

**INFORME FINAL DEL SONDEO DE  
INVESTIGACION PARA EL ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE  
CASAS DE FERNANDO ALONSO (CUENCA) Y  
PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

**Enero 2006**



**Sondeo:** Casas de Fernando Alonso -1

**Término municipal:** Casas de Fernando Alonso **Provincia:** Cuenca

**Sonda/contratista:** RotoperCUSión /EDASU

**SITUACIÓN:**

**Hoja topográfica:** N° 716 San Clemente

**Número Hoja/octante:**

**Coordenadas U.T.M.:** X:557940 Y:4354970

**Cota aproximada:**720 (+/-10) m s.n.m.

**CARACTERÍSTICAS:**

**Profundidad:** 125 m

**Profundidad final:** 118 m.

**Referencias topográficas:** A unos 25 m del Pozo “de las Arenas”, al 1,5 km al sur de la localidad.



# ÍNDICE

## **1.INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Objetivo**

## **2. EJECUCIÓN DEL SONDEO**

### **2.1. Situación**

### **2.2. Características específicas de la obra**

*2.2.1. Consideraciones constructivas*

*2.2.2. Perfil litológico*

*2.2.3. Acondicionamiento de la obra*

*2.2.4. Hidroquímica*

*2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas*

*2.2.6. Resultados del ensayo 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

## **ESQUEMA DEL SONDEO**



## **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 abril de 2005 se redactó el *"Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable del municipio de Casas de Fernando Alonso (Cuenca)"*, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo.

### **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 del municipio de Casas de Fernando Alonso, cifrada en 4.6 L/s. Para ello se recomendó la perforación de un sondeo que captase los depósitos carbonatados cretácicos que pudiesen encontrarse bajo los depósitos detríticos terciarios en la finca del Ayuntamiento donde se encuentran los pozos de abastecimiento.

Se realizó una perforación de investigación (CASAS DE FERNANDO ALONSO-1), reperforándose y entubándose para su posterior aprovechamiento.

## 2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

### 2.1. Situación

El sondeo CASAS DE FERNANDO ALONSO-1 se ubicó A unos 25 m del Pozo “de las Arenas”, al 1,5 km al sur de la localidad.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 712 "San Clemente" de coordenadas U.T.M. X:557940 Y:4354970 y una cota aproximada de 720 (+/-) 10 m s.n.m.

### 2.2. Características específicas de la obra

#### 2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo se realizó durante la segunda quincena de octubre de 2005, aunque por numerosos problemas constructivos se prolongó hasta finales de noviembre de ese año (fotos 1 y 2).



*Fotos 1 y 2- Vistas de la perforación del sondeo Casas de Fernando Alonso-1.*

La perforación del sondeo se inició con diámetro de investigación de 220 mm, deteniéndose a los 104 m por presencia de arenas. Se reperfirió con 380 mm y se entubó con 318 mm hasta los 104 m. Se prosigue la perforación pero vuelven a aparecer arenas



a los 116 m. Se detiene la investigación y se replantea el trabajo: se saca la tubería auxiliar de 318 mm, se reperfora con un diámetro de 500 mm y se entuba con 400 mm hasta los 100 m. Se reperfora por dentro de la tubería con un diámetro de 395 mm y se hace bajar la tubería de 400 mm hasta los 123 m. Se pone como tubería auxiliar una de 318 mm y se reperfora con 220 mm pero no avanza más de 125 m, apareciendo arenas a 121 m y a 125 m, llegando con el martillo de 220 mm a 126 m de profundidad. Se introduce una tubería de 250 mm por dentro de la de 318 mm, con su filtro instalado, que sólo desciende hasta 118 m, retirándose a continuación la tubería auxiliar de 318 mm.

### *2.2.2. Perfil litológico*

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en los sondeos se corresponden principalmente a materiales de edad cretácica y terciaria.

Se perforaron los siguientes materiales:

- 0- 2 m Arenas limosas.
- 2- 6 m Arcillas.
- 6- 16 m Caliza micrítica blanca y margosa.
- 16- 20 m Caliza micrítica blanca, gris y oquerosa.
- 20- 24 m Margas ocres.
- 24- 26 m Arcilla roja.
- 26- 28 m Caliza oquerosa.
- 28- 30 m Arcilla roja.
- 30- 44 m Caliza micrítica gris.
- 44- 56 m Margas grises con niveles calizos grises.
- 56- 60 m Caliza gris parduzca.
- 60- 64 m Caliza recristalizada gris, con pátinas ocres.
- 64- 70 m Margas con niveles arenosos.
- 70- 74 m Arcillas y arenas.
- 74- 84 m Arcilla con horizontes arenosos a 83 m.

84- 94 m Arcillas y arenas gruesas a base.

94- 98 m Calizas rojizas, grises y blancas.

98-105 m Arena fina blanca.

105-107 m Arena gruesa.

107-113 m Caliza micrítica parda y ocre.

113-126 m Arena media de tonos rojos, ocres y marrones.

Se atravesaron niveles acuíferos a 10-16 m (0.25 L/s), 24 m (2 L/s), 42 m (3 L/s), 94 m y a partir de 100 m.

Las formaciones atravesadas parecen corresponder a:

0- 94 m Depósitos detríticos y carbonatados terciarios.

94- 126 m Depósitos carbonatados y detríticos terciarios o cretácicos.

### 2.2.3. Acondicionamiento de la obra

En el sondeo CASAS DE FERNANDO ALONSO-1 se instalaron las siguientes tuberías definitivas (tabla 1).

