



**INFORME FINAL DEL SONDEO DE
INVESTIGACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE CAÑIZARES
(CUENCA) Y PROPUESTA DE PERÍMETRO DE
PROTECCIÓN**

Noviembre 2008

Sondeo: Cañizares-I

Término municipal: Cañizares **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos CARRETERO

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 538 Valdeolivas

Número Hoja/octante: 2321/8

Coordenadas U.T.M.: X: 568529 Y: 4486434

Cota aproximada: 1050 (+/-) 10 m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 132 m.

Referencias topográficas: Entorno a la Fuente Gollindo.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

2.2.2. Perfil litológico

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 la captación

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

MAPA GEOLÓGICO

MAPA DE PENDIENTES

ESQUIREMA 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 mayo de 2007 se redactó el “*Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable del municipio de Cañizares (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 **2.7 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 DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo CAÑIZARES-I se ubicó en las proximidades de la Fuente del Gollindo, próxima a la población. Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 538 de coordenadas U.T.M. **X: 568529 ; Y: 4486434** y una cota aproximada de 1050 (+/-) 10 m s.n.m.

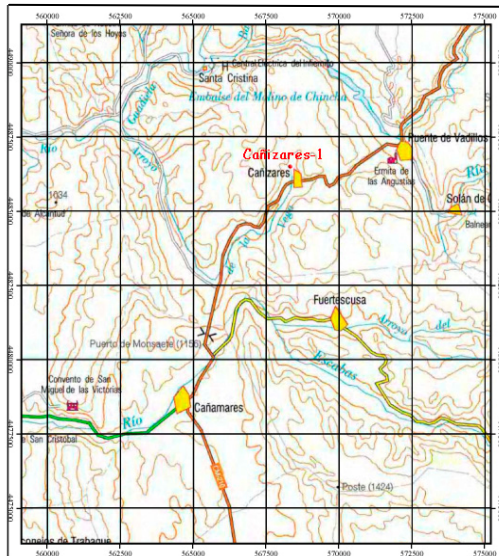


Figura 1. Situación general del Cañizares-1
Figura 2. Sondeo Cañizares-1 durante su perforación



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 marzo de 2008, mediante rotopercusión con martillo en fondo, por parte de Sondeos CARRETERO.

La ejecución del sondeo CAÑIZARES-I se perforó con un diámetro de 260 mm de 0-132 m.

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo CAÑIZARES-I corresponden principalmente a materiales de edad cretácica.

Se perforaron los siguientes materiales:

- 0- 2 m Suelo.
 - 2- 6 m Arcilla y cantos.
 - 6- 10 m Arcilla marrón.
 - 10- 18 m caliza granuda parda, fracturas rellenas de calcita y arcilla en 12-14 m.
.Agua a 12-14 m.
 - 18- 24 m Margas gris oscuras.
 - 24- 26 m Caliza arcillosa gris oscura.
 - 26- 32 m Caliza gris-parda con pátinas marrones y granuda.
 - 32- 40 m Caliza micrítica gris clara con recristalizaciones en fracturas.
 - 40- 70 m Dolomías micríticas grises con pátinas pardas.
 - 70- 76 m La dolomía anterior, alternante con caliza margosa oscura.
 - 76- 84 m Dolomías micríticas grises con pátinas pardas.
 - 84- 90 m Caliza margosa oscura.
 - 90- 92 m Arcillas verdes y calcarenitas.
 - 92-100 m Dolomía margosa gris clara con pátinas marrones.
 - 100-108 m Caliza gris micrítica con fracturaciones , oquedades y recristalizaciones.
 - 108-110 m Dolomías margosas gris-oscuras.
 - 110-112m Margas gris oscuras.
 - 112-116 m Dolomías gris oscuras.
 - 116-118 m Alternancia de dolomías y margas oscuras.
 - 118-120 m Dolomía.
 - 120-132 m Margas grises.
- Se atravesaron niveles acuíferos a 12-14 m, 84-90 m (1 L/s), 100-106 m (4 L/s), 120-122 m.

Las formaciones atravesadas corresponden al Cretácico Medio-Superior.

2.2.3. Acondicionamiento de las obras

El sondeo se entubó con tubería de acero, de 200 mm, ranurándose los tramos 78-84 m,

96-126 m. Se cementó el tramo de 0-18 m y se instaló macizo de grava de un diámetro de 7-9 mm.

2.2.4. Hidroquímica

Las aguas del sondeo Cañizares-1 muestran una facies bicarbonatada cálcica-magnésica, con todos los parámetros analizados dentro de los límites de aptitud para consumo humano.

Fecha	Cl	SO4	HCO 3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	pH	C.E.	NH 4	PO4	SiO2
12-03-08	2	45	269	0	4	0	29	64	5	7,3	450	0	0	10,8

Tabla 1.- Componentes químicos (en mg/L), conductividad eléctrica (CE; en $\mu\text{S}/\text{cm}$) del sondeo perforado

INFORME APTITUD AGUA DE CONSUMO

Muestra 1 Fecha 12/03/2008

Parámetros físico-químicos

	Límite	Valor	Alerta
Arsénico	10 μl		
Boro	1 mg/l		
Cadmio	5 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Cianuro	50 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Cobre	2 mg/l		
Cromo	50 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Fluoruro	1.5 mg/l		
Mercurio	1 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Niquel	20 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Nitrato	50 mg/l	4,00	
Nitrito	0.5 mg/l	0,00	
Plomo	25 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Selenio	10 $\mu\text{g}/\text{l}$		

Parámetros indicadores

	Límite	Valor	Alerta
Aluminio	200 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Cloruro	250 mg/l	2	
C.E.	2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	450	
Hierro	200 $\mu\text{g}/\text{l}$		
Manganeso	50 $\mu\text{g}/\text{l}$		

Oxidabilidad	5 mg O ₂ /l		
pH	6.5 -9.5	7,3	
Sodio	200 mg/l	0	
Sulfato	250 mg/l	45	

Tabla 2. Parámetros indicadores de la aptitud del agua para consumo humano para el análisis de 12/3/2008.

