMILLAS-3, de 42 m de profundidad, se realizó un ensayo con caudal inicial de 1.5 L/s que fue progresivamente disminuyendo hasta 0.3 L/s, saliendo el agua turbia. La transmisividad es baja, del orden de 1 m<sup>2</sup>/día y el caudal estimado de explotación es muy bajo, de 0.2 L/s.

En CHUMILLAS-4 se realizó un ensayo con 14.5 L/s, no estabilizándose el caudal y descendiendo 11.05 m. La recuperación tampoco es completa. La transmisividad deducida es del orden de 60 m<sup>2</sup>/día, por lo que el caudal recomendado, suponiendo un descenso de 10 m y un bombeo continuado de 90 días, es de unos 5 L/s.

Para CHUMILLAS-5 el ensayo de bombeo con un caudal de 2 L/s y un descenso de 1.8 m se obtuvo una transmisividad de 40 m<sup>2</sup>/día, un porosidad de 0.02 y un caudal de explotación estimado, para un descenso de 4 m y un bombeo continuado de 90 días, de 1.25 L/s.

### **2.3. Resultados obtenidos**

El sondeo CHUMILLAS-1 se abandonó por su escaso caudal (0.5 L/s) y agua con alta mineralización. CHUMILLAS-2 atravesó dos formaciones acuíferas, la terciaria y la asociada a los yesos cretácicos. La primera, de un caudal inferior a 2 L/s tenía mejor

calidad de agua, mientras que la inferior, muy mineralizada, tenía un caudal estimado superior a los 10 L/s. Por ello se decidió aprovechar el sondeo para explotar inicialmente el acuífero inferior y perforar uno nuevo, próximo al anterior, para captar el agua más superficial.

El sondeo CHUMILLAS-2 fue entubado y cementado de 0-30 m, sin embargo es posible que el cemento alcanzase las ranuras ya que el caudal aforado es de 1 L/s y el agua salía turbia. Por ello se decidió perforar un nuevo sondeo con las mismas características, CHUMILLAS-4, que si resultó positivo, con un caudal de explotación de 5 L/s.

Respecto a los sondeos superficiales, se perforó el sondeo CHUMILLAS-3 con 42 m, si bien se cementó el tramo de 20-42 m. Tras el aforo, el caudal obtenido fue inferior al esperado, sin aclarar el agua, por lo que se realizó un nuevo sondeo, CHUMILLAS-5, con una profundidad de 14 m y un caudal recomendado de 1.25 L/s.

Se desconoce la calidad química y bacteriológica del agua para el consumo humano, ya que aún no se ha realizado el correspondiente informe sanitario por parte de la Junta de Castilla-La Mancha. No obstante en los análisis químicos realizados por el IGME muestran un elevado contenido en sulfatos en CHUMILLAS-2, 3 y 4, aunque la calidad del agua obtenida en el sondeo CHUMILLAS-5 es aceptable, con una mineralización de 816  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que mejora la calidad del agua de la red de la localidad.

### **3.PROPUUESTA DE LOS PERÍMETROS DE PROTECCIÓN**

#### **3.1.Marco hidrogeológico regional**

Regionalmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la U.H. 08.17 “Serranía de Cuenca”. Según IGME-CHJ (1992) el área estudiada se encuentra dentro del Acuífero Cretácico de Cuenca, con una superficie aflorante de 2 500 km<sup>2</sup>. Este acuífero limita a oeste y sur con los materiales terciarios, por el este con los materiales jurásicos y al norte con materiales cretácicos.

El acuífero está constituido por rocas carbonatadas del Cretácico y Jurásico, con una potencia de hasta 350 m, siendo su permeabilidad en general alta. Los niveles piezométricos se encuentran entre 600-900 m s.n.m. El flujo principal es E-O y N-S con una entrada de agua de 210 Hm<sup>3</sup>/a, proveniente de la infiltración de la lluvia, y escasos bombeos.

También existen depresiones terciarias orientadas NO-SE rellenas de depósitos detríticos que constituyen acuíferos de interés local. En el área de estudio, forman el acuífero de Olmeda del Rey, con una dirección de flujo E-O, drenando hacia los cursos fluviales existentes.

Asimismo se deben considerar los depósitos calizo-yesíferos del Cretácico Superior, que, aunque las aguas son muy mineralizadas, constituyen un recurso, respecto a la cantidad, a considerar.

#### **3.2. Marco hidrogeológico local**

Como formaciones acuíferas en el área de estudio se diferencian:

- acuíferos locales terciarios.
- acuífero yesífero cretácico.

Nº INVENTARIO	NAT.	COTA (m s.n.m.)	PROF. (m)	Q (L/s)/ fecha	Prof. N.pz./Fecha
Fuente Dulce	F	1020			
Fuente Grande	F	1040		0.08 (11/95) 0.16(5/05)	
Fuente Hontanilla	F	1040		0.017(11/95) 0.75(5/05)	
Sondeo A	S	1080	25		5.15(11/95) 5.05(5/05)
Sondeo 1	S	1040	13	2 (11/97)	
Sondeo 2	S	1040	13		
Fuente-pozo	F-P	1040			
Chumillas 1	S	1040	120	0.5	
Chumillas 3	S	1040	42	0.3	2 (9/06)
Chumillas 5	S	1040	14	1.25	2 (9/06)

**Tabla 3.-** Inventario de puntos de agua en el acuífero detrítico terciario. NAT.-Naturaleza, PROF.-profundidad, Q-caudal, Prof N.pz-profundidad del nivel piezométrico. F-fuente, S-sondeo, F-P-fuente-pozo.

### **Acuíferos locales terciarios**

Constituyen los más utilizados en la zona por su facilidad de captación, debido a su proximidad a la superficie. También son los más vulnerables, ya que buena parte de su área de recarga está transformada en campos de cultivo.

Están constituidos por alternancias de areniscas, conglomerados y arcillas. Conforme nos alejamos hacia el N y O, se incrementa el contenido en yesos, así como en profundidad. Estos horizontes constituyen acuíferos multicapas con distintos niveles piezométricos. Por ello existen fuentes asociadas a cada uno de ellos con distintas surgencias como fuente Grande o Fuente Hontanillas. Los niveles piezométricos son muy someros, existiendo fuentes de escaso caudal (0.08-0,75 L/s)( tabla 3).

Las facies hidroquímicas son mixtas, con presencia de sulfatos notable (230 mg/L) aunque en las aguas de Fuente Grande es bicarbonatada cálcica. Los contenidos en nitratos son considerables, entre 32-42 mg/L (tabla 4).