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
0-6 m	510
0-100 m	400
0-118 m	250
TRAMOS CON FILTRO PUENTECILLO	
79-115 m	

**Tabla 1.-** Detalle de los tipos de entubación.

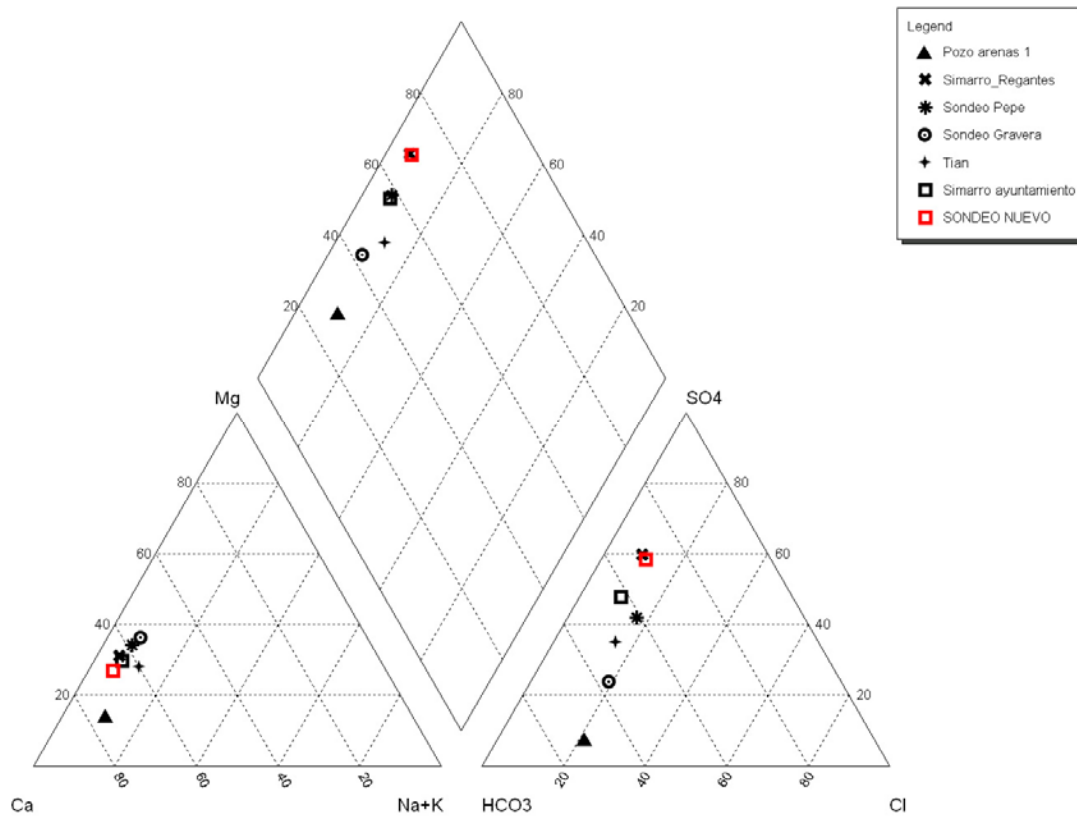
### 2.2.4. Hidroquímica

Se han realizado un análisis fisico-químico (tabla 2), que muestra un agua de facies sulfatada cálcica, con una conductividad de 990  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El contenido en nitratos es de 44 mg/L.

	15/12/05		15/12/05
DQO	0.6	Mg	41
Cl	47	Ca	170
SO <sub>4</sub>	340	pH	7.7
HCO <sub>3</sub>	229	NO <sub>2</sub>	0
NO <sub>3</sub>	44	NH <sub>4</sub>	0
Na	17	Conductividad	990

**Tabla 2.-** Componentes químicos (en mg/L) y conductividad (en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) del agua de “CASAS DE FERNANDO ALONSO-1”.

Según la figura 1, la facies hidroquímica es muy similar a la del sondeo de Simarro-regantes pero no a la de los Pozos Arenas. Aunque no se tiene una datación de los materiales del sondeo nuevo, no es descabellado considerar que se trate del acuífero del Cretácico Inferior y que sus aguas sean similares a las jurásicas.



**Figura 1.-** Diagrama de Piper-Hill-Langelier de las captaciones existentes en la zona y del sondeo CASAS DE FERNANDO ALONSO-1.

### 2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo afecta a los acuíferos cretácicos de la U.H. 04.04 "Mancha Occidental", perteneciente a la cuenca del Guadiana. La profundidad del nivel piezométrico era de 62.78 m (29/11/2005) o una cota piezométrica de 657.22 m s.n.m.

#### *2.2.6. Resultados del ensayo de bombeo*

BOINS S.L. realizó un ensayo de bombeo del 29 al 30 de noviembre de 2005. Se realizaron 6 escalones: 1 h (1 L/s), 2h 30' (3 L/s), 2 h 30' (5 L/s), 5 h 30' (8 L/s), 5 h (10 L/s) y 6 h (12 L/s). El resultado obtenido es poco interpretable. El descenso total es de 1.66 m y la recuperación es inmediata, en 3 minutos. Una aproximación de la transmisividad puede ser del orden de 500m<sup>2</sup>/día. Para un descenso máximo de 5 m y un tiempo de bombeo de 60 días, intentando evitar arrastres, el caudal de explotación recomendable es de 7 L/s.

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

El sondeo CASAS DE FERNANDO ALONSO-1 alcanzó una profundidad de 125 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación de 7 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 el análisis químico realizado por el IGME se han determinado que las aguas cumplen lo establecido en el anexo B del RD 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, aunque el contenido en nitratos es muy elevado (44 mg/L). Asimismo el elevado contenido en sulfatos (340 mg/L) excede el valor paramétrico de 250 mg/L establecido en el anexo C del RD 140/2003.

No se dispone del análisis químico y bacteriológico realizado por la Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, siendo recomendable su realización para determinar la potabilidad.

### 3.PROPUUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

#### 3.1.Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la U.H. 04.04 “Mancha Occidental” (figura 2). Tiene una superficie aproximada de 5.000 km<sup>2</sup>. Se definen dos grandes formaciones acuíferas: mesozoica y terciaria-cuaternaria.

