

**PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN
PARA LA CAPTACIÓN DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD DE
VILLANUEVA DE LA JARA (CUENCA)**

Noviembre 2009

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Demanda urbana y situación actual de abastecimiento

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura

2.2 Marco hidrogeológico regional

2.3 Marco hidrogeológico local: formaciones acuíferas

3. PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Inventario de potenciales focos de contaminación

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

3.3. Perímetro de protección de las captaciones

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

3.3.4 Perímetro de protección de la cantidad

4. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, en octubre de 2006 se redactó “*Actualización de la situación actual de los sistemas de abastecimiento urbano de 10 municipios de la provincia de Cuenca: Villanueva de la Jara*” en el que se describía el estado del abastecimiento y se definía un área de protección mediante diferentes criterios. Dicho trabajo fue realizado por la empresa EPTISA y ha servido de base para la realización de la siguiente propuesta de perímetro de protección.

La ubicación general de la localidad se muestra en la Figura 1.

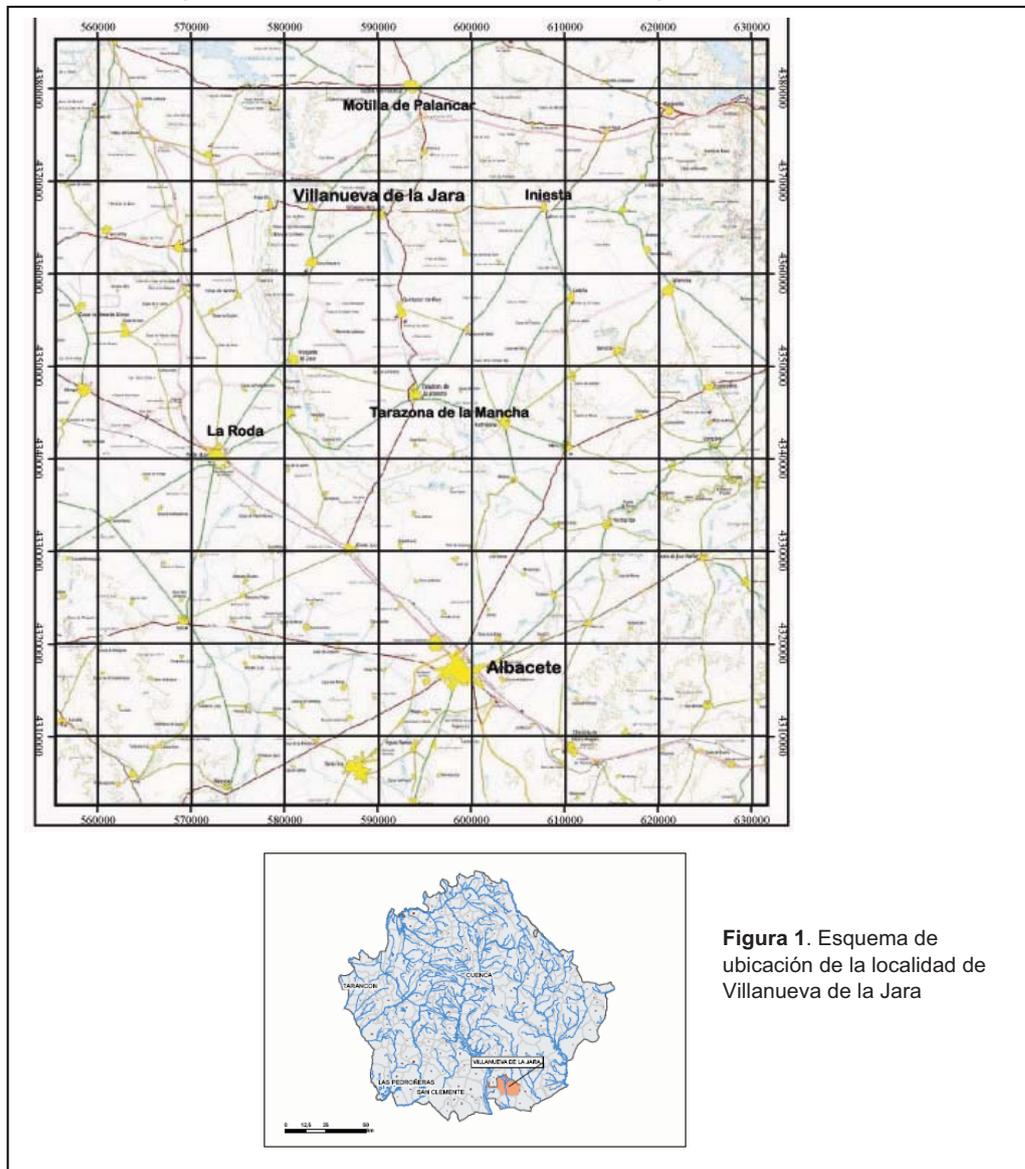


Figura 1. Esquema de ubicación de la localidad de Villanueva de la Jara

1.1. Demanda urbana y situación actual del abastecimiento

Este sistema de abastecimiento engloba únicamente al núcleo de población de Villanueva de la Jara. El municipio de Villanueva de la Jara consta además del núcleo urbano, de dos pedanías: Casas de Santa Cruz y Ribera de San Hermenegildo.

La población abastecida en dicho sistema, tanto estacional como residente, es la siguiente:

Residente: 2.111

Estacional: 3.250

Los datos de población residente proceden del censo de 2004, mientras que los datos de población estacional proceden de la Encuesta Sobre Infraestructuras y Equipamiento Local (EIEL) de 2000 realizada por la Diputación de Cuenca.