Los sondeos 1 y 2, junto a CHUMILLAS 1 y 3, presentan un elevado contenido en sulfatos, en torno a 1500 mg/L y elevada conductividad (tabla 4).

Las aguas más superficiales muestran conductividades más bajas, entre 485-816  $\mu\text{S/cm}$ , aunque los contenidos en nitratos son considerables, entre 28-42 mg/L. Conforme se profundiza o se acerca a las facies más yesíferas la conductividad se incrementa a más de 3000 $\mu\text{S/cm}$ .

	Fecha	Na	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Cond.
Fuente Hontanillas	6/2006	2	126	9	230	12	91	32	723
Fuente-pozo	6/2006	3	126	9	230	14	90	32	726
Fuente grande	6/2006	0	105	6	41	12	220	42	485
Sondeo 1	6/1997	8	660	33	1470	18	130	44	3291
Chumillas 1	9/2006	6	565	110	1500	6	288	2	3463
Chumillas 3	9/2006	3	452	26	1050	5	87	28	1544
Chumillas 5	9/2006	3	196	14	296	7	227	31	816

**Tabla 4.-** Análisis químicos de las aguas de las formaciones detríticas terciarias (contenidos en mg/L, conductividad en  $\mu\text{S/cm}$ ).

### Acuífero yesífero cretácico

Las formaciones yesíferas del Cretácico Superior corresponden la formación garumniense, con un espesor reconocido de 115 m en Valeria. Las captaciones empleadas para el estudio se recogen en la tabla 5.

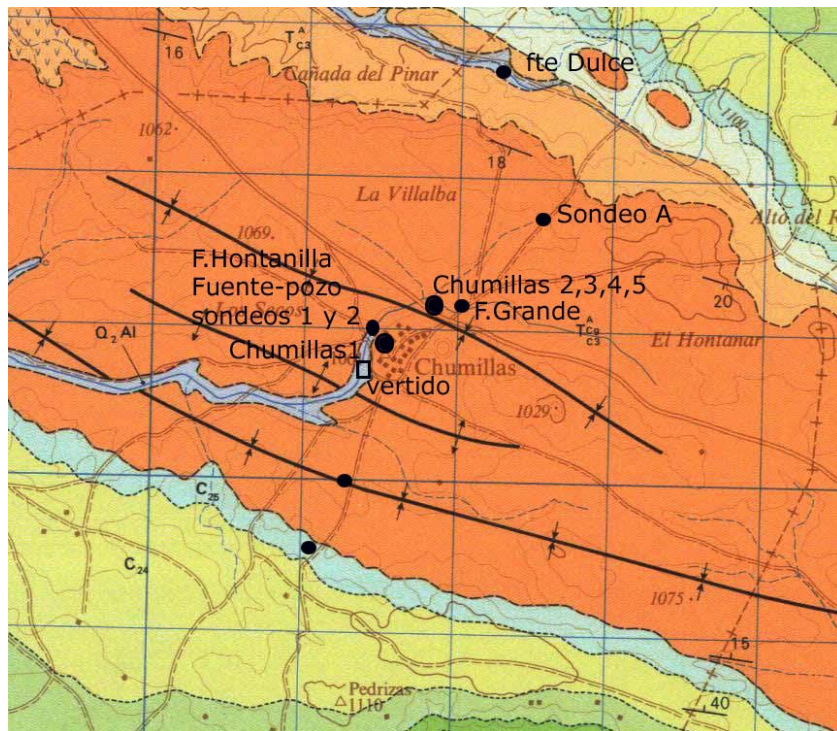
PUNTOS	NAT.	PROF.	COTA (msnm)	PNP (msnm)	CAUDAL (l/s)	USO
Chumillas-2	Sondeo	64	1060	surgente	2	AU
Chumillas-4	Sondeo	64	1060	surgente	5	AU

**Tabla 5-** Características de las captaciones que afectan al acuífero yesífero cretácico. **LEYENDA:** NAT.-naturaleza, PROF.-profundidad, PNP-profundidad del nivel piezométrico, AU-Abastecimiento urbano.

En los sondeos CHUMILLAS 1,2 y 4 se han reconocido estos materiales, constituida por alternancias decamétricas de calizas y yesos masivos. El caudal estimado durante la perforación puede alcanzar los 20 L/s. Las transmisividades deducidas son del orden de 60 m<sup>2</sup>/día. El acuífero explotado se considera de tipo confinado. A partir de la estructura geológica, es factible que la dirección del flujo sea hacia el O.

Hidroquímicamente (tabla 2) las aguas son sulfatadas cálcicas con elevadas

mineralizaciones, conductividades entre 1544-3463  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y contenidos en sulfatos de 950-1500 mg/L.



**Figura 2.-** Mapa geológico con los puntos de agua empleados para el estudio. Cada cuadrícula tiene 1 km de lado (en naranja los depósitos terciarios, y en verde los depósitos carbonatados y yesíferos cretácicos).

### 3.3. Vulnerabilidad del acuífero

#### 3.3.1 Inventario de focos de contaminación

El área corresponde a superficies de cultivo de secano. También se encuentra el vertido de aguas residuales brutas situado en las coordenadas aproximadas UTM X: 582725 Y:4402775, aguas abajo del casco urbano a 250 km al SE, vertiéndose sin tratamiento al arroyo de la Vega.

Asimismo la propia localidad constituye un foco potencial de contaminación, en el caso de fugas de la red de alcantarillado y existencia de pozos negros.

### 3.3.2. 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 ello se pueden usar distintos métodos, aunque uno de ellos es el índice DRASTIC. Este fue desarrollado para la Environmental Protection Agency (EPA), con el objeto de evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos. De uso muy difundido, tanto para la cualificación (evaluación cualitativa) como para la cartografía, se basa en la asignación de índices que van de 1 a 10, de acuerdo a las características y el comportamiento de las variables consideradas en el acrónimo DRASTIC: **D** (profundidad del agua), **R** (recarga neta), **A** (litología del acuífero), **S** (suelo) **T** (topografía) **I** (impacto en zona no saturada), **C** (conductividad hidráulica del acuífero).

Además de lo expresado, a cada variable se le asigna un peso o ponderación, de acuerdo a la influencia respecto a la vulnerabilidad. Para el peso ponderado se emplean índices entre 1 y 5, adoptando los autores el mayor (5) para la profundidad del agua (D) y la litología de la sección subsaturada (I) y el menor (1) para la topografía (T) (tabla 6).