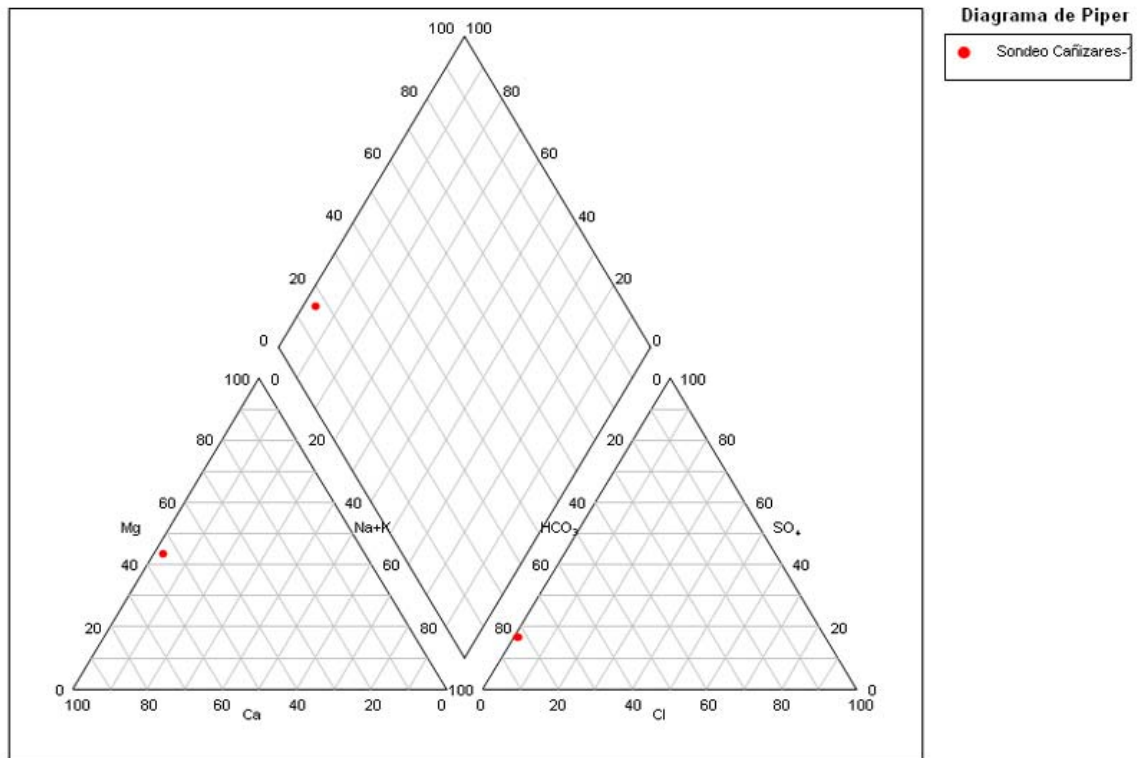


Figura 3.- Diagrama de Piper-Hill-Langelier donde se representa el agua del sondeo perforado y de la red de distribución.

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo afecta al acuífero cretácico incluido en la m.a.s. 030.003 Tajuña-Montes Universales, en el Flanco Occidental de la Cordillera Ibérica, sistema acuífero 18, perteneciente a la cuenca del Tajo. La zona se encuentra drenada por Arroyo de la Vega, afluente del río Guadiela, afluente a su vez del río Tajo. Según <http://aguas.igme.es>, soporta una precipitación media anual en torno a los 650 mm/año con unas entradas al acuífero de 642 hm³/año debido a infiltración directa del agua de lluvia. La superficie aflorante del mismo es de 2900 km² por lo que el valor medio de la recarga se ha estimado en 221 mm.

La profundidad del nivel piezométrico para el sondeo Cañizares-1 es de 22,25 m (

1027,75 m. s.n.m.). Atendiendo a las cotas piezométricas de diversos sondeos y manantiales del entorno se observa que dicha cota se sitúa entre los 974 m. s.n.m. y los 1200 m. s.n.m. Según el mapa de permeabilidades que ofrece el SIAS, la zona se corresponde con una zona carbonatada de permeabilidad media-alta.

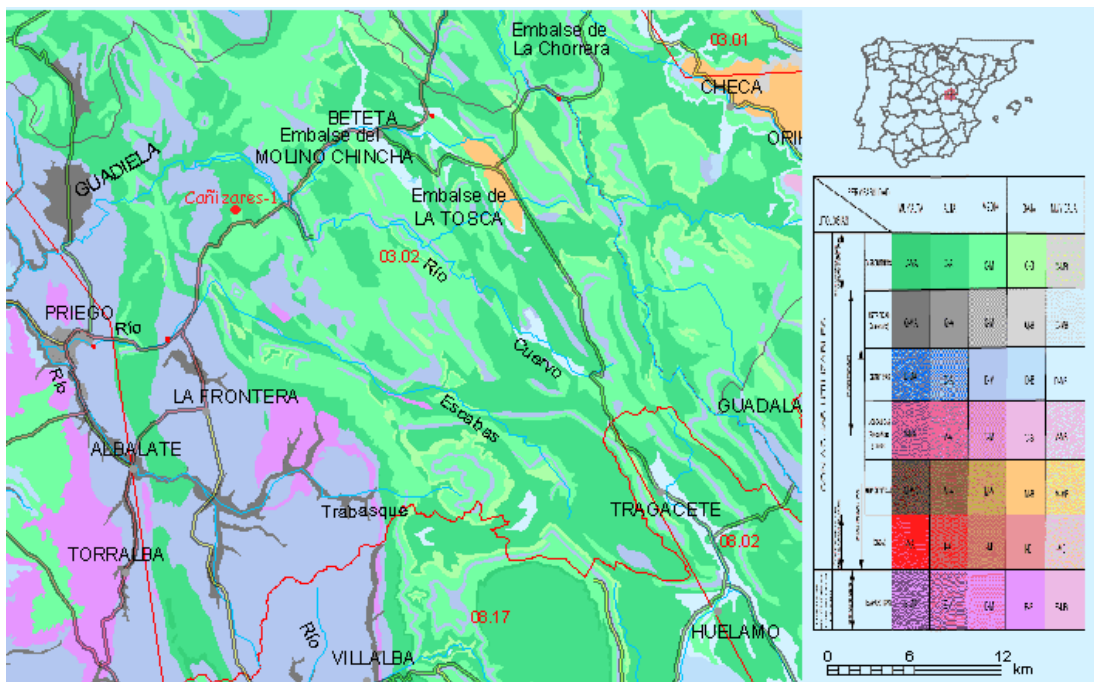


Figura 4. Mapa de permeabilidades de la UH 03.02, equivalente a la m.a.s. 03.003.

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

Sondeos CARRETERO realizó el 13 de marzo de 2008 el ensayo de bombeo del sondeo Cañizares-1, de 132 m de profundidad. Los parámetros hidráulicos obtenidos tras su interpretación arrojan una transmisividad de **17 m²/día** para un coeficiente de almacenamiento de $5 \cdot 10^{-4}$, estimado según Iglesias (1984) para una acuífero carbonatado cretácico confinado. El **caudal de explotación** recomendado, teniendo en cuenta un bombeo continuado de tres meses y admitiendo un abatimiento del nivel de 25 m máximo es de **3 L/s**.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo Cañizares-1 alcanzó una profundidad final de 132 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación de 3 L/s.

Se desconoce la calidad 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, los parámetros analizados muestran un agua apta para el consumo humano.