Según estos datos de población y aplicando la dotación teórica utilizada en los planes hidrológicos de 210 l/hab/d, los volúmenes necesarios para satisfacer dicha demanda serían de 443 m³/d durante todo el año y de 682 m³/d en los meses de verano. Estas dotaciones implican un volumen anual de 183.335 m³.

Si tenemos en cuenta el dato de consumo total (181.012 m³, proporcionado por la Diputación de Cuenca) y considerando una población anual equivalente de 2.392 habitantes (repartida la población estacional a lo largo de todos los meses del año), obtenemos una dotación real de 207 l/hab/día, prácticamente coincidente con la dotación teórica contemplada en el Plan Hidrológico de la Cuenca de Júcar.

Este sistema de abastecimiento cuenta con tres captaciones inventariadas aunque en la actualidad se abastece de dos de las captaciones. La tercera captación, inventariada como CA16251402 se encuentra inutilizada porque colapsó en 2003. La captación CA16251403 se construyó en 2005 para sustituir precisamente a esta captación inutilizada y fue puesta en funcionamiento en 2006. Actualmente los dos sondeos CA16251401 y CA16251403 están operativos, bombeando ambos con el mismo caudal y funcionando de manera alterna día y noche.

Las características principales de estas captaciones son las que figuran en la tabla 1.

NOMBRE	COD.	UTM_X	UTM_Y	Z	PROF(M)	Q(L/S)	NP(m)	GEOL.
S-1	CA16251401	589762	4366568	782	250	11 a 28	121.8	Cret.Sup
S-2	CA16251402	589540	4366637	784	327	colapsado		Cret.Sup.
S nuevo	CA16251403	589545	4366634	784	250	11 a 28	150	Cret.Sup.

Tabla 1. Captaciones para abastecimiento urbano de la localidad de Villanueva de la Jara

En la Figura 2 se muestran las características constructivas del sondeo S1 (CA16251401).

Todas las captaciones del sistema de abastecimiento captan el acuífero carbonatado constituido por calizas y dolomías del Cretácico Superior cuyo techo se encuentra situado a unos 190 m de profundidad. Se trata de un acuífero muy productivo con caudales de explotación altos, tal y como demuestra el ensayo de bombeo realizado en la captación principal en la que apenas se produjeron descensos tras un bombeo de 17 horas a caudal continuo de 28 l/s.

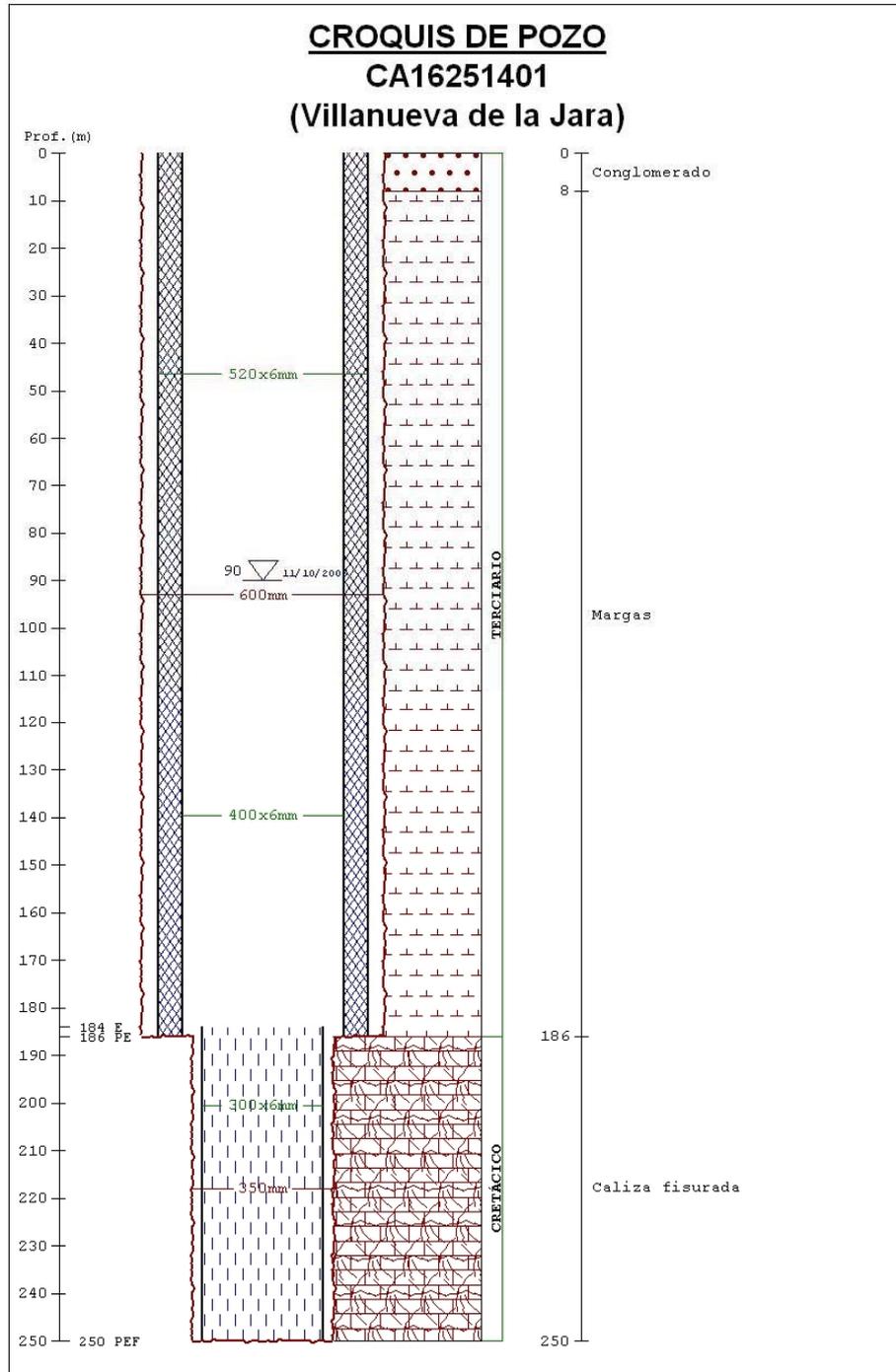


Figura 2. Esquema del sondeo S-1 perforado en 1981.