La Ecuación utilizada para calcular el índice DRASTIC:

$$D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W$$

Donde **R** = VALOR, **W** = ÍNDICE DE PONDERACIÓN.

Ambos índices se multiplican y luego se suman los 7 resultados, para obtener un valor final o índice de vulnerabilidad, cuyos extremos son 23 (mínima) y 230 (máxima).

Esto se ha aplicado, en el informe, a celdas cuadradas de 500 x 500 m.

El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo mas frecuentes valores entre 50-200. Los intervalos de vulnerabilidad o riesgo se



definen en función de la aplicación. En el trabajo realizado se han establecido los siguientes grados:

<100 Vulnerabilidad insignificante

101-119 Vulnerabilidad muy baja

120-139 Vulnerabilidad baja

140-159 Vulnerabilidad moderada

160-179 Vulnerabilidad alta

180-199 Vulnerabilidad muy alta

>200 Vulnerabilidad extrema

Para el presente estudio se han considerado los acuíferos más superficiales, que corresponden a los depósitos terciarios. Los depósitos yesíferos, que se encuentran confinados no se emplean para la estimación de la vulnerabilidad. Los datos que se han empleado para la estimación del índice son los siguientes:

- Las profundidades del nivel piezométrico para el detrítico terciario se ha considerado en la Fuente Grande y Fuente Hontanillas y Pozo-galería, con una profundidad del agua de 0 m, y la profundidad en CHUMILLAS-5, que es de 2 m. Asimismo donde se encuentran los arroyos, se ha considerado  $D=10$ .
- Respecto a la recarga se ha tomado una infiltración de  $215 \text{ hm}^3/\text{año}$  para una superficie de  $2320 \text{ km}^2$  la recarga resultante es de unos 90 mm.
- Para la litología del acuífero se ha considerado para los depósitos detríticos terciarios valor  $A=6$ . Para la ZNS se ha considerado  $I=6$ , correspondiente a arenas y gravas con arcillas en la zona de las captaciones y para el resto una alternancia de areniscas y arcillas, también con valor  $I=6$ .
- Para el suelo se ha considerado el caso más desfavorable, el de suelo ausente  $S=10$ .
- Para la conductividad hidráulica se ha estimado que para los materiales terciarios es baja ( $C=1$ ).

ÍNDICE DE PONDERACIÓN		
PARÁMETROS		DRASTIC
D	Profundidad del nivel piezométrico	5
R	Recarga neta	4
A	Naturaleza del acuífero	3
S	Tipo de suelo	2
T	Topografía. Pendientes	1
I	Impacto en la zona no saturada	5
C	Permeabilidad	3
D) RANGO PROFUNDIDAD (m)		VALOR
< 1.5		10
1.5-5		9
5-10		7
10-20		5
20-30		2
> 30		1

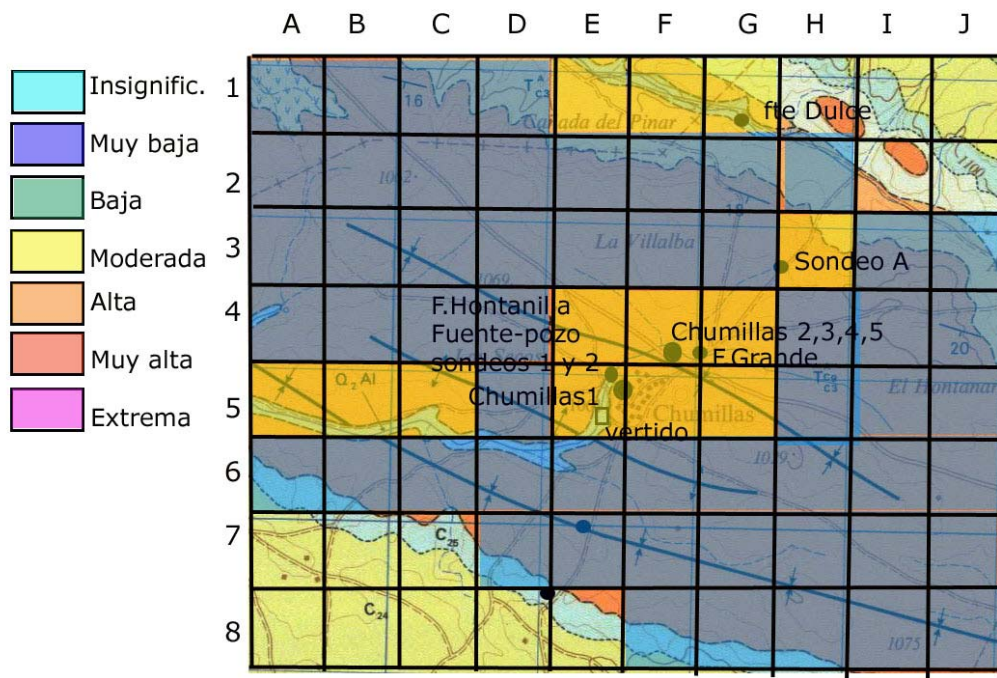
R) RANGO RECARGA (mm)	VALOR
0-50	1
50-100	3
100-180	6
180-255	8
> 255	9

**Tabla 6.-** Índices de ponderación y valores del índice DRASTIC.

A) DESCRIPCIÓN LITOLOGÍA	RANGO	VALOR TÍPICO
Arcillas, margas, limos	1-3	2
Rocas ígneas y metamórficas	2-5	3
Rocas ígneas y metamórficas alteradas	3-5	4
Alternancia de areniscas, arcillas y calizas	5-9	6
Areniscas masivas	4-9	6
Calizas masivas	4-9	6
Arenas, gravas y conglomerados	4-9	8
Basalto	2-10	9
Calizas carstificadas	9-10	10
S) NATURALEZA DEL SUELO	VALOR	
Arcilla no expansiva y desagregada	1	
Suelo orgánico	2	
Marga arcillosa	3	
Marga limosa	4	
Marga	5	
Marga arenosa	6	
Arcilla expansiva y/o agregada	7	
Turba	8	
Arena	9	
Grava	10	
Delgado o ausente	10	

T) RANGO TOPOGRAFÍA (% de pendiente máxima)	VALOR	
0-5	10	
2-6	9	
6-12	5	
12-18	3	
> 18	1	
I) DESCRIPCIÓN LITOLOGÍA ZNS	RANGO	VALOR TÍPICO
Arcilla, limo	1-2	1
Esquistos, pizarras	2-5	3
Calizas	2-7	6
Areniscas	4-8	6
Alternancia de calizas, areniscas y arcillas	4-8	6
Arenas y gravas con contenido en arcilla	4-8	6
Rocas metamórficas e ígneas	2-8	4
Arenas y gravas	6-9	8
Volcánicas	2-10	9
Calizas carstificadas	8-10	10
C) RANGO CONDUCTIVIDAD (m / día)	VALOR	
< 4	1	
4-12	2	
12-28	4	
28-40	6	
40-80	8	
> 80	10	

Como se observa en la figura 3 se observa que **la vulnerabilidad es muy baja en los depósitos terciarios**, aunque en las zonas de surgencia y nivel piezométrico poco profundo, así como en los depósitos cuaternarios, **la vulnerabilidad es moderada**.