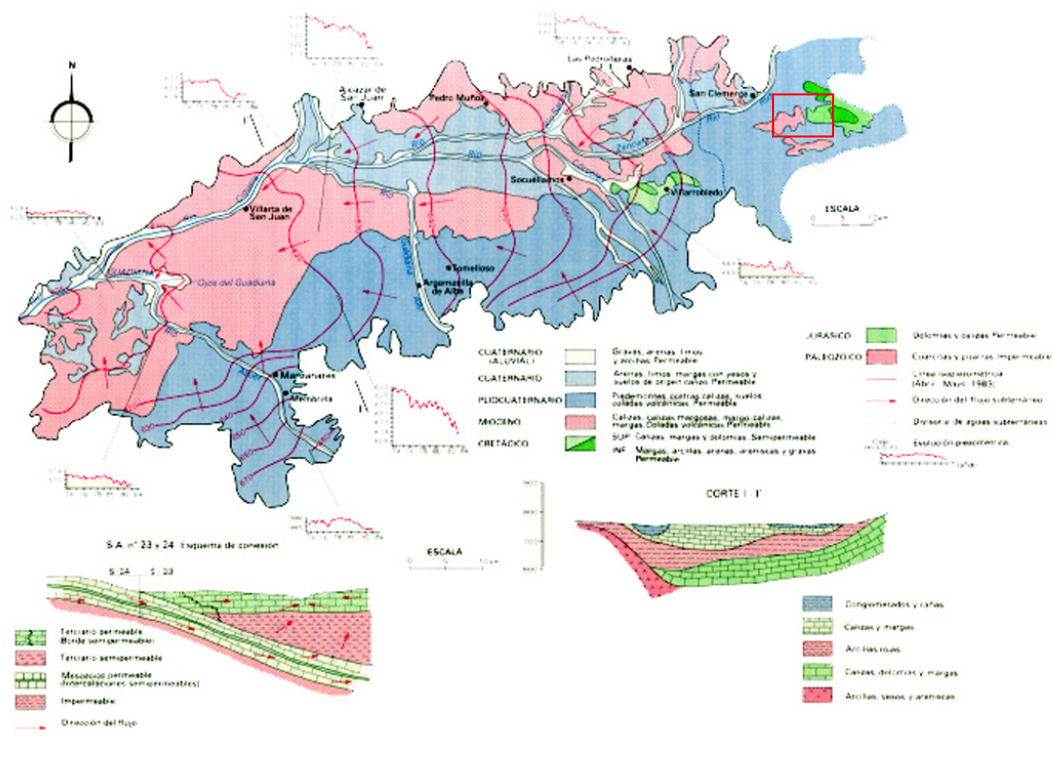


Figura 2.- Situación del área estudiada en la UU.HH. En el rectángulo se indica el área de estudio.

### 3.2. Marco hidrogeológico local

Las formaciones acuíferas existentes en la zona corresponden a formaciones carbonatadas jurásicas, carbonatadas y detríticas cretácicas y detríticas terciarias.

Las formaciones jurásicas (tabla 3) se captan al norte de la población, en el término municipal de Vara de Rey. Existe un conjunto de seis captaciones, explotadas por la Comunidad de Regantes de El Simarro, que extraen en torno a 900-1100 L/s. La captación se abastecimiento, situada algo más alejada, con una profundidad de 311 m, se explota con un caudal de 8 L/s. Hidroquímicamente las aguas son de facies sulfatada cálcica, con contenidos notables en nitratos (39-42 mg/L). Atendiendo a la figura 1 el sondeo Pepe y el de Simarro Ayuntamiento tienen una hidroquímica muy similar. No es descartable que, cubierto por materiales terciarios, se pudiera encontrar próximo el Jurásico o el Cretácico Inferior, por una erosión de los niveles cretácicos superiores (IGME, 2005).

CAPTA-CIÓN	COTA (m s.n.m.)	NAT.	PROF (m)	PROF. NIVEL PIEZOMETRICO (m)/ COTA PIEZOMETRICA (m s.n.m.)	USO	CAUDAL (L/s)
El Simarro	735	S	311	46 (7/80) 69.38 (4/05)(665.2)	AU	8
El Simarro Riego	720	S	378	80 (5/04) (640)	R	Son 6 sondeos con un caudal conjunto de 900-1100 L/s.

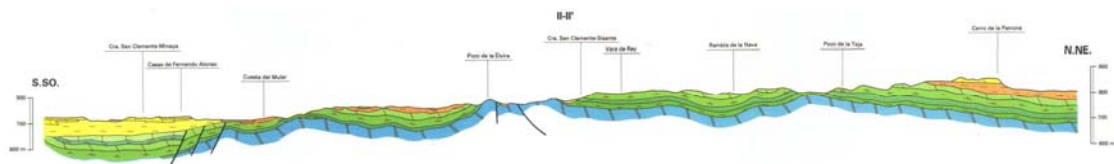
**Tabla 3.-** Inventario de los puntos de agua existentes que captan las aguas del acuífero jurásico. (nat.- naturaleza, prof.-profundidad, S- sondeo, AU- abastecimiento urbano, R-riego).

Las formaciones carbonatadas cretácicas se sitúan en la parte cubierta por las formaciones terciarias y que corresponden al inicio de la Llanura Manchega (tabla 4).

Las formaciones calizas que constituyen acuíferos corresponden a las de edad Senoniense (más superficiales) y las turonienses. No obstante, en el sondeo CASAS

DE FERNANDO ALONSO -1 las formaciones carbonatadas y detríticas del Cretácico Inferior corresponden a un espesor reconocido de 32 m en los que se han identificado niveles arenosos y carbonatados.

La estructura en el área de la Llanura Manchega puede corresponder a un conjunto de bloques hundidos (figura 3), aunque no parece desconectar a las formaciones acuíferas ya que el nivel piezométrico es muy similar, en torno a 670-690 m s.n.m. en las inmediaciones de Casas de Fernando Alonso. Los sondeos “Casas de los Pinos” y 2329-2-0009 parecen indicar que las calizas cretácicas se encuentran a una profundidad en torno a 110 m. No obstante, en el entorno de Casas de Fernando Alonso no se dispone de información.



**Figura 3.-** Corte interpretativo de la estructura en la zona de estudio.

Se han reconocido diversos sondeos al Sur de la zona de estudio, que, según sus propietarios alcanzan formaciones calizas a una profundidad comprendida entre 80-90 m. Los sondeos estudiados en IGME, 2005 en la zona de estudio corresponden al Sondeo Pepe, Sondeo Gravera y Sondeo 2.