2. ESTUDIOS PREVIOS

Este informe se ha elaborado a partir del trabajo de Ana Castro (EPTISA) para el IGME/Diputación de Cuenca, en octubre de 2006 denominado “*Actualización de la situación actual de los sistemas de abastecimiento urbano de 10 municipios de la provincia de Cuenca: Villanueva de la Jara*”.

2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura

El conjunto de los materiales aflorantes en la zona corresponde en su mayoría a depósitos terciarios y cuaternarios, siendo los materiales más antiguos del Plioceno superior. Estos depósitos descansan sobre materiales mesozoicos, constituidos por calizas dolomíticas, dolomías y pasadas de dolomías arcillosas del Cretácico superior, detectados por métodos geofísicos y constatados por diversos sondeos mecánicos.

Dentro del Terciario se observa la presencia de tres formaciones, que afloran a lo largo de todo el área de estudio y que están constituidas por materiales mayoritariamente detríticos cuya edad se corresponde con el Plioceno superior.

La primera de las formaciones está constituida por calizas limolíticas arenosas entre las que se intercalan bancos de areniscas y arcillas. Aflora en ambos márgenes del río Valdemembra presentando un espesor de hasta 40 metros. Aunque se trata de una sucesión en la que dominan los fangos pardorrojizos con arena dispersa, son frecuentes los niveles de gravas de cuarzo, cuarcita, caliza y dolomías.

La otra formación aflorante son las gravas y arenas con encostramiento laminar carbonatado. Las gravas son de cantos cuarcíticos así como de caliza y dolomías. Las arenas sin cementar también son muy frecuentes, pudiendo aparecer ocasionalmente limos y arcillas.

Por último aparecen una serie de formaciones cuaternarias que van desde el Pleistoceno al Holoceno, que constituyen gran parte de los afloramientos de la zona y que se corresponden con depósitos de raña, glacis, terrazas, fondos de valle, etc. entre los que cabe destacar el aluvial del río Valdemembra.

Por debajo de estos materiales se encuentran los depósitos mesozoicos detríticos y carbonatados, que constituyen los principales acuíferos de la zona, siendo captados por la mayor parte de los sistemas de abastecimiento.

Estructuralmente la zona de estudio se caracteriza por unos depósitos postectónicos, como son los detríticos terciarios que se disponen subhorizontalmente, y unos materiales afectados por la tectónica Alpina como ocurre con las calizas y dolomías del Cretácico superior.

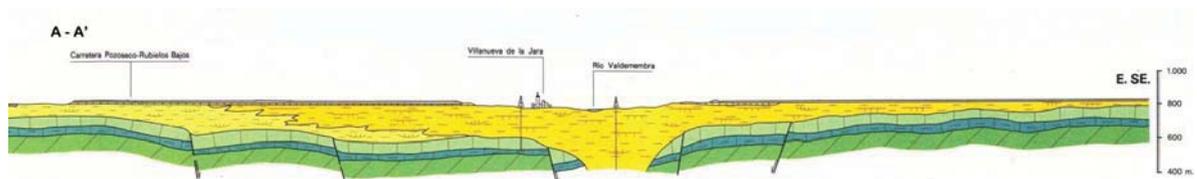


Figura 4- Corte geológico del área de estudio.

2.2. Hidrogeología regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MAS) tal y como se muestra en la Figura 5.

El municipio de Villanueva de la Jara está incluido en su totalidad en la Unidad Hidrogeológica UH 08.29: Mancha Oriental perteneciente a la Cuenca Hidrográfica 08: Júcar. La Masa de agua a la que se adscribe esta zona es la MAS 080.129 “Mancha Oriental” (CHJ, 2009) modificando tras los últimos trabajos de actualización (Sanz, 2005) la antigua denominación MAS 080.029. Esta Masa se reparte por tres provincias distintas: Cuenca (1589,43 km²), Albacete (5394,23 km²) y Valencia (526,28 km²) (Figura 6).