3.PROPOSTA DE LOS PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona considerada en este estudio se enmarca dentro de la m.a.s. 030.003 Tajuña-Montes Universales, en el Flanco Occidental de la Cordillera Ibérica, sistema acuífero 18, perteneciente a la cuenca del Tajo. Para la descripción de esta m.a.s. se contempla las características de la antigua U.H. 03.02, de la misma extensión y acuíferos. Esta m.a.s. se extiende por las provincias de Cuenca (1344.4 km²), Guadalajara (2508.7 km²) y Teruel (142.1 km²) con una superficie aflorante total de 2900 km². El acuífero es de tipo mixto, formado por materiales carbonatados (calizas, margas y dolomías) del Jurásico y del Cretácico con un espesor de 100-200 m.

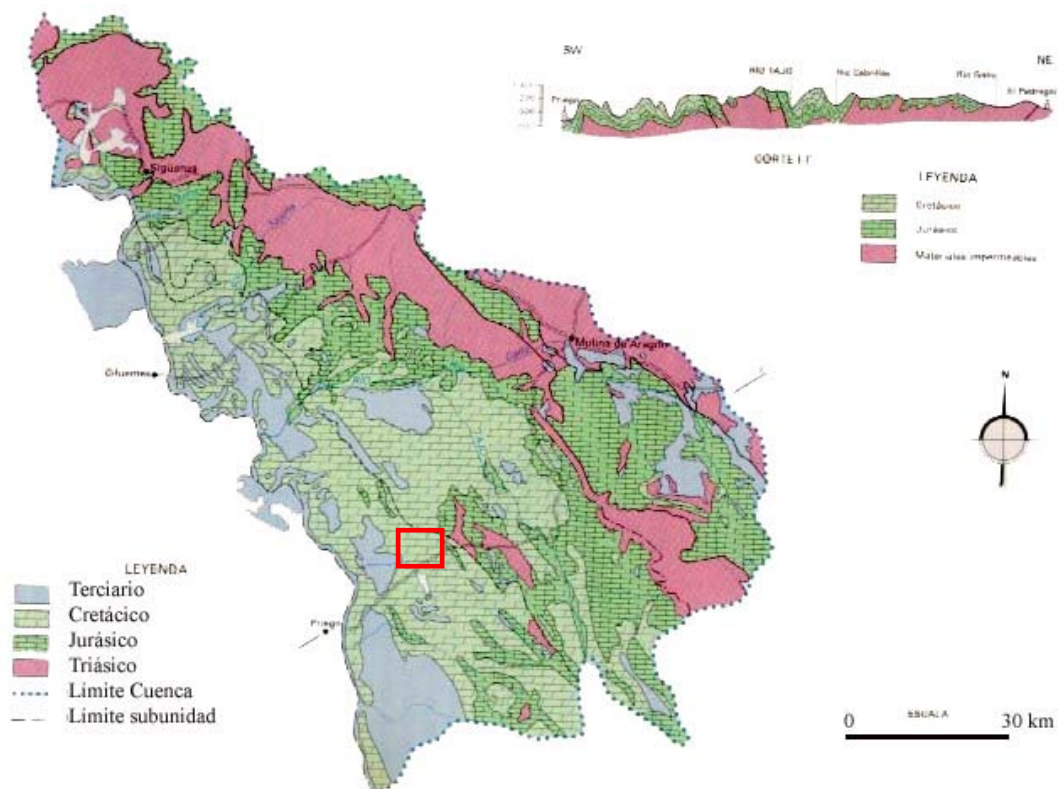


Figura 5.-Situación del área estudiada en la m.a.s. 030-003 “Tajuña-Montes Universales”.

3.2. Marco hidrogeológico local

Las formaciones acuíferas existentes en la zona se corresponden con las formaciones carbonatas del Cretácico superior. Diversas fuentes drenan estos materiales, constituyendo dos de ellas el abastecimiento a la localidad, previo a la perforación del nuevo sondeo. La naturaleza de todas las aguas es bicarbonatada cálcica-magnésica, con conductividades que oscilan entre 459-505 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Atendiendo a las cotas piezométricas de diversos sondeos y manantiales del entorno se observa que dicha cota se sitúa entre los 974 m. s.n.m. y los 1200 m. s.n.m., teniendo que distinguir entre aquellas cotas de nivel piezométrico representativas del acuífero explotado en profundidad por el sondeo Cañizares-1 y aquellas que drenan niveles más superficiales, sujetas a estacionalidad y de caudal variable. Así, se supone una dirección del flujo subterráneo hacia el sur, como indicarían las cotas piezométricas del sondeo (1038 m s.n.m) y de la fuente Llorente (1035 m s.n.m).

3.3. Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1 Inventario de focos de contaminación

El entorno de la nueva captación es agreste, accidentado y sin desarrollo de campos de cultivos ni de otras actividades agropecuarias y/o industriales remarcables. Únicamente en las inmediaciones de la localidad, donde confluyen los Arroyos de la Vega, de la Raposilla y otros adyacentes, los depósitos de fondo de valle se amplían lo que es aprovechado para la huerta. Aproximadamente a 600 m al sur de Cañizares, existía una fábrica resinera que contaba con un sondeo, hoy inactivo. Como focos puntuales de contaminación, se han de considerar los dos puntos de vertido de aguas residuales sin depurar (X= 568489,Y= 4485569; X= 568431; Y= 4485977) y el cementerio (X = 568686, Y = 4485472) aunque situados todos ellos aguas debajo de la captación. Así

mismo, la propia localidad podría suponer un foco potencial de contaminación, en el caso se dieran fugas de la red de alcantarillado.