El sondeo Pepe, atraviesa , de techo a base, 80 m de arcillas y arenas y 80 a 100 m de calizas. El caudal de explotación es de 7 L/s con un nivel dinámico en torno a 72 m, mostrando una transmisividad en torno a 20 m<sup>2</sup>/día. De los otros sondeos del entorno también se dispone de escasa información. Sus caudales de explotación se encuentran en torno a 11-22 L/s. En conjunto las cotas piezométricas se encuentran a 676-695 m s.n.m.

En el sondeo Casas de los Pinos se realizó en enero de 1980 un ensayo de bombeo en el que se obtuvo una transmisividad en torno a 300 m<sup>2</sup>/día.



Hidroquímicamente (figura 1), las aguas del entorno de Casas de Fernando Alonso corresponden a unas facies de mezcla, entre bicarbonatada a sulfatada cálcica, con una conductividad entre 750-968  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

CAPTACIÓN	COTA (m s.n.m.)	NAT	PROF (m)	PROF. NIVEL PIEZOMETRICO (m)/ COTA PIEZOMETRICA (m s.n.m.)	USO	CAUDAL (L/s)
Casas de Fernando Alonso-1	730	S	125	62.78 (11/05) (657)	AU	12
Sondeo Pepe	730	S	100	35 (695)	R	8
Sondeo 2	730	S	140		R	11
Sondeo Gravera	730	S	75	35-45 (685-695)	I	14-22
Sondeo Casas de los Pinos	722	S	133	45.5 (11/79) (676.5) 45.7 (1/80) (676.3)	AU	20

**Tabla 4.-** Inventario de los puntos de agua existentes que captan las aguas del acuífero cretácico. (nat.-naturaleza, prof.-profundidad, P-pozo, AU- abastecimiento urbano, R-riego, I- industrial, A-abastecimiento).

Las formaciones detríticas y calizas terciarias (tabla 5) se han identificado en las captaciones de Casas de Fernando Alonso, a una profundidad entre 10-18 m de profundidad. También se han reconocido en el sondeo de abastecimiento de Casas de los Pinos, hasta los 55 m, principalmente depósitos calizos. Respecto a los niveles arenosos, en los “Pozos Arenas”- dos captaciones de profundidad menor a 30 m-la profundidad del nivel piezométrico es somera, en torno a 8.5 m. La cota piezométrica en esta zona se encuentra en 751.5 m s.n.m. El caudal extraído en ambas captaciones es de 4 L/s aunque no lo mantienen más de 30’. Las aguas de los “Pozos Arenas” muestran una conductividad en torno a 670  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , correspondiendo a un agua bicarbonatada cálcica con un elevado contenido en nitratos (96 mg/L), efecto de la actividad antrópica.

CAPTACIÓN	COTA (m s.n.m.)	NAT	PROF (m)	PROF. NIVEL PIEZOMETRICO (m)/ COTA PIEZOMETRICA (m s.n.m.)	USO
Pozo Arenas 1	730	P	30	8.51 (3/05)	AU
Pozo Arenas 2	730	P	30		AU

**Tabla 5.-** Características de las captaciones en los depósitos detríticos terciarios (nat.-naturaleza, prof.-profundidad, P-pozo, AU- abastecimiento urbano).

### 3.3 Vulnerabilidad del acuífero

#### 3.3.1 Inventario de focos de contaminación

En el entorno del Sondeo “Casas de Fernando Alonso-1”, es un área de campos de cereal, viñas y huerta. Como focos remarcables se encuentran (fotos 3 a 8):

-**Vertedero Residuos sólidos del Ayuntamiento:** Está vallado. Se vierte productos inertes pero también los compuestos orgánicos para cultivar setas. Las coordenadas UTM son X: 557688; Y: 4354465.

-**Gravera.** Situado junto al vertedero anterior. En explotación.

-**Aguas residuales.** Está previsto clausurarlas en 2007. X: 559299 Y: 4355941.

-**Aguas residuales 2.** En 2007 se instalará una depuradora. Se infiltra en el terreno. X: 558338; Y: 4357123.

-**Vertedero RSU.** Fue clausurado en junio de 2006. X: 558500 Y: 4357702.

-**Gasolinera.** X: 557688 Y: 4356057.

-**Cementerio.** X: 557975 Y: 4356927.

Su situación se refleja en la figura 4.



*Fotos 3, 4, 5, 6, 7 y 8.- Vista de la situación de la captación y del entorno. Vista de los cultivos. Panorámica del vertedero de inertes próximo a la captación. Foto del vertedero clausurado previo a la misma, en diciembre 2005. Vertido de ARU. Vista del vertedero de RSU ya clausurado.*