**Figura 3.** Mapa de estimación de la vulnerabilidad mediante el método DRASTIC.

### 3.4. Perímetro de protección de las captaciones

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.

En el presente documento se proponen los perímetros de protección para el conjunto de los sondeos de CHUMILLAS 2, 3, 4 y 5, así como para las actuales captaciones en funcionamiento (fuente-pozo y sondeos 1 y 2).

Los sondeos CHUMILLAS 2 y 4 captan únicamente el acuífero yesífero cretácico, de comportamiento confinado y los sondeos CHUMILLAS 3 y 5 captan al acuífero terciario detrítico, cuyo comportamiento es libre. Se protegerá el acuífero más superficial, el detrítico terciario, que será el que recibirá principalmente cualquier acción antrópica contaminante y que cubre al yesífero cretácico. Este, a su vez, tiene una ZNS en torno a 60 m, por lo que se puede considerar suficientemente protegido por las formaciones geológicas. Igual criterio se aplicará con las actuales captaciones de abastecimiento.

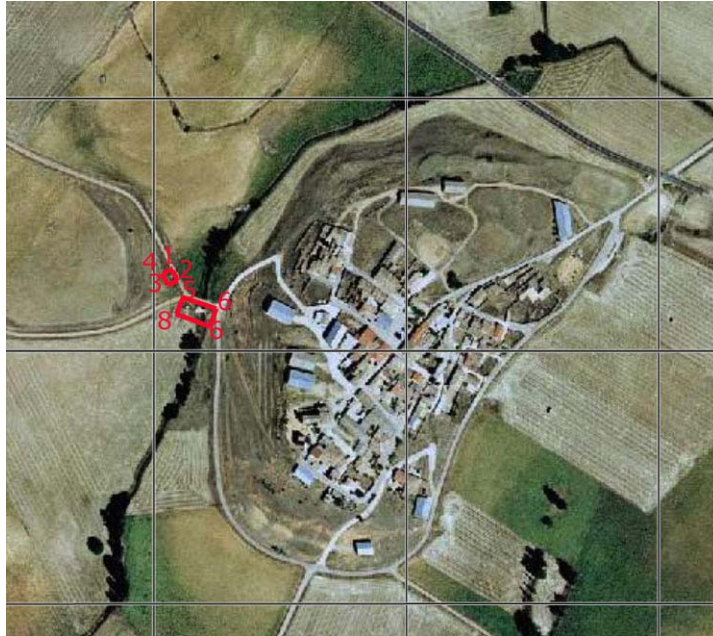
Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone aplicar un área fija que contemple el vallado y protección del área que encierre al conjunto de sondeos perforados. Los límites estarían marcados por la carretera y el cauce del arroyo, correspondiendo a un triángulo (fig. 4).

Para las actuales captaciones deberán delimitarse dos áreas valladas, una para el conjunto fuente-pozo/sondeo 1 y otra para el sondeo 2 (fig. 5).

Las captaciones deben estar adecuadamente protegidas de efectos exteriores: cierre de la cabeza de la tubería del sondeo, un suave cono con una inclinación para la circulación de agua, con un diámetro de unos 2 m y aislamiento del exterior.



**Figura 4.** Mapa de la propuesta del perímetro de zona inmediata.



**Figura 5.** Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones absolutas de las captaciones actuales de abastecimiento a Chumillas.

Para determinar **la zona de protección próxima o de restricciones máximas se puede establecer como método el de radio en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991):

La ecuación volumétrica es la siguiente:

$$Qt = m * H \pi R^2$$

$H \pi R^2 =$  Volumen total del cilindro

$m \cdot H \pi R^2 =$  Volumen de agua contenido

Siendo:

**Q** = caudal bombeado

**I** = tiempo de tránsito hasta la captación

**m** = porosidad eficaz del acuífero

**H** = espesor saturado en la captación

**R** =radio del perímetro de protección

Si consideramos el sondeo de CHUMILLAS-5, con un caudal bombeado de 2 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, la porosidad eficaz del acuífero detrítico de 0.02 y una H igual a 12 m, el radio de perímetro de protección obtenido es de 117 m, o unos 125

m redondeando. Considerando una dirección de flujo hacia el SO, a Fuente Hontanillas, el círculo podría adaptarse, mediante criterios hidrogeológicos, alargando uno de sus lados, definiéndose un rectángulo de 250 x 275 m. (Fig. 6).

En el caso de las captaciones actuales, se consideran los SONDEOS 1 y 2 , de similares características que CHUMILLAS-2, para definir un rectángulo de similares características, que se solapa parcialmente con el anterior.