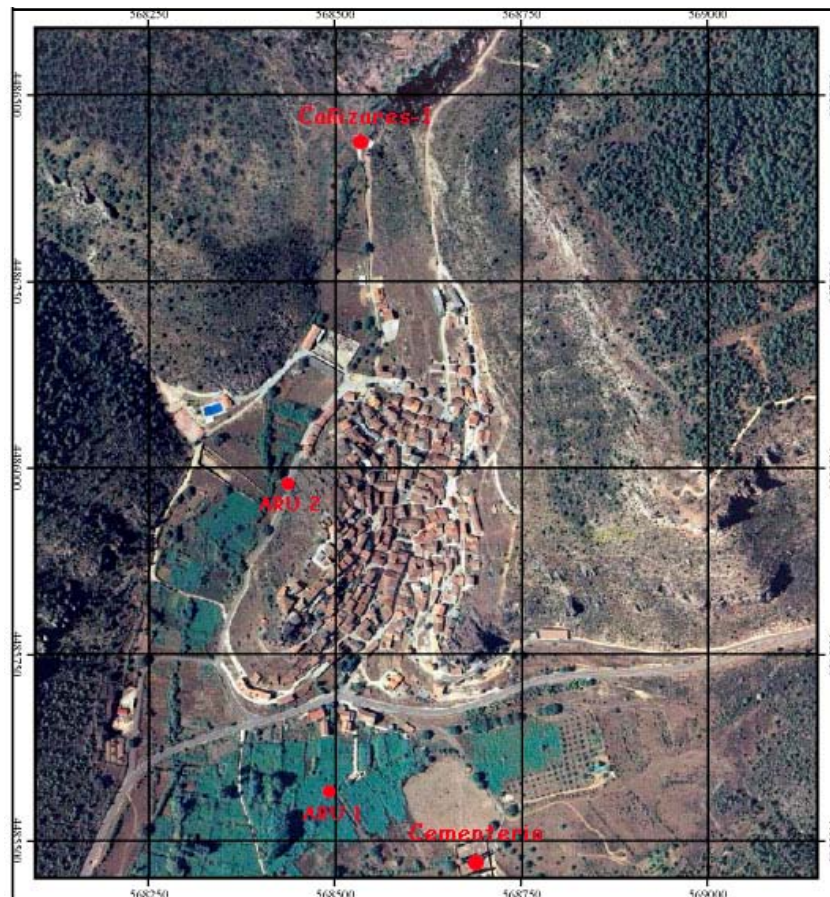


Figura 6. Focos de contaminación en el entorno de Cañizares

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; la elección del más adecuado dependerá del medio geológico del que se trate así como de la cantidad y calidad de la información de la que se disponga para dicha zona. En este estudio se ha seleccionado el método del índice DRASTIC, desarrollado por 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 con un rango 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 distinta influencia que se considera ejercen sobre 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 zona no saturada (I) y el menor (1) para la topografía (T) (Tabla 3).

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).

La obtención de este índice se repite para cada una de las celdas en las que se divide la zona de estudio, en este caso de 500 x 500 m, para así obtener la cartografía de vulnerabilidad del área que se quiere proteger.

El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo más 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

El índice DRASTIC se trata de una herramienta para la caracterización del medio físico, en este caso de un acuífero, orientado a obtener unos resultados que luego permitan una correcta gestión del mismo. Se trata pues de una simplificación en la que el criterio hidrogeológico en sentido amplio ha de guiar toda discusión, pues este abarca muchos más aspectos que los siete índices propuestos del acrónimo.

En el caso de acuíferos kársticos, es fundamental tener además en cuenta aquellos rasgos geomorfológicos que sean indicativos de una circulación preferente de agua (sumideros, dolinas, etc.)

La presente cartografía de vulnerabilidad considera el acuífero carbonatado cretácico explotado por el sondeo Cañizares-1, considerando como tal a las siguientes formaciones conectadas hidráulicamente:

Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada (Turonense): 70 m de espesor.

Fm. Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera, Fm. Calizas de Hontoria del Pinar (Coniaciense-Santoniense superior): 95 m de espesor

Fm. Brechas dolomíticas de Cuenca (Santoniense superior-Campaniense) : 70
m de espesor.

El espesor total es de 235 m, asumiendo así que la *Fm. Margas de Chera, dolomías de Alatoz, dolomías de Villa de Vés y margas de Casamedina*, desconecta hidráulicamente el acuífero de los materiales infrayacentes y aunque así no fuera, el sondeo no lo explota con que se asumirá como espesor saturado el que se sitúe por encima de este nivel.

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

- Para hallar el parámetro **D**, profundidad del nivel piezométrico para el acuífero carbonatado cretácico, no se dispone de una piezometría detallada de la zona por lo que se asumirá la cota del nivel medida en el sondeo (NP = 22.25 índice **D** = 2). Para las celdas en las que aflore material estratigráficamente por encima del acuífero explotado, se considerará un NP > 30 e índice **D** = 1. De todas las fuentes del entorno, se ha considerado la Fuente Llorente y la del Pozo de la Vega y Lavadero como las únicas que drenan el mismo acuífero que el sondeo explota en profundidad. Para estas fuentes, el nivel piezométrico coincidirá con la cota topográfica y por tanto el índice **D** será **D** = 10.
- Según <http://aguas.igme.es>, el acuífero que nos ocupa soporta una precipitación media anual en torno a los 650 mm/año con unas entradas totales de 642 hm³/año debido a infiltración directa del agua de lluvia. La superficie aflorante del mismo es de 2900 km² por lo que el valor medio de la recarga se ha estimado en 221 mm (**R** = 8)
- La formación principal que constituye acuífero es la *Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada (Turonense)*, una formación calcárea muy karstificada,

con evidentes muestras de emersión y brechicificada por lo que se le asigna un índice de **A = 10**.

- Para el suelo se ha considerado el caso más desfavorable, el de suelo ausente **S=10**.
- El valor del índice **T** de topografía se ha calculado para cada celda de la cartografía de vulnerabilidad, mediante la elaboración de un mapa de pendientes (en Anexo).
- El parámetro **I**, indicativo del papel que juega la litología de la zona no saturada en la protección natural del acuífero, se ha tomado desde **I = 10** cuando la zona no saturada está constituida por las dolomías de la *Fm. Ciudad Encantada* hasta **I = 8 -7**, cuando engloba otras formaciones menos karstificadas como las del Coniaciense y Campaniense. En las celdas de la cartografía de vulnerabilidad donde afloran los materiales detríticos terciarios se ha considerado **I = 6**.
- La conductividad hidráulica se ha calculado a partir de los parámetros hidráulicos deducidos del ensayo de bombeo, tomando una Transmisividad de 17 m²/día y un espesor saturado de 36 m de rejilla o bien de 98 m de columna de calizas y dolomías. La conductividad hidráulica así calculada comprende $k = 0.17- 0.5$, ambos con un índice **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 3. Índices de ponderación y valores del índice DRASTIC.

A) DESCRIPCIÓN LITOLÓGIA	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 LITOLÓGIA 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 desprende de la cartografía de vulnerabilidad realizada, la mayor parte de la zona de estudio presenta una **vulnerabilidad moderada**. La zona donde afloran los

detríticos terciarios así como las zonas donde afloran los materiales estratigráficamente por debajo del acuífero explotado **presentan vulnerabilidad baja a muy baja**. Las zonas donde aflora directamente la formación acuífera y/o en las que el nivel piezométrico se encuentra próximo a la superficie así como zonas de infiltración preferencial debido a la topografía subhorizontal reflejan una **vulnerabilidad alta, muy alta y extrema**.