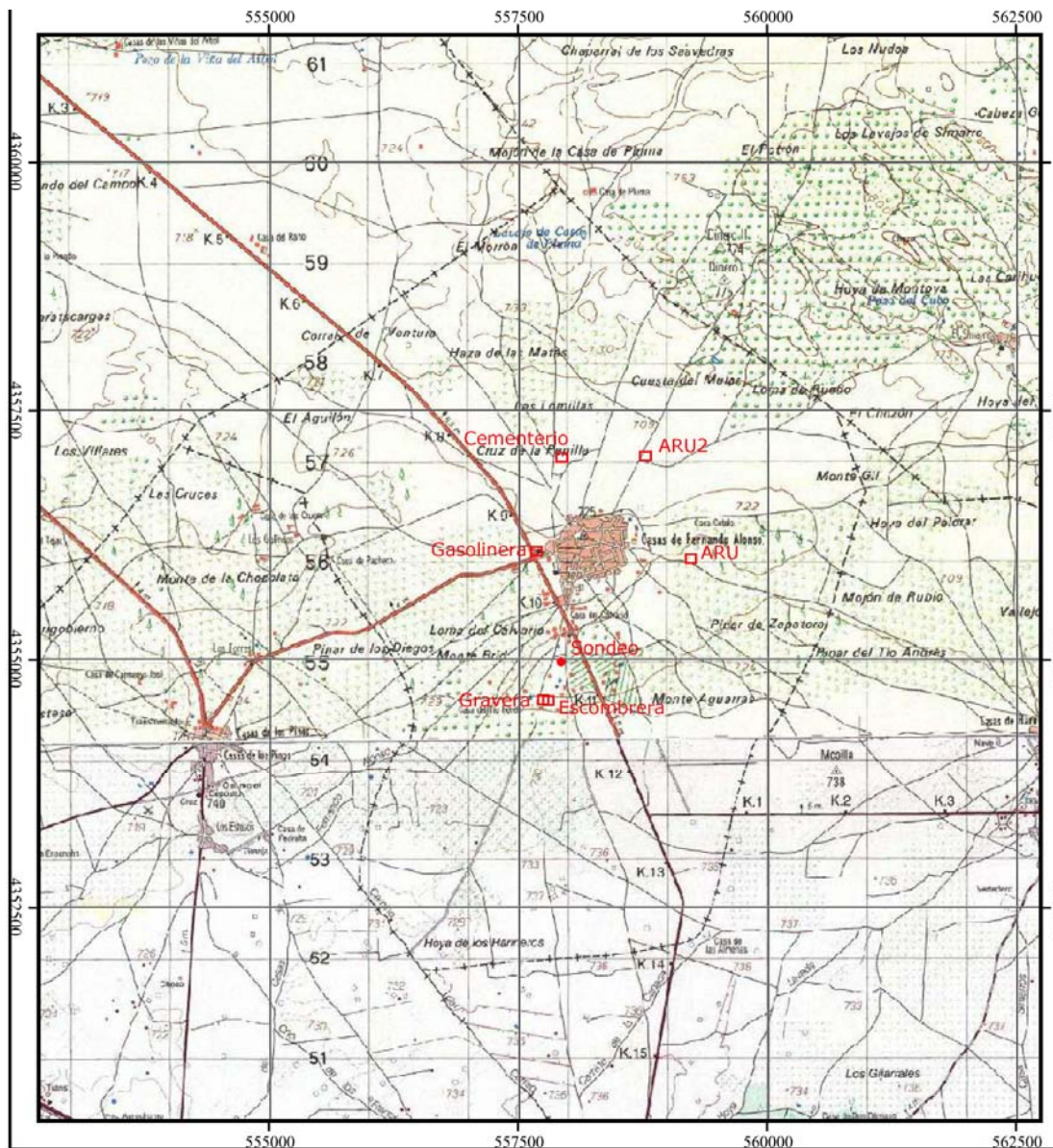


Figura .- Situación de los focos de contaminación más importantes.

### 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 aplica a celdas cuadradas de 400 x 400 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 siempre los acuíferos más superficiales, que corresponden a los acuíferos detríticos terciario-cuaternarios. Los depósitos carbonatados terciarios captados en los sondeos Pepe y Gravera, presentan profundidades de nivel piezométrico en torno a 35-45 m, mientras que el sondeo nuevo el nivel piezométrico es más bajo, en torno a 68 m.

Los datos que se han empleado para la estimación del índice son los siguientes:

- Las profundidades del nivel piezométrico para el detrítico terciario-cuaternario se ha considerado el menos favorable de los niveles piezométricos registrados, que corresponde a 8.51 m (4/2005). Para los depósitos cretácicos se ha utilizado el nivel de 35 m (695 m s.n.m.).
- Respecto a la recarga se ha tomado una infiltración de  $180 \text{ hm}^3/\text{año}$  para la U.H. 04.04 “Mancha Occidental” y para una superficie de  $5022 \text{ km}^2$  la recarga resultante es de unos 40 mm.
- Para la litología del acuífero se ha considerado alternancia de areniscas, arcillas y calizas (A=6) y para los depósitos cuaternario-terciarios arenas y gravas (A=8).
- Para el suelo se ha considerado el caso más desfavorable, el de suelo ausente  $S=0$ .
- Para la conductividad hidráulica en materiales terciario-cuaternarios se han utilizado datos bibliográficos, considerándose un valor de  $500 \text{ m}^2/\text{día}$  y suponiendo un espesor saturado de 21 m, la permeabilidad horizontal sería de  $24 \text{ m/día}$ . Para los materiales carbonatados cretácicos se ha considerado una

T de  $200 \text{ m}^2/\text{día}$ , procedente de los ensayos de bombeo de Pozoamargo, un espesor saturado de 52 m (considerando todos los tramos carbonatados y detríticos del sondeo nuevo) lo que supone una K de  $4 \text{ m}/\text{día}$ .

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 LITOLÓGICA	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)		
0-5	10	
2-6	9	
6-12	5	
12-18	3	
> 18	1	
I) DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA 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 para los materiales cretácicos, aunque para los cuaternario-terciarios la vulnerabilidad es moderada.** Para estimar el perímetro de protección se deberá aplicar a los depósitos cuaternario-terciarios superiores.