**Figura 6.** Mapa de la propuesta del perímetro de zona próxima.

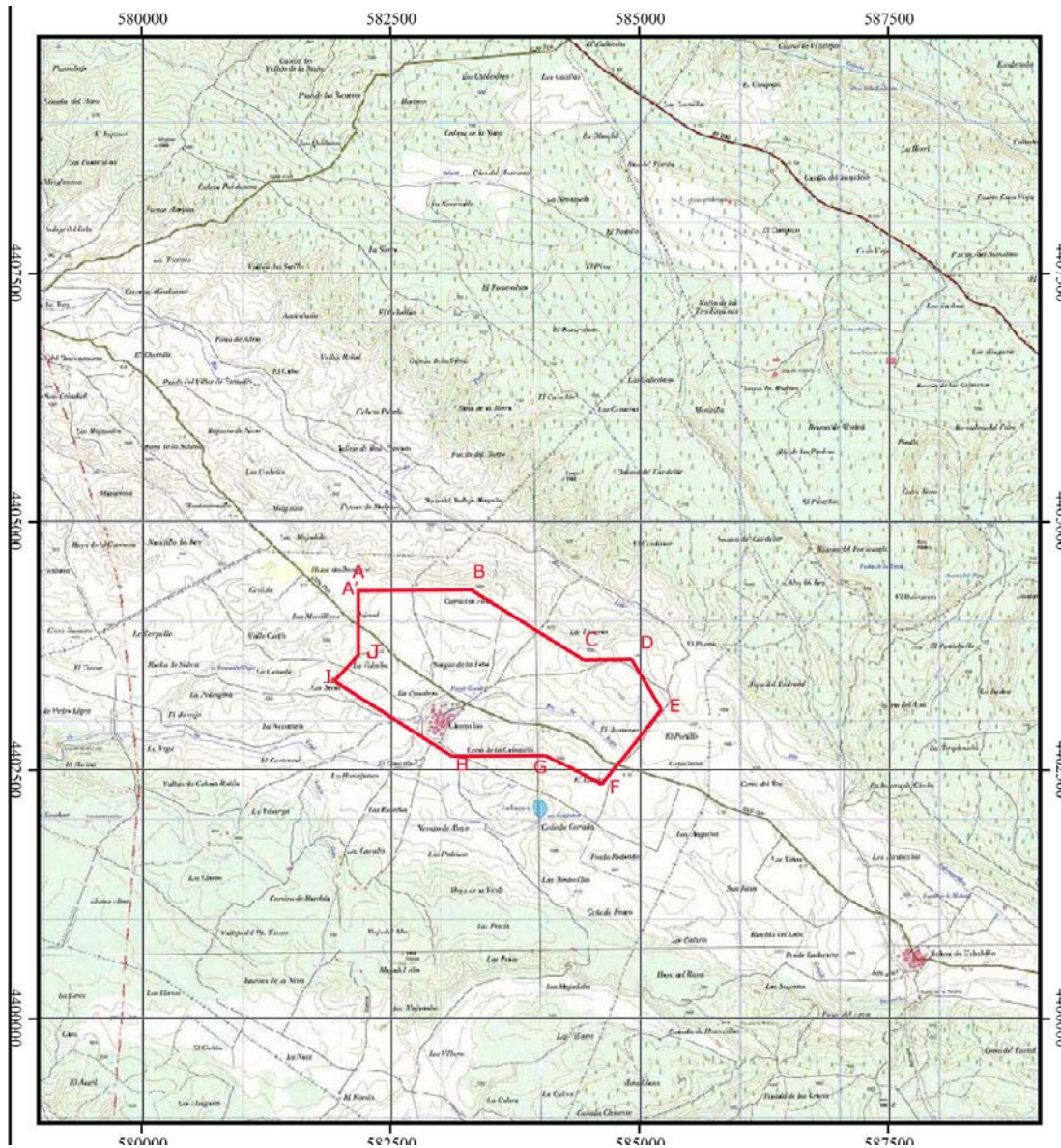
Para el establecimiento de la **zona alejada o de restricciones moderadas se han empleado criterios hidrogeológicos.**

El acuífero terciario ocupa toda la depresión de Olmeda, siendo una zona completamente cultivada, con arcillas y limos superficiales. Se puede contemplar que el agua de lluvia que se infiltre corresponderá a la que circule por la red hidrográfica discontinua. Por ello se propone proteger un polígono que contemple dicha red a una escala local (fig. 7). Fundamentalmente los vertidos de aguas residuales deben estar tratados y más alejados de la población. Igual se debe controlar la apertura de canteras o su relleno, los vertidos de residuos sólidos y líquidos industriales. Están prohibidos los vertederos de residuos sólidos urbanos.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad** la propuesta del perímetro de protección de la cantidad es la misma que la del área de restricciones moderadas.

La definición de las poligonales envolventes que definen las zonas del perímetro se recogen en la tabla 7.





**Figura 7.-** Perímetro de protección de calidad propuesto para restricciones moderadas.

**Tabla 7.** Poligonal envolvente del perímetro de protección de la cantidad y de la calidad propuesto.

	<b>Nº PUNTO</b>	<b>COORDENADAS UTM (X)</b>	<b>COORDENADAS UTM (Y)</b>	<b>Z (m s.n.m.)</b>
<b>ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS</b>	A	583090	4403275	1040
	B	583215	4403300	1040
	C	583150	4403225	1040
	A'	583090	4403275	1040
	1	582775	4403085	1040
	2	582780	4403075	1040
	3	582770	4403060	1040
	4	582760	4403080	1040
	1'	582775	4403085	1040
	5	582780	4403055	1040
	6	582815	4403045	1040
	7	582775	4403025	1040
	8	582800	4403035	1040
5'	582780	4403055	1040	
<b>ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS</b>	A	583070	4403460	1040
	B	583275	4403300	1040
	C	583100	4403075	1040
	D	582960	4403135	1040
	E	582850	4402860	1040
	F	582625	4403060	1040
	G	582800	4403310	1040
	H	582885	4403245	1040
	A'	583070	4403460	1040
<b>ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS</b>	A	582104	4404867	1040
	B	583420	4404867	1040
	C	584341	4403605	1040
	D	584867	4403605	1040
	E	585270	4403100	1040
	F	584604	4402367	1040
	G	584341	4402631	1040
	H	583160	4402631	1040
	I	581840	4403394	1040
	J	582104	4403684	1040
	A'	582104	4404867	1040

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la tabla 8.

	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	•	•				•	
	Silos	•	•				•	
ACTIVIDADES URBANAS	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	•	•			•		
	Cementerios	•	•				•	
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	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	•	•				•	
	Relleno de canteras o excavaciones	•	•				•	
	Campings	•	•				•	
OTRAS	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 8.** Definición de las actividades dentro del perímetro de protección restringidas o condicionadas.

También, para todos los perímetros es fundamental el control de las actividades agrícolas, debiéndose prohibir el uso de fertilizantes, pesticidas, almacenamiento de estiércol, así como las ganaderías extensivas e intensivas en las zonas de restricciones absolutas y máximas, condicionándose en la zona de restricciones moderadas, siendo recomendable la realización de un estudio agronómico en el que evalúe la dotación de fertilizantes más adecuada para el tipo de cultivo.

Respecto a la propia localidad, que se encuentra dentro de la zona de restricciones moderadas, es preciso extremar el control en el caso de fugas de la red de alcantarillado y eliminar fosas sépticas y pozos negros. Aunque el vertido de aguas residuales se hace fuera del perímetro propuesto, sería recomendable alejarlo más de la población.

Madrid, octubre de 2006

El autor del informe

Fdo. Marc Martínez

#### **4. BIBLIOGRAFÍA**

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

**IGME-CHJ(1992):** Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el Sistema Hidráulico Alarcón-Contreras. 1991-1992.