Cartografía vulnerabilidad Cañizares

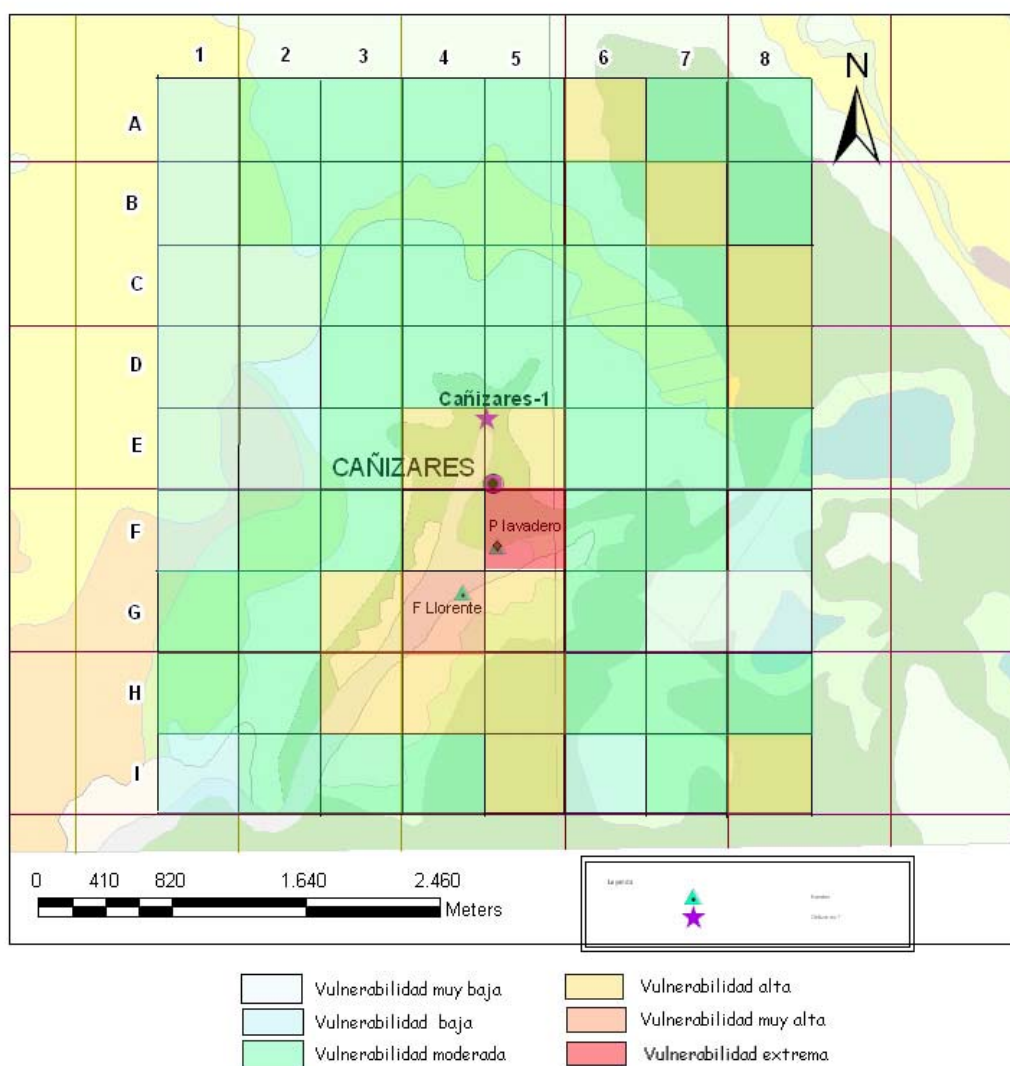


Figura 7. Mapa de estimación de la vulnerabilidad mediante el método DRATIC.

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 m². 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 del terreno.
- 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 propone el perímetro de protección para el sondeo nuevo perforado **Cañizares-1**, que explota un acuífero carbonatado cretácico de carácter fundamentalmente confinado.

1) 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 perforado. El vallado propuesto es un cuadrado de aproximadamente 20x20m de lado y de coordenadas las que aparecen en la **Tabla 4**.

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.

En el interior de este vallado queda prohibida toda actividad agrícola, ganadera, urbana e industrial.

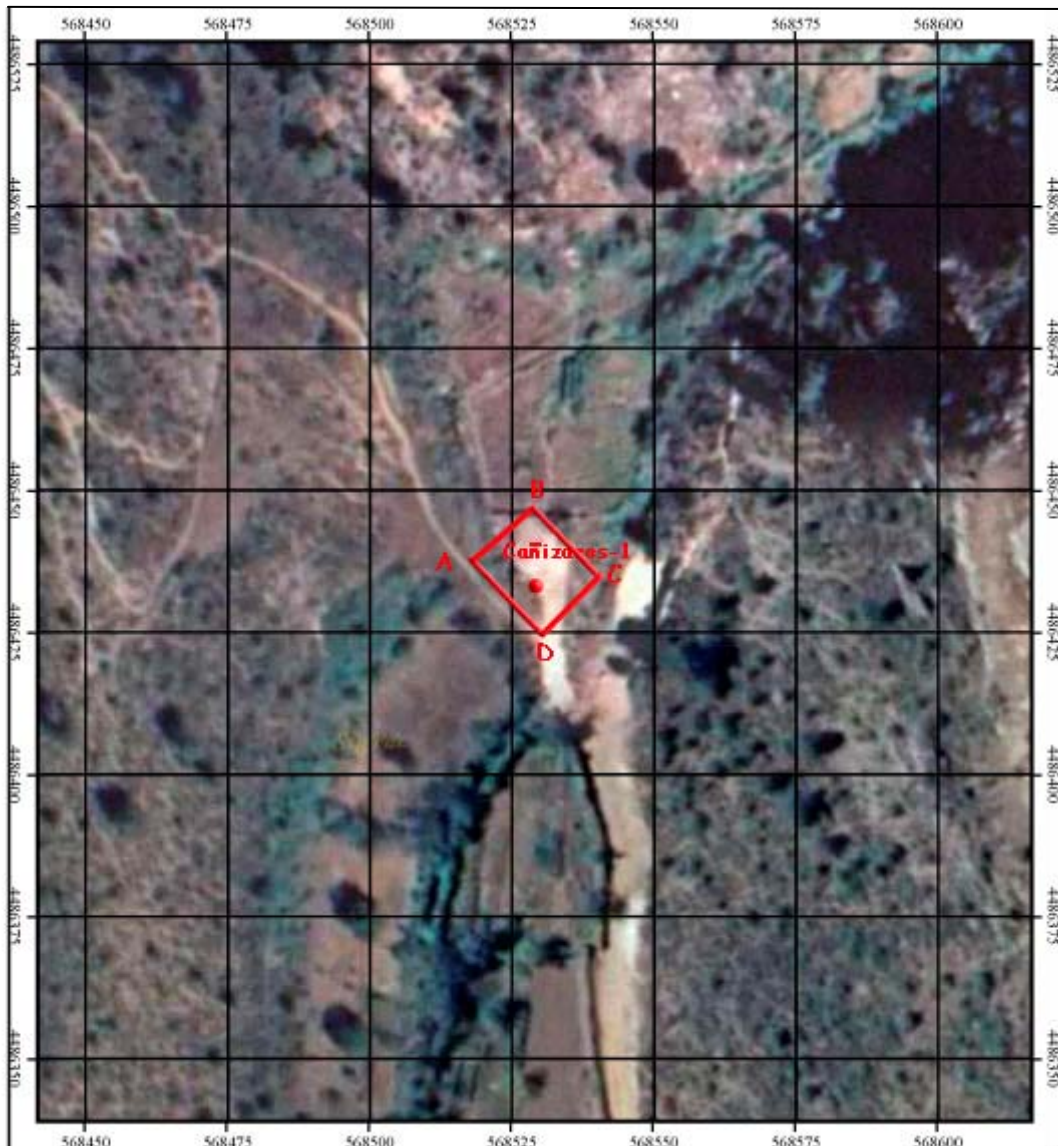


Figura 8. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones absolutas.