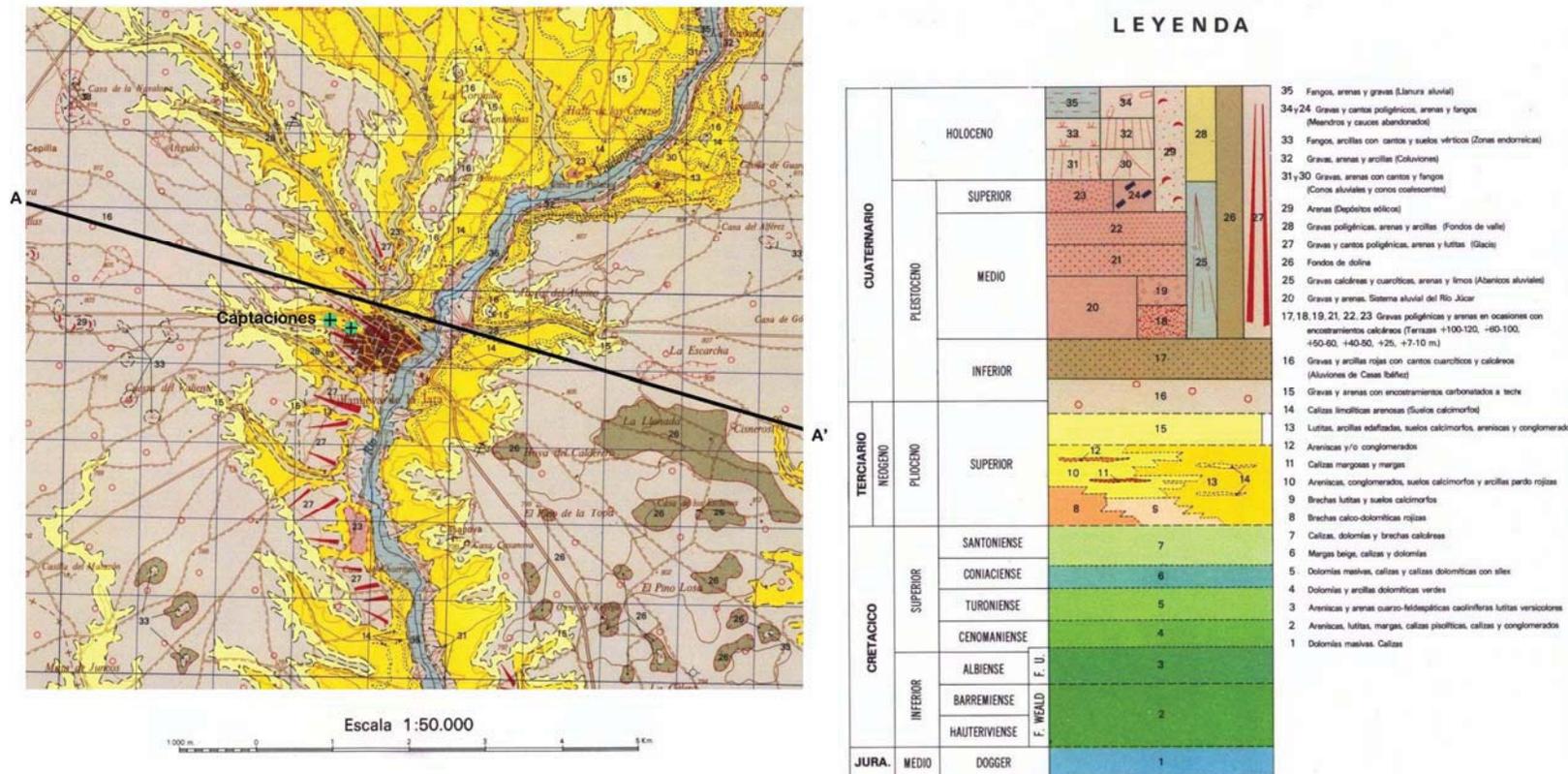


Figura 3. Mapa geológico del área de estudio, con las captaciones.