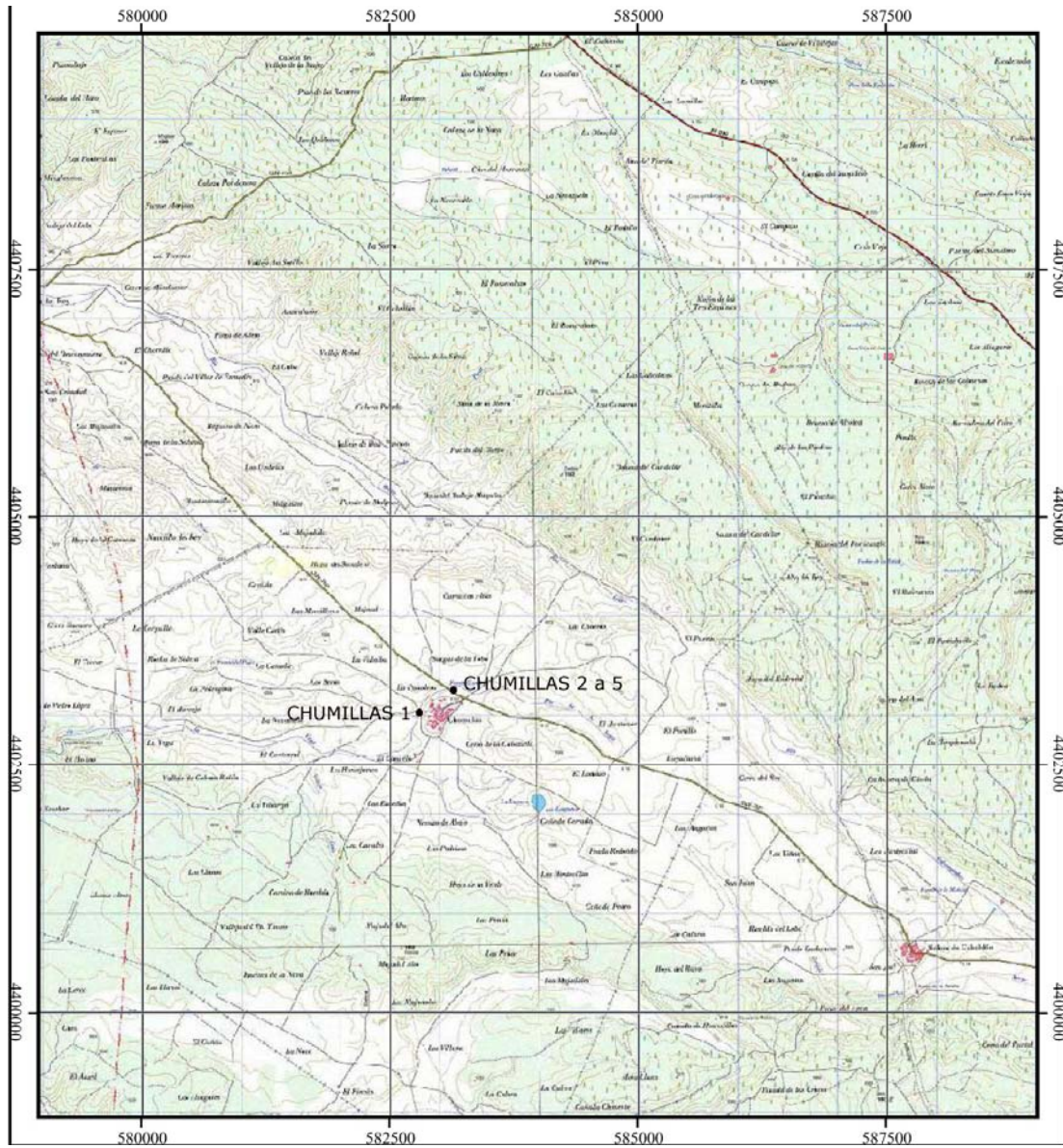
## **ANEXOS**

**MAPA DE SITUACIÓN  
ESQUEMA DE LOS SONDEOS**



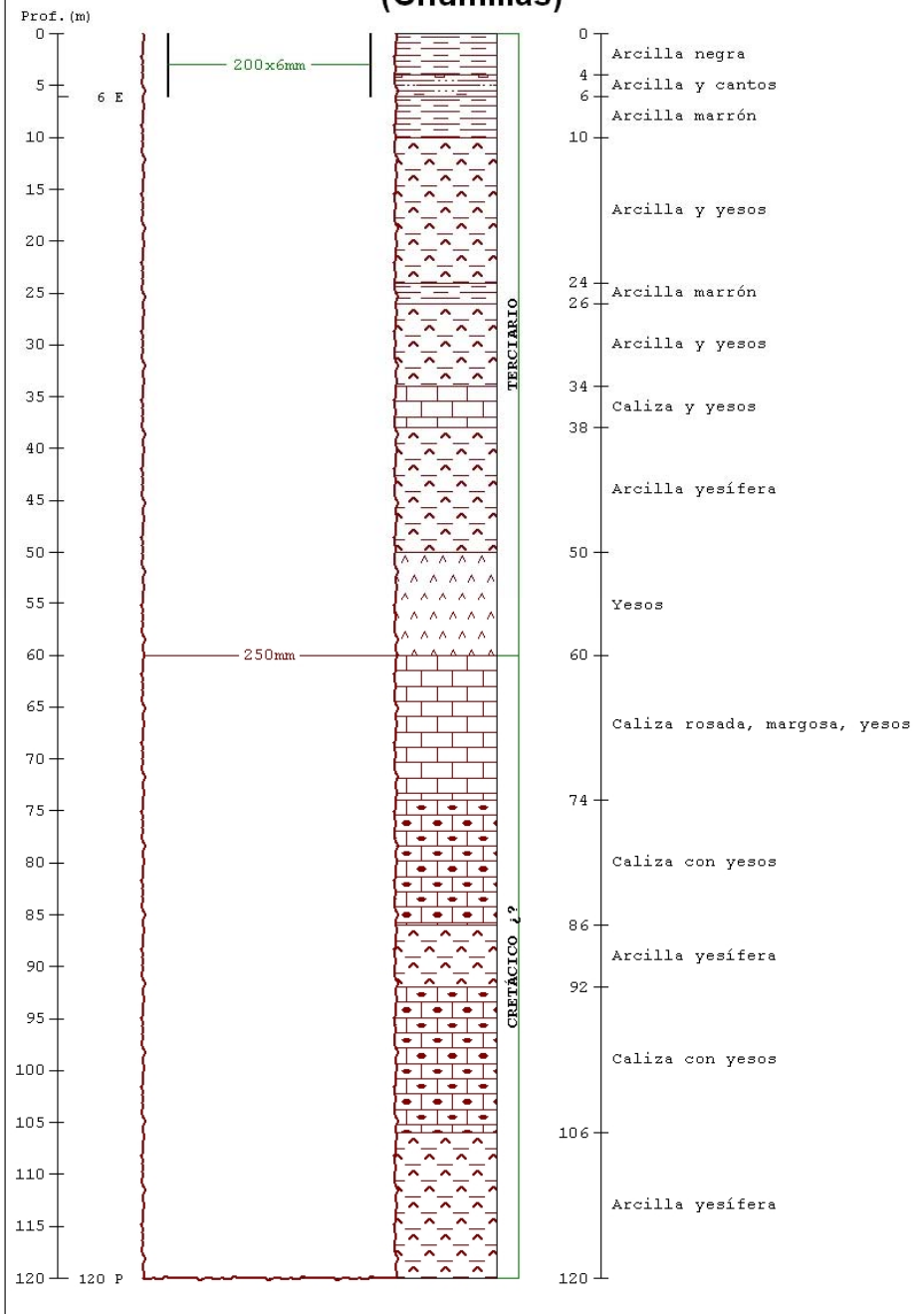


# MAPA DE SITUACIÓN