2) 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, 2003):

La ecuación volumétrica es la siguiente:

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

$$b\pi R^2 = \text{Volumen total del cilindro}$$

$$m * b\pi R^2 = \text{Volumen de agua contenido}$$

Siendo:

Q = caudal bombeado

t = tiempo de tránsito hasta la captación

m = porosidad eficaz del acuífero

b = espesor saturado en la captación

R =radio del perímetro de protección

Si consideramos el sondeo de Cañizares-1, con un caudal bombeado de 3 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, la porosidad eficaz del acuífero carbonatado cretácico confinado $5 \cdot 10^{-4}$ y un espesor saturado igual a **36** m de rejilla, el radio de perímetro de protección obtenido es de 480 m. Si en vez de considerar como tramo saturado el espesor de la rejilla, se toma el espesor total de calizas productivas de la captación, el radio obtenido es de **290** m.

Atendiendo a la cartografía de vulnerabilidad obtenida, con el sondeo y un área de 100 Ha inmediatamente al sur del mismo con vulnerabilidad alta a extrema, a la localización de los focos de contaminación, y más concretamente el punto ARU-2 situado a 445 m al SSO en una zona de vulnerabilidad alta, así como a diversos criterios hidrogeológicos, se ha diseñado el perímetro correspondiente de protecciones máximas, de coordenadas las señaladas en la **Tabla 4** tomando el valor del radio más conservativo.

Según la **Tabla 5**, una serie de actividades han de ser restringidas en dicha zona, siendo la más prioritaria la retirada del vertido de aguas residuales ARU-2. El punto de vertido ARU-1 queda también englobado dentro de la zona de protección moderada, por lo que se propone la retirada de ambos a algún punto comprendido entre el km. 36 y 37 de la carretera que accede por el sur al pueblo.

Es también prioritario cerciorarse de la inexistencia de fugas de la red de alcantarillado, fosas sépticas y/o pozos negros en el pueblo ya que éste queda totalmente englobado dentro del perímetro.

Aunque la agricultura no es significativa en esta área, remarcar que queda prohibido el uso de fertilizantes y pesticidas.

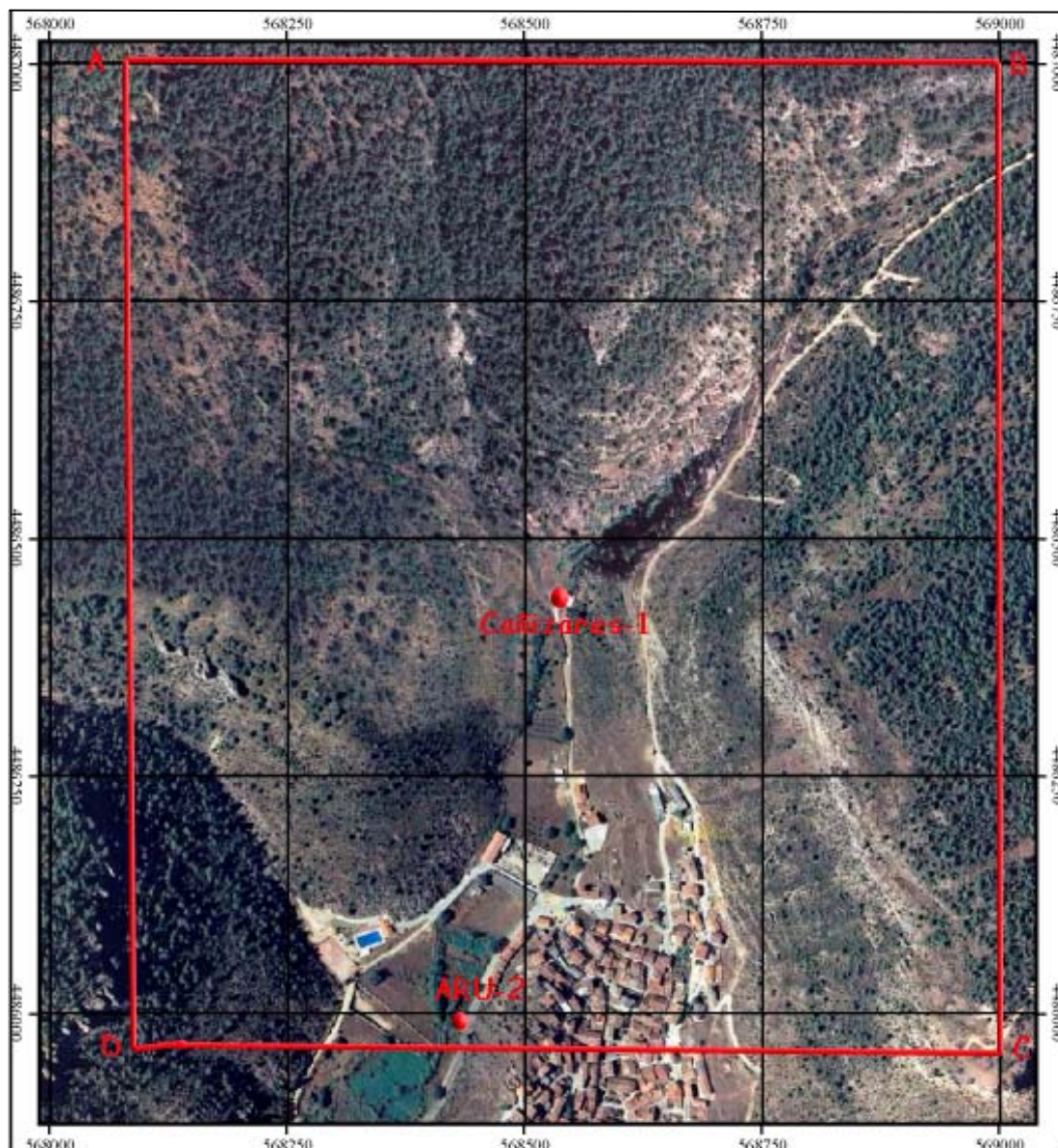


Figura 9. Mapa de la propuesta del perímetro de zona próxima.