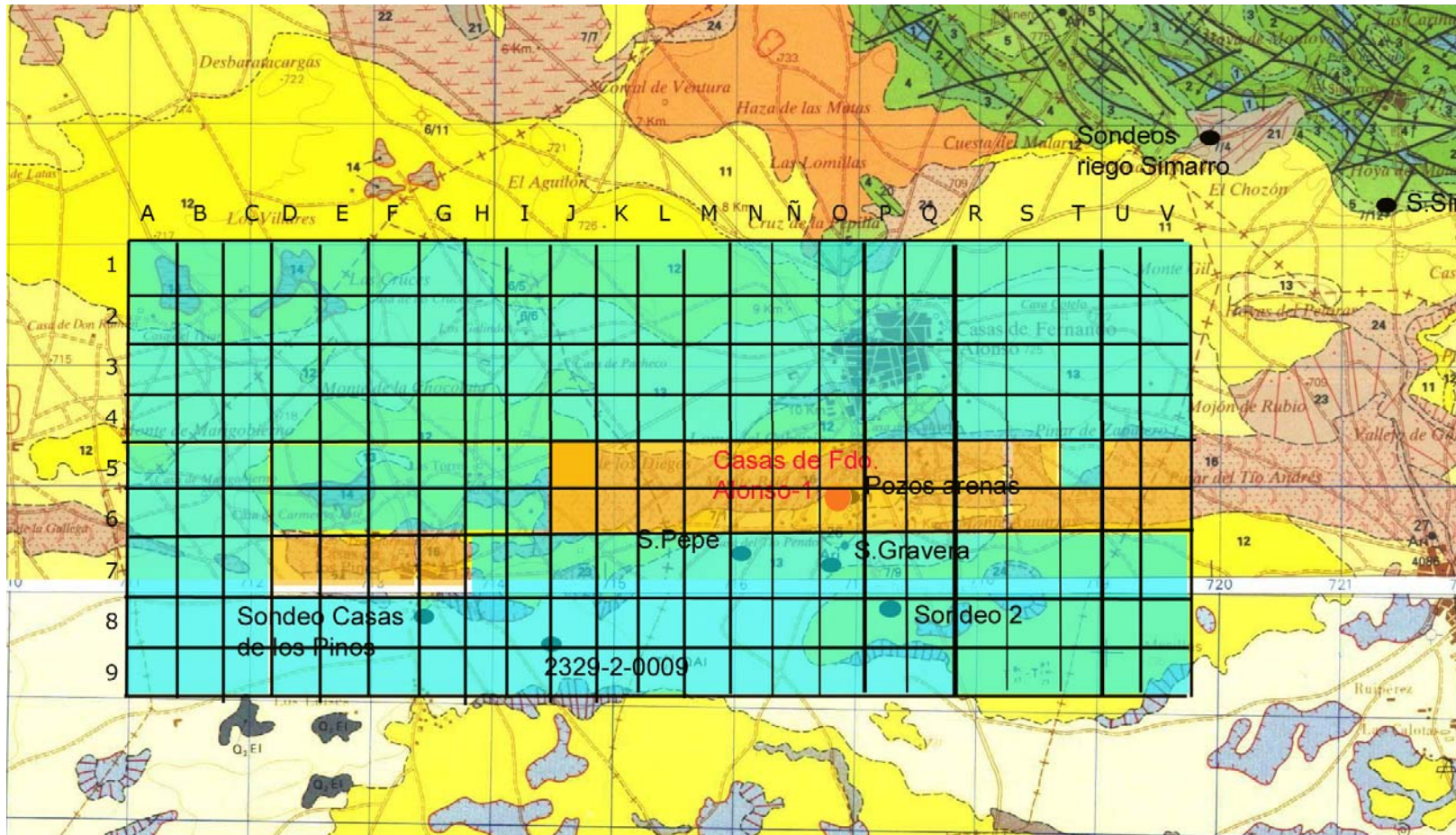


Figura 3. Mapa de estimación de la vulnerabilidad mediante el método DRASTIC.

### 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.

El acuífero captado parece corresponder a uno de tipo confinado. Ello implicaría que la protección del acuífero estaría favorecida por la ZNS y el suelo, así como por la intercepción de niveles arenosos y calizos más superficiales y aislados en el sondeo nuevo.

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 sondeo nuevo y a los Pozos Arenas. Los límites corresponden a los ya existentes del terreno municipal estarían marcado por la carretera y el cauce del arroyo, correspondiendo a un cuadrado de 75 x 37 m de lado. 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 (foto 9).