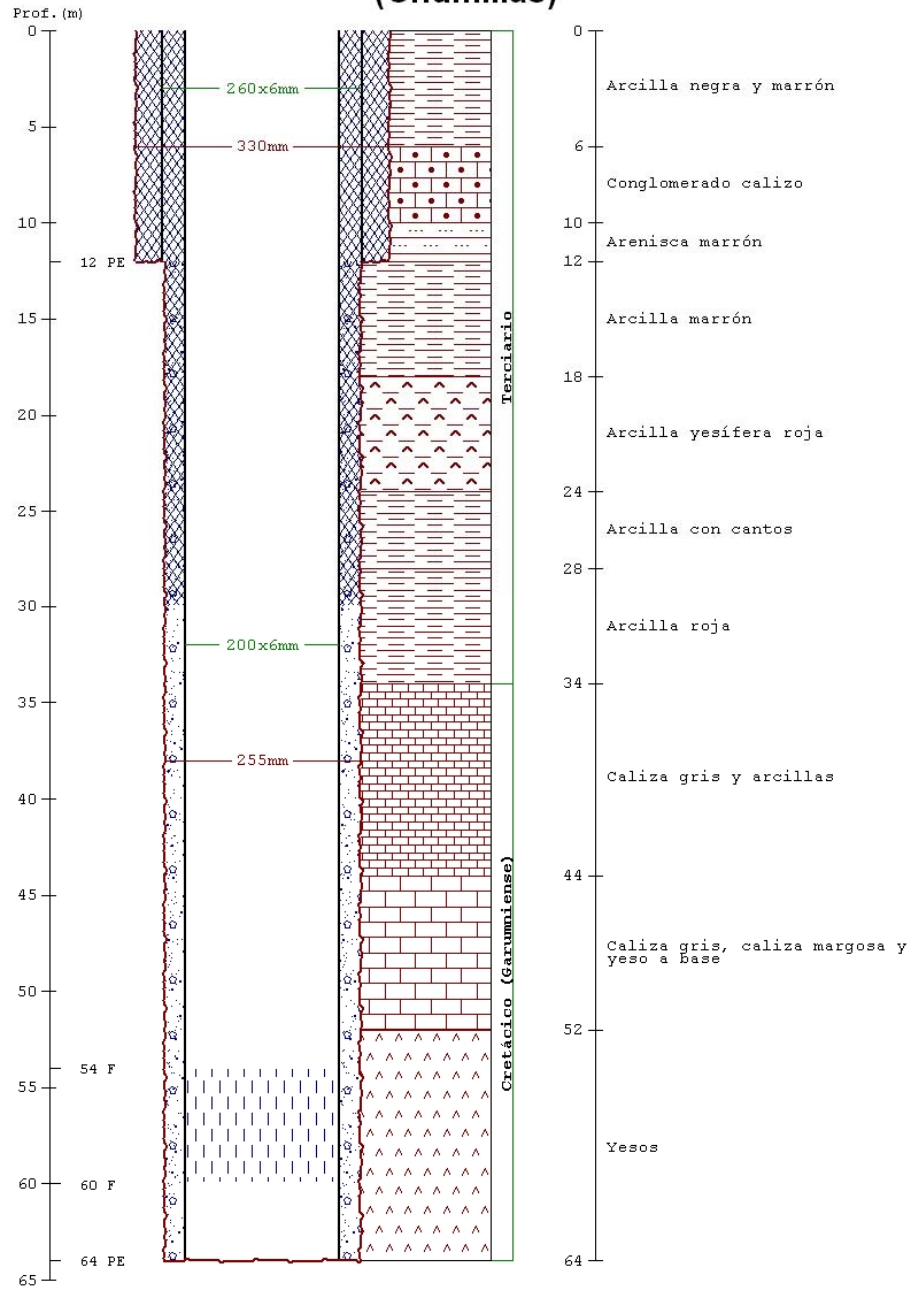




## CROQUIS DE POZO CHUMILLAS 1 (Chumillas)

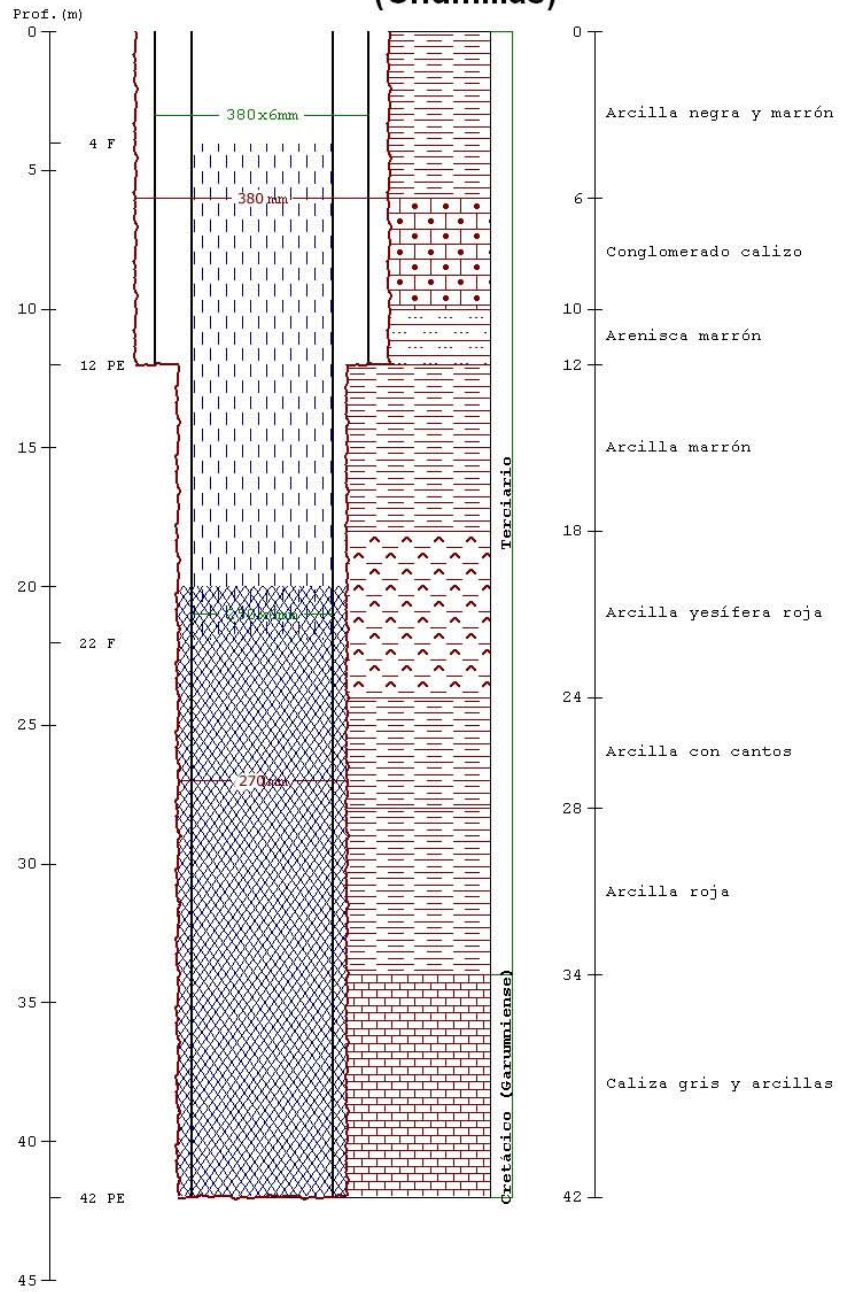


## CROQUIS DE POZO CHUMILLAS II (Chumillas)