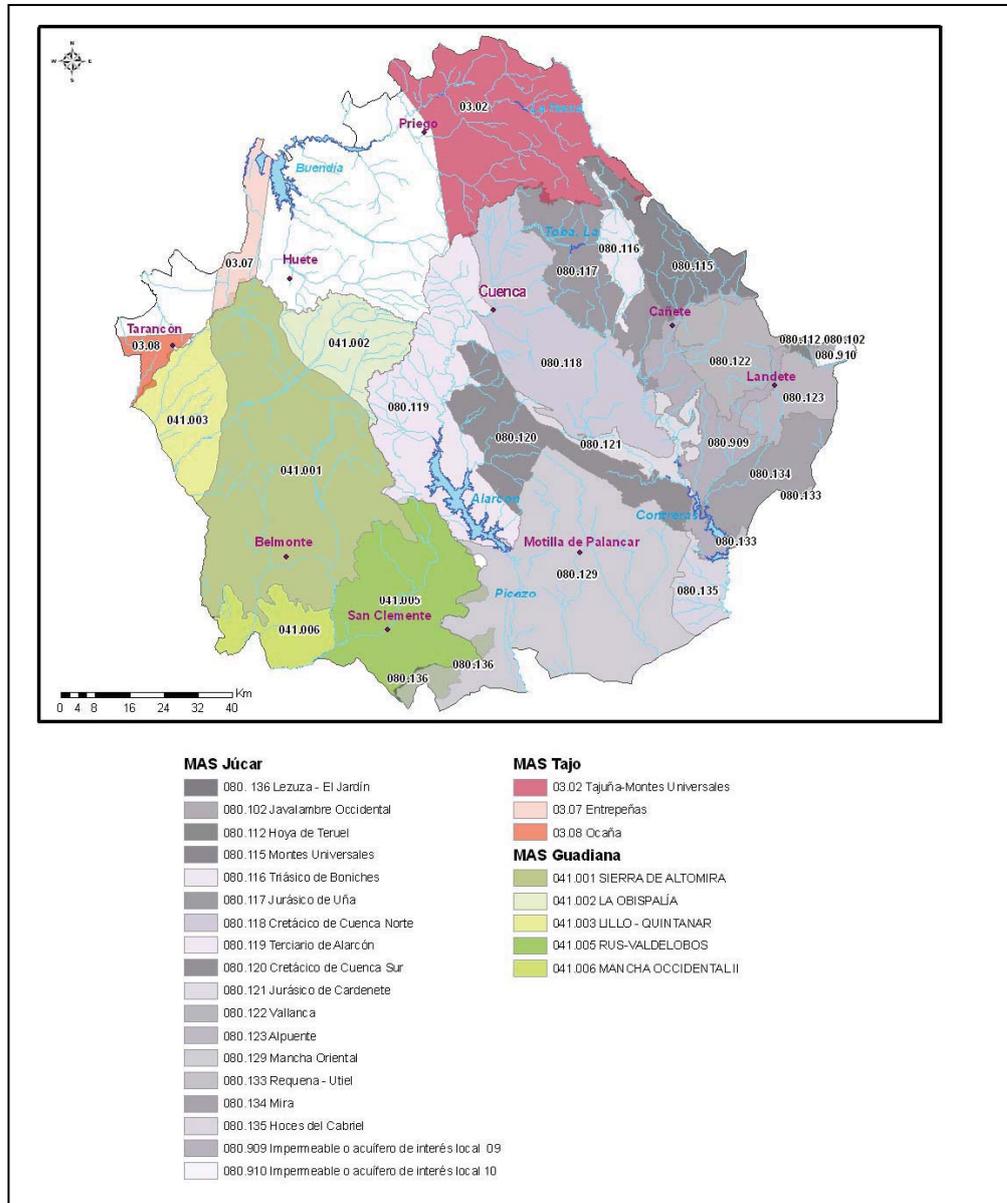


Figura 5. Masas de agua subterránea de la provincia de Cuenca

Los límites de la MAS 080.129: “Mancha Oriental” quedan delimitados en la Figura 7 (Sanz, 2005) de la manera siguiente:

- el límite noreste está representado por los afloramientos arcillosos y yesíferos del Keuper.
- el borde suroeste se ajusta al trazado cartográfico de los materiales margosos y arcillosos de la Formación Madroño de edad Jurásico Inferior.
- el límite norte se dispone en las cabeceras del río Valdemembra y arroyo Ledaña.
- el límite situado al este se relaciona con materiales del Keuper asociados a estructuras

diapíricas.

- el borde sureste se encuentra en la divisoria del río Reconque.
- los límites sur y noroeste. se encuentran respectivamente en las divisorias entre el río Júcar y el Segura y entre el río Guadiana y el Júcar.

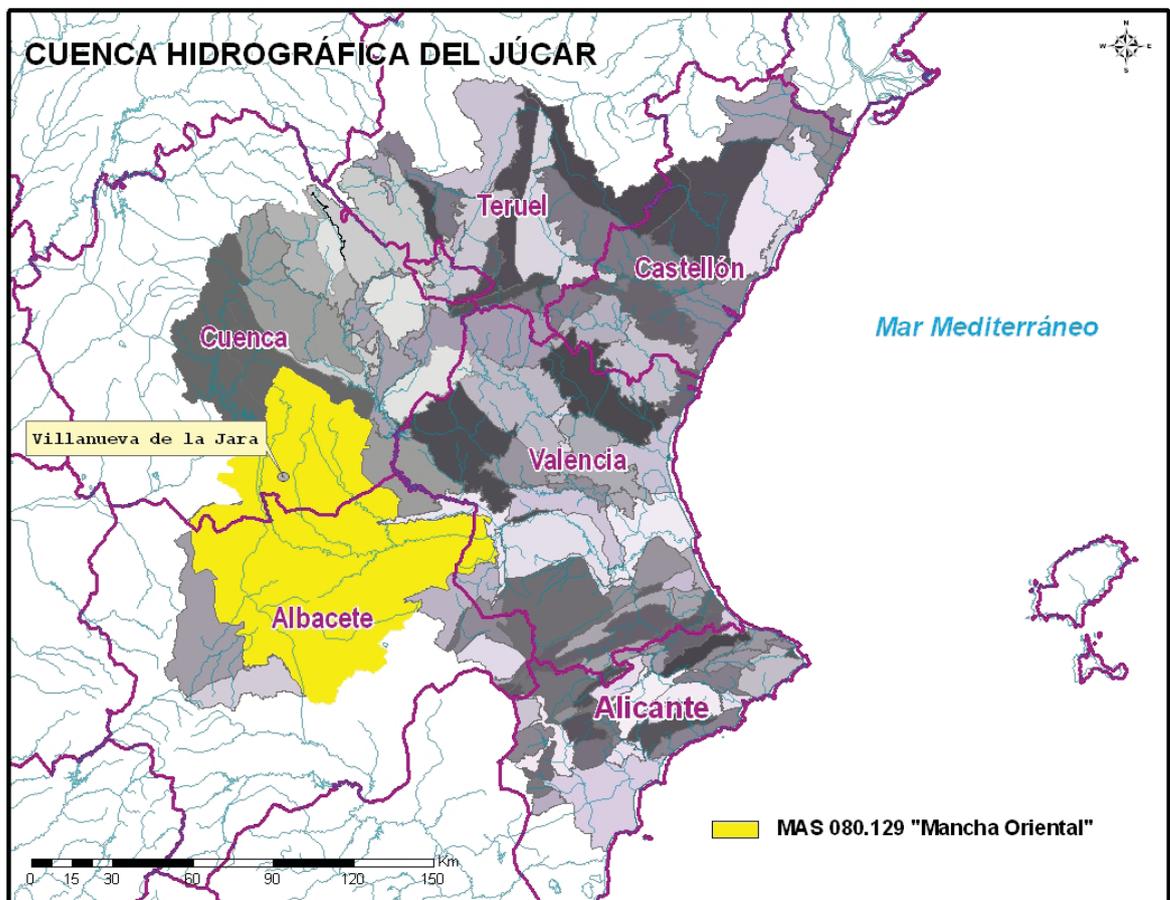


Figura 6.- Masa de agua subterránea MAS 080.129 "Mancha Oriental", dentro de la Cuenca Hidrográfica del Júcar.