*Foto 9. Propuesta de perímetro de protección con restricciones absolutas.*

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

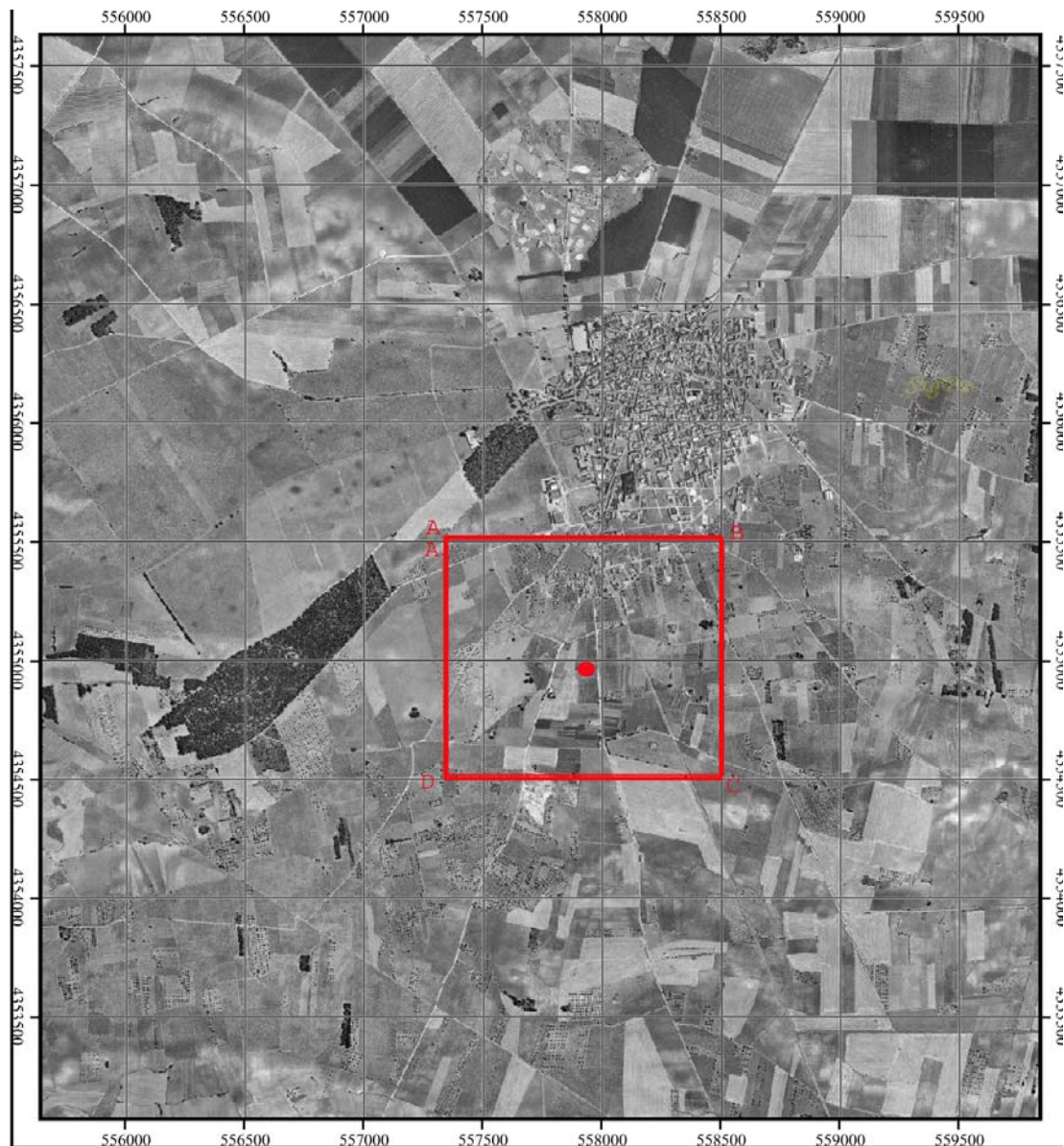
**m** = porosidad eficaz del acuífero

**H** = espesor saturado en la captación

**R** = radio del perímetro de protección

Se ha supuesto una dirección de flujo hacia el sur y se ha considerado el área dentro de la elipse que corresponde a la isocrona de 50 días.

Si consideramos un caudal bombeado de 7 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, el S del acuífero detrítico, que se considera confinado y se estima en 0.001 y una H igual a 20 m (considerando el espesor saturado de los dos horizontes captados), el radio de perímetro de protección obtenido es de 700 m (Foto 10). Se ha procedido a ajustarse a un rectángulo de 600x500 m aproximadamente.



*Foto 10. Propuesta de perímetro de protección con restricciones máximas.*

Para la definición de la **zona alejada o de restricciones moderadas** se ha tomado el radio correspondiente para 4 años, correspondiendo a un radio aproximado de 3800 m. Este área se limitará en función de criterios hidrogeológicos (divisorias de aguas subterráneas, formaciones acuíferas suprayacentes, contacto con los materiales carbonatados cretácicos, topografía) y la dirección de flujo regional, que es hacia el Oeste, por lo que aguas abajo del sondeo se reduciría el perímetro, englobando el perímetro un gran porcentaje del término municipal (figura 4).

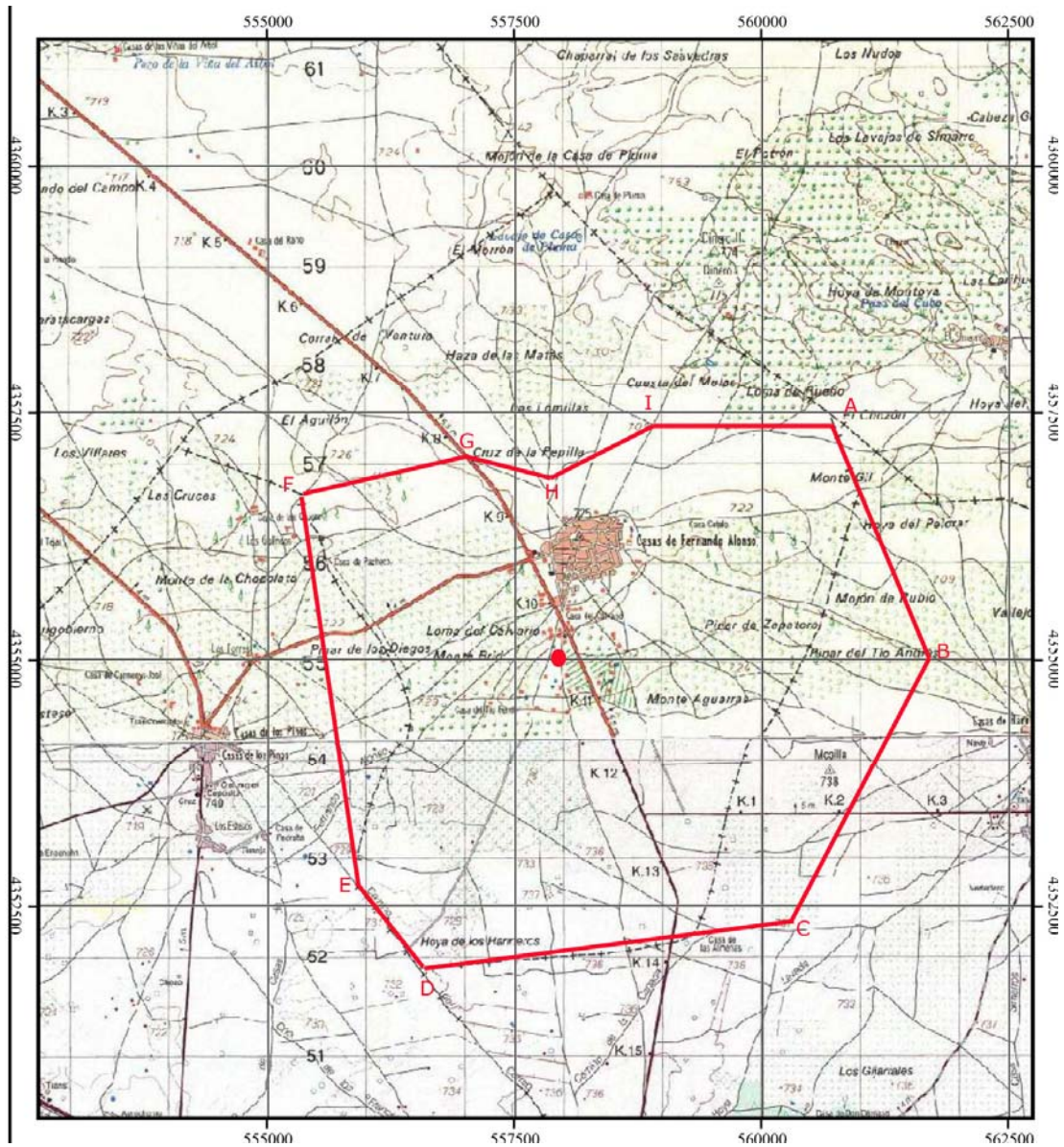


Figura 4. Propuesta de perímetro de protección con restricciones moderadas.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad** la zona es de cultivo y existen otras captaciones próximas al sondeo, aunque los caudales más altos que los del sondeo CASAS DE FERNANDO ALONSO-1, en torno a 8-22 L/s. Como no se dispone de un inventario completo, se recomienda en un principio que el perímetro de protección de la cantidad es la misma que la del área de restricciones moderadas. Los sondeos que se perforen dentro del perímetro de protección, no deben afectar al sondeo del Ayuntamiento, por lo que se les deberá exigir la realización de un ensayo de bombeo

y controlar durante la realización del mismo que no afecte notablemente al sondeo municipal.