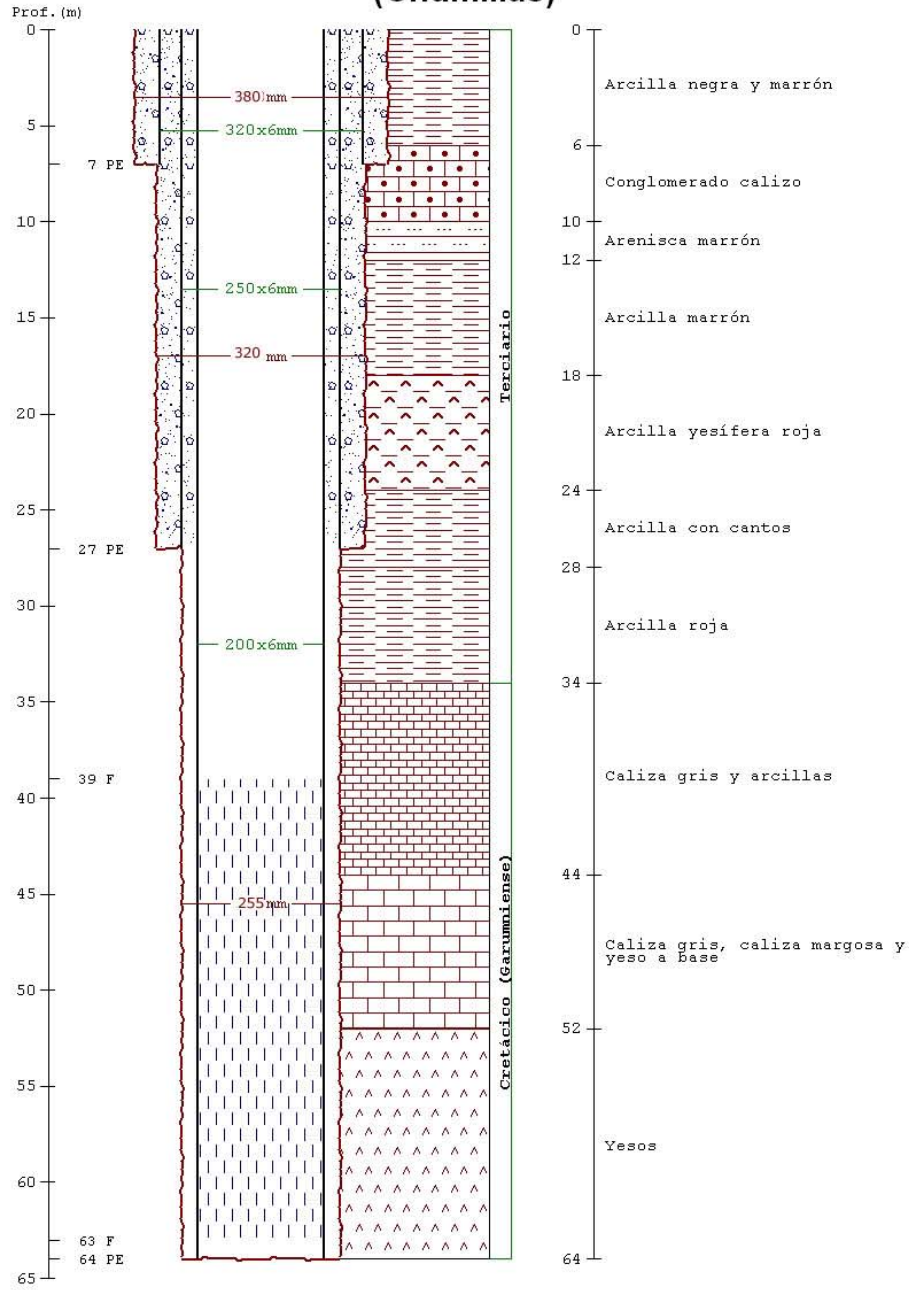


Z: 0

## CROQUIS DE POZO CHUMILLAS 3 (Chumillas)



## CROQUIS DE POZO CHUMILLAS 4 (Chumillas)



# CROQUIS DE POZO CHUMILLAS 5 (Chumillas)