El eje principal de drenaje es el río Júcar, que en un tramo actúa como ganador y en otro como perdedor. Los niveles son fuertemente descendentes, con un valor medio de 22 m para el periodo 1975-1995. La piezometría sitúa los niveles entre 570-770 m s.n.m. Las facies hidroquímicas varían: bicarbonatada-sulfatada cálcica, sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica, bicarbonatada cálcico-magnésica y sulfatada cálcico-magnésica.

El valor medio de conductividad en la unidad hidrogeológica es de 1011 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el de la concentración de nitratos de 33 mg/L.

El balance hídrico calculado se recoge en la tabla 2.

ENTRADAS ($\text{hm}^3/\text{año}$)		SALIDAS ($\text{hm}^3/\text{año}$)	
Lluvia directa	230	Manantiales	
Ríos	57	Ríos	100
Laterales	72	Bombeos	380
Retorno Riegos	45	Laterales	
Otras		Otras	
TOTAL	404	TOTAL	480

Tabla 2. Balance hídrico de la UH 08.29 Mancha Oriental

El volumen de agua utilizado al año se calcula que es de unos 380 $\text{hm}^3/\text{año}$, procedente de los bombeos. El agua es utilizada fundamentalmente para regadío (350 $\text{hm}^3/\text{año}$) y, en menor medida, para abastecimiento (30 $\text{hm}^3/\text{año}$).

En el área de estudio se encuentran aflorantes materiales del Mesozoico, Terciario e importantes extensiones de depósitos Pliocuaternarios. La distribución espacial de los materiales aflorantes se muestra en la Figura 8 (Sanz, 2005) así como la división en tres dominios estructurales, coincidentes con los tres dominios hidrogeológicos.

Los acuíferos descritos en esta MAS son cuatro, separados por los correspondientes materiales acuífugos y/o acuitardos:

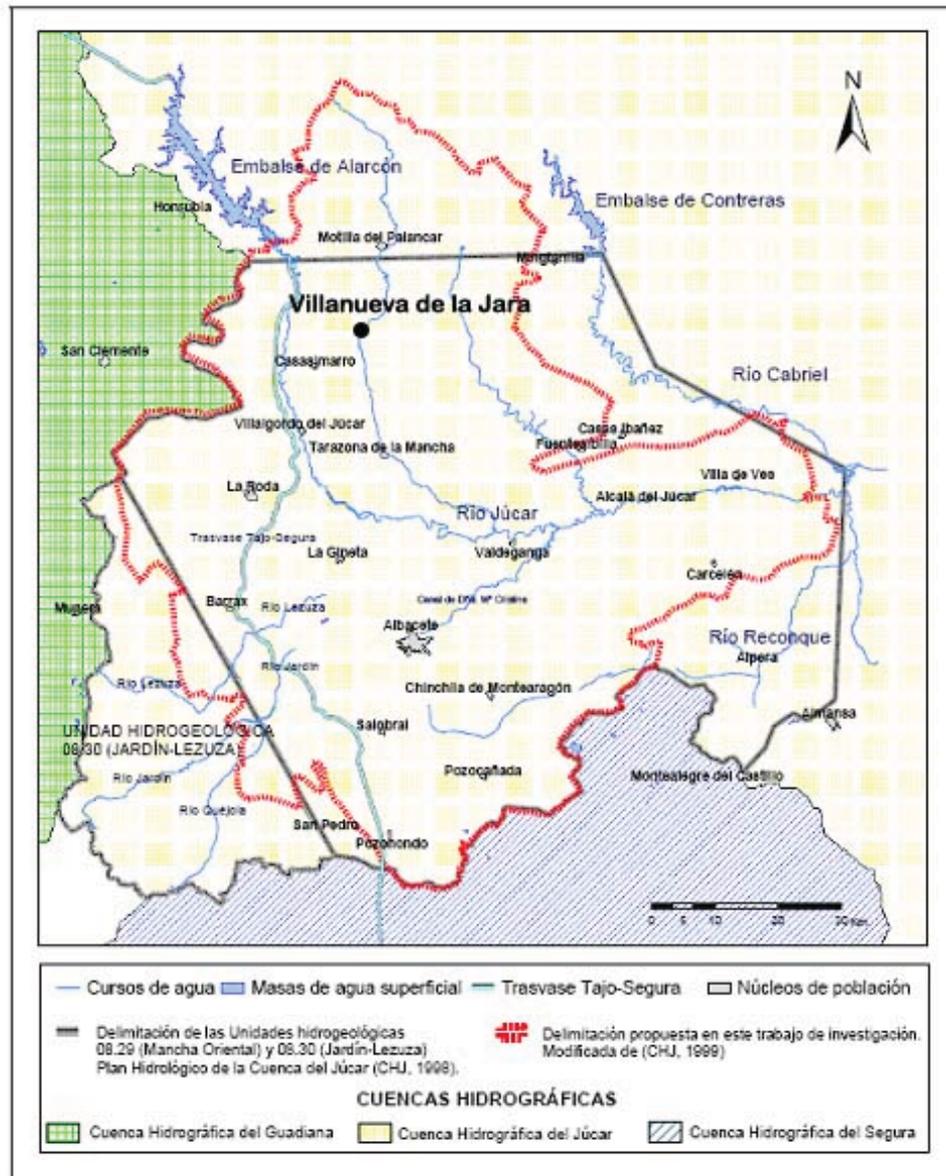


Figura 7. Delimitación de la Unidad Hidrogeológica 08.29 Mancha Oriental según el Plan Hidrológico del Júcar y delimitación propuesta en la tesis doctoral del 2005 de David Sanz. Notar que la delimitación proporcionada por Sanz es la recogida posteriormente en la delimitación de la MAS 080.129 “Mancha Oriental” por la CHJ (2009).