La definición de las poligonales envolventes que definen las zonas del perímetro para el Sondeo CASAS DE FERNANDO ALONSO-1 se recogen en la tabla 6 y figura 4.

*Tabla 6. Poligonal envolvente del perímetro de protección de la calidad y cantidad 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	557900	4355000	720
	B	557978	4355000	720
	C	557980	4354968	720
	D	557900	4354964	720
<b>ZONA DE RESTRICCIÓNES MÁXIMAS</b>	A	557341	4355500	720
	B	558500	4355500	720
	C	558500	4354500	720
	D	557341	4354500	720
<b>ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS Y DE CANTIDAD</b>	A	560717	4357364	720
	B	561629	4355036	710
	C	560269	4352396	730
	D	556549	4351876	730
	E	555901	4352692	720
	F	555333	4356668	720
	G	557013	4357052	720
	H	557861	4356788	710
	I	558885	4357364	710

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la tabla 7.



	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	•	•				•	
OTRAS	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 7.** Definición de las actividades dentro del perímetro de protección restringidas o condicionadas.

Madrid, enero 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.

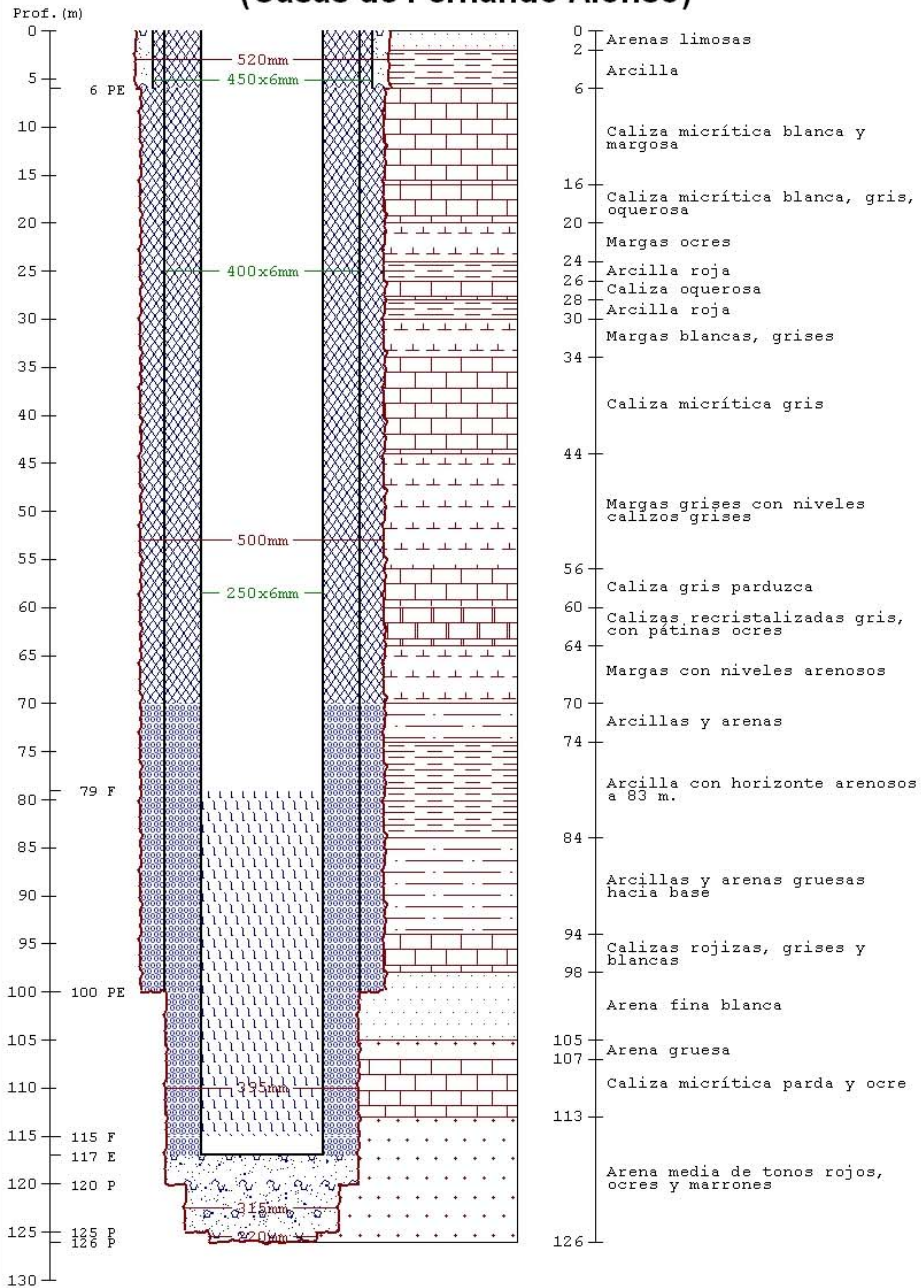
**IGME-CHJ (1992):** Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el sistema hidráulico Alarcón-Contreras. 1991-1992.

## **ANEXOS**

### **ESQUEMA DEL SONDEO**



## CROQUIS DE POZO CASASDE FERNANDO ALONSO (Casas de Fernando Alonso)



Z: 0