3) Para el establecimiento de la **zona alejada o de restricciones moderadas se han empleado criterios hidrogeológicos** conjuntamente con el método del **radio en función del tiempo de tránsito.**

Para un tiempo de tránsito de cuatro años, se obtiene un radio de 1568 m. La zona quedará perfilada por este radio así como por otras consideraciones hidrogeológicas:

inclusión de las zonas con vulnerabilidad alta a extrema y a falta de una piezometría detallada, se considera una dirección preferente de flujo hacia el sur y se han aproximado los límites de la zona de protección a las divisorias de aguas superficiales.

Las actividades a restringir dentro de este perímetro vienen recogidas en la **Tabla 5**, destacando la prohibición de vertidos de aguas residuales urbanas en fosas sépticas ni cauces públicos así como la prohibición de establecer dentro del perímetro ningún vertedero de residuos sólidos urbanos. El resto de actividades relacionadas con la agricultura y ganadería deberán estar sujetas a un informe técnico sobre las condiciones a cumplir para que la calidad de las aguas subterráneas no se vea afectada.

Así se recomienda el alejamiento de los dos puntos de vertido de aguas residuales algún punto comprendido entre el km. 36 y 37 de la carretera que accede por el sur al pueblo.

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. 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 se recogen en la **Tabla 4**.

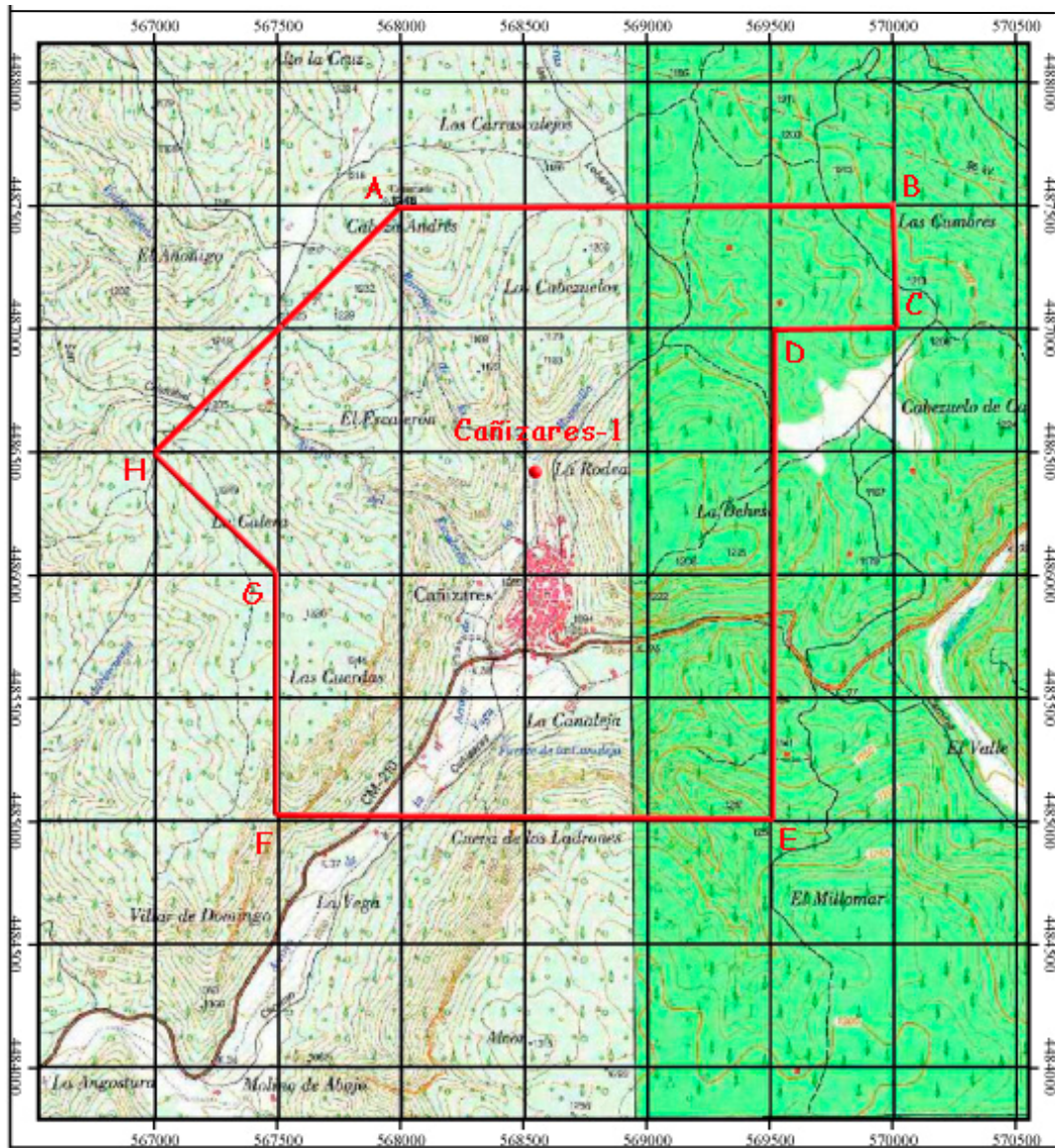


Figura 10.- Perímetro de protección de cantidad y calidad propuesto para restricciones moderadas.

Tabla 4. Poligonal envolvente del perímetro de protección de la cantidad y de la calidad propuesto.

	Nº PUNTO	UTM (X)	UTM (Y)	Z (m s.n.m.)
RESTRICCIÓNES ABSOLUTAS	A	568518	4486438	1055
	B	568530	4486446	1055
	C	568542	4486435	1055
	D	568530	4486425	1055
ZONA DE RESTRICCIÓNES MÁXIMAS	A	568060	4487000	1150
	B	569000	4487000	1130
	C	569000	4485965	1180
	D	568060	4485965	1170
ZONA DE RESTRICCIÓNES MODERADAS Y DE LA CANTIDAD	A	568000	4487500	1245
	B	570000	4487500	1210
	C	570000	4487000	1220
	D	569500	4487000	1220
	E	569500	4485000	1250
	F	567500	4485000	1050
	G	567500	4486000	1240
	H	567000	4486500	1200

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la **Tabla 5**.

Madrid, noviembre de 2008

Los autores del informe

Fdo. Esther Alonso Marín

Marc Martínez Parra

	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 5. Definición de las actividades restringidas o condicionadas dentro del perímetro de protección.

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.