- **Acuífero del Jurásico Medio (UH7)** (Lias superior y Dogger): facies homogéneas formadas por dolomías y calizas frecuentemente karstificadas. De carácter confinado excepto en el borde meridional y occidental de la MAS, donde es de carácter libre. La acusada tectónica de bloques que afecta a estas unidades hace variar su potencia desde los **150 m** en el sector occidental a más de **500 m** en el sector central.

En el sector noroccidental la unidad aflora en el núcleo de los anticlinales de dirección NO-SE que, hacia el N, conectan con las estructuras de las sierras de Altomira y las estribaciones meridionales de la serranía de Cuenca.

- **Acuífero del Jurásico Superior (UH5)** (Malm): Esta formación está compuesta por materiales carbonatados (calizas y dolomías) fracturados, que le permiten almacenar y transmitir agua en cantidades apreciables. Esta unidad presenta una potencia media de unos **100 m** y su extensión se limita a la parte oriental del sistema. La conexión hidráulica con los materiales del Jurásico medio se produce a partir de saltos de falla de gran entidad. Este acuífero aparece normalmente confinado por los materiales del Cretácico inferior.

- **Acuífero del Cretácico Superior, (UH3)** (Turonense-Senonense): conjunto carbonatado (calizas y dolomías) fracturado y karstificado. Esta unidad aflora en el sector N del sistema y en el macizo Montearagón-Carcelén, desapareciendo bajo la Llanura de Albacete-Cuenca con gran buzamiento gracias a la existencia de accidentes tectónicos. Su extensión queda limitada al sector septentrional y oriental del sistema hidrogeológico. La morfología de esta unidad acuífera queda representada por cuñas que alcanzan una potencia máxima de **200 m** y disminuye hacia la mitad suroccidental del sistema.

- **Acuífero del Mioceno Medio (UH2)** (Pontiense): constituida por calizas con intercalaciones de materiales arcillosos, configurando una secuencia alternante con margocalizas y margas. Estos materiales presentan tanto a techo como a muro depósitos detríticos del terciario. En ocasiones, esta unidad se pone en contacto con las unidades acuíferas del Jurásico medio y Cretácico superior.

Esta unidad tiene una extensión limitada, situándose en la zona centro del sistema en las proximidades del río Júcar, y su morfología es de carácter lenticular.

Los mayores espesores se aprecian en las proximidades del río Júcar (Alcalá del Júcar), con potencias superiores a los **150 m**. Estos depósitos disminuyen su potencia hacia los bordes de forma cuasiconcéntrica y parecen no estar afectados directamente por la fracturación que si afecta a los materiales mesozoicos.

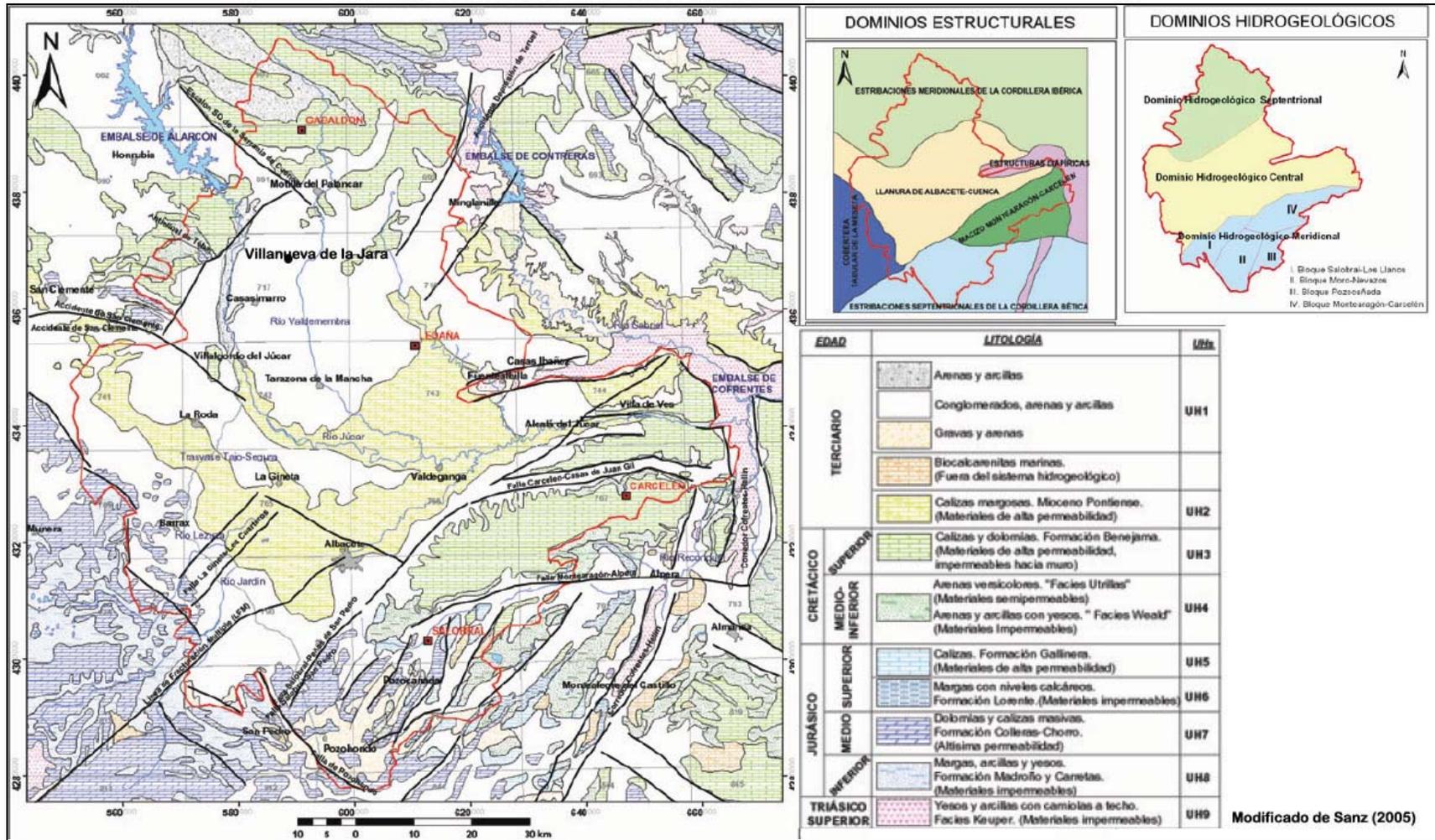
Acuífero	Litología	Potencia (m)
Mioceno Medio	Calizas	150
Cretácico	Calizas y dolomías	200
Jurásico Superior	Calizas y dolomías	250-350
Jurásico Medio	Calizas y dolomías	150-500