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

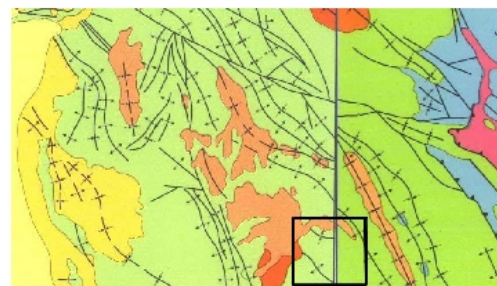
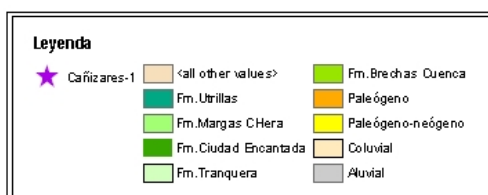
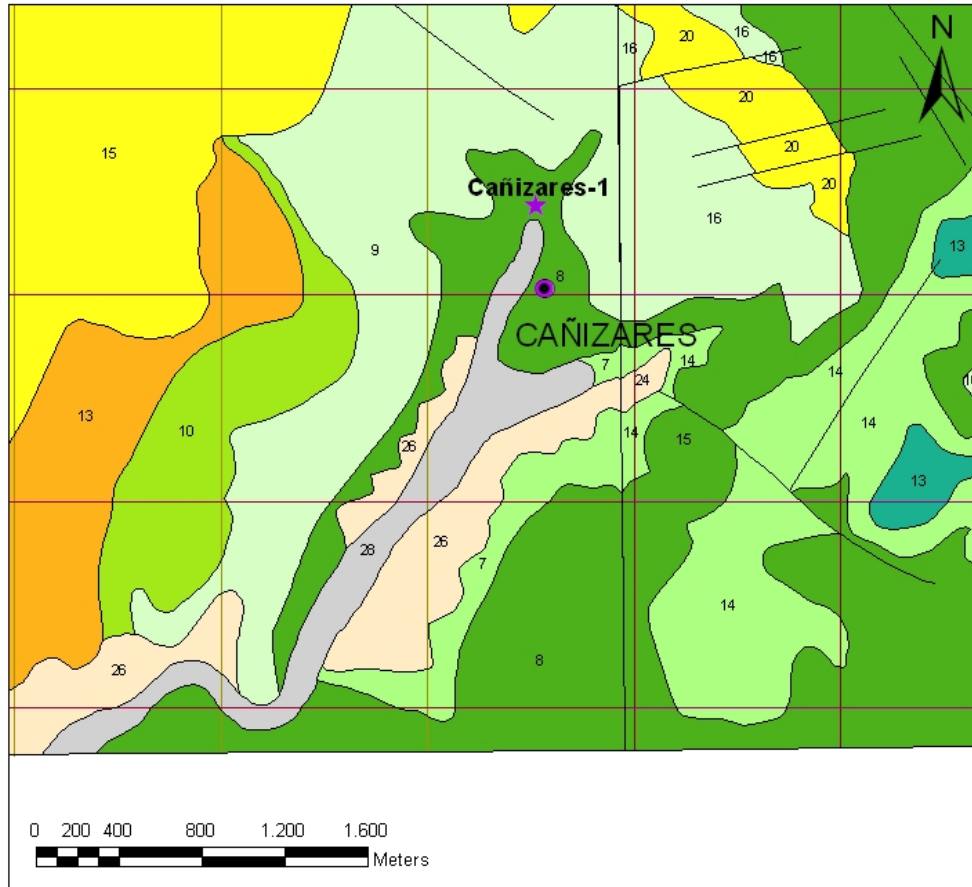
Martínez, C; García A: Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio.

IGME (2003)

ANEXOS

MAPA GEOLÓGICO
MAPA DE PENDIENTES
ESQUEMA DEL SONDEO

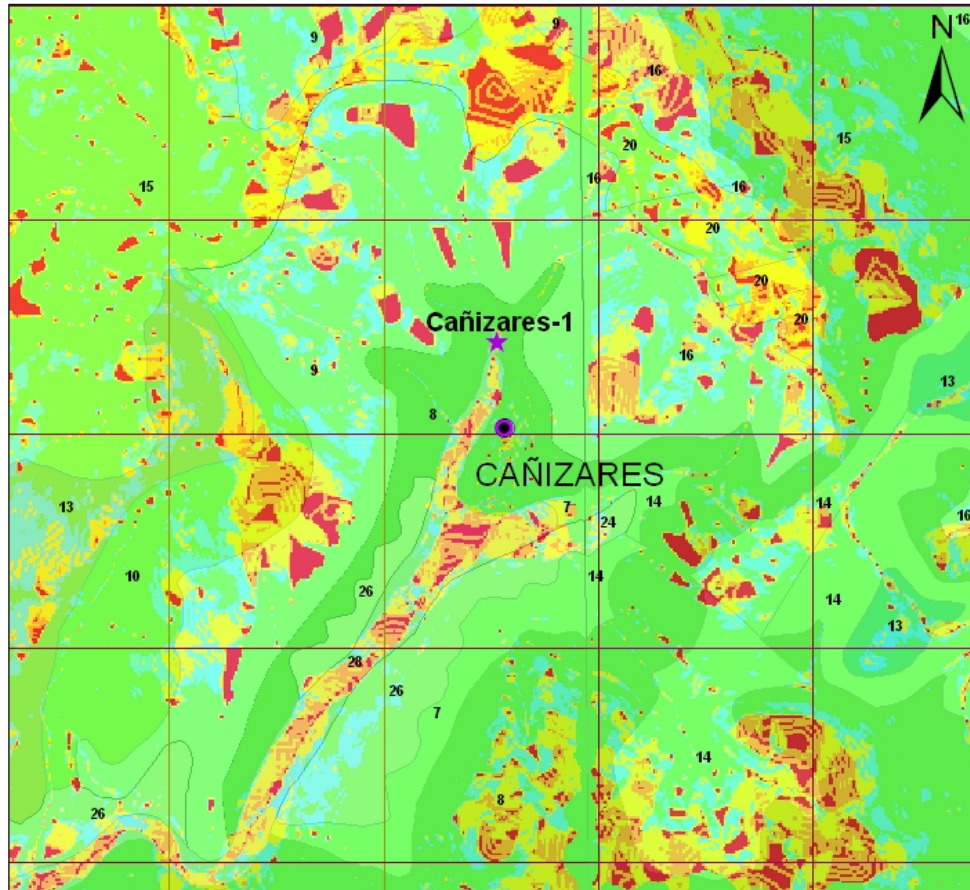
Mapa Geológico Cañizares



Escala 1:250000



Mapa geológico y de pendientes Cañizares



0 195 390 780 1.170 1.560
Meters

Leyenda			
★ Cañizares-1	6; 13 Fm. Utrillas	13; Paleógeno	Pendiente
	7; 14 Fm. Margas CHera	15; 20 Paleógeno-neógeno	
	8; 15 Fm. Ciudad Encantada	26; 24 Coluvial	
	9; 16 Fm. Tranquera	28 Aluvial	
	10; 17 Fm. Brechas Cuenca		
			0 - 3 %
			3 - 6 %
			6 - 12 %
			12 - 18 %
			18 - 100 %

CROQUIS DE POZO CAÑIZARES I (Cañizares)