Tabla 3. *Acuíferos de la MAS 080.129 “Mancha Oriental”*

Villanueva de la Jara se ubica en el **dominio hidrogeológico septentrional** (DHS) coincidente con la zona estructural denominada “*Estribaciones meridionales de la Cordillera Ibérica*”. Su límite NO es la divisoria de aguas entre las cuencas del río Júcar y Guadiana; su límite NE coincide con la divisoria de aguas del río Júcar y Cabriel. El límite meridional coincide con el soterramiento de los materiales mesozoicos bajo el relleno terciario de la llanura manchega. Según Sanz, este límite está acompañado por fracturas con desplazamiento vertical sin que se produzca la desconexión entre los materiales geológicos a un lado y otro de las fracturas (Figura 8).

Figura. 8. Mapa geológico simplificado de la MAS 080.129 "Mancha Oriental" y delimitación de los dominios estructurales e hidrogeológicos (Sanz, 2005).

tuto Geológico
nero de España



2.3 Hidrogeología local: formaciones acuíferas

La zona de estudio se encuentra situada dentro de la Cuenca del Júcar, y pertenece a la masa de agua 080.129: Mancha Oriental.

Los principales acuíferos de la región corresponden a los depósitos cretácicos (niveles calcáreos del Senoniense, a las dolomías del Turoniense y a las arenas en “Facies Utrillas”) y a los jurásicos (dolomías del Dogger), que para la zona de estudio, quedan a demasiada profundidad. Así la mayoría de las perforaciones de la zona, así como el sondeo de abastecimiento de Villanueva de la Jara buscan los niveles cretácicos superiores, que se presentan muy karstificados y fisurados, cuyo espesor ronda los 40 m y que en la zona del sondeo se encuentran a 186 m de profundidad. El ensayo realizado por el IGME en noviembre de 1981 mostró una transmisividad de 6900 m²/día. Se dispone de datos de piezometría de dicho sondeo, mostrando, entre 1981 a 2005 un cierto mantenimiento a una profundidad entre 90-122 m.

En cuanto a los niveles neógenos, pueden existir pequeños acuíferos aislados de escasa importancia y con problemas de arrastres, y por lo tanto escaso interés hidrogeológico. Lo mismo ocurre con los acuíferos cuaternarios, por lo general asociados al sistema aluvial del Júcar, aunque estos pueden cubrir pequeñas demandas de uso local.

Para la caracterización hidroquímica del abastecimiento, se tomó una muestra de agua durante las inspecciones medioambientales realizadas en Villanueva de la Jara en noviembre de 2005 procedente del sondeo antiguo (CA16251401), que capta sus aguas del acuífero carbonatado del Cretácico superior (tabla 4).

Muestra	DQO	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	NO ₃ ⁻	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K ⁺	pH	Cond	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	SiO ₂
CA16251401	0,5	52	54	268	0	23	9	25	101	0	7,5	624	0,00	0,00	0,00	10,3

Tabla 4. Resultados del análisis efectuado del sondeo antiguo. Los datos están en mg/l, excepto conductividad (μS/cm) y pH.

El agua procedente del sondeo presenta una mineralización media-baja y una facies bicarbonatada cálcica, con una conductividad de 624 μS/cm y una concentración de nitratos de 23 mg/l de NO₃⁻, con valores de los parámetros analizados inferiores a los límites establecidos en la normativa vigente para aguas de abastecimiento, según el R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

3. PROPUESTA DE PERIMETRO DE PROTECCIÓN

3.1 Inventario focos potenciales de contaminación.

Según el informe elaborado por EPTISA, se han localizado ocho focos potenciales de contaminación en las inmediaciones de las captaciones que podrían estar influyendo negativamente en la calidad del agua de las mismas (figura 11, tabla 5).

<i>Naturaleza</i>	<i>Tipo</i>	<i>Contaminante potencial</i>
Cementerio	Puntual no conservativo	Fosfatos
Fábricas de compost (2)	Puntual no conservativo	Materia orgánica degradada
Gasolinera	Puntual conservativo	Hidrocarburos
Almacén de gasóleo	Puntual conservativo	Hidrocarburos
Vertedero controlado	Puntual conservativo	Variado
Vertedero incontrolado	Puntual conservativo	Variado
Tierras de cultivo de olivo, almendro y viña	Areal no conservativo	Nitratos, fosfatos y potasio
Núcleo urbano de Villanueva de la Jara	Areal	Variado

Tabla 5. Potenciales focos de contaminación en el entorno de Villanueva de la Jara.

Los sondeos de captación de agua se encuentran situados dentro del núcleo urbano de Villanueva de la Jara, con lo que podrían verse influidos, además de por los potenciales focos de contaminación descritos, por roturas en la red de saneamiento, etc.

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

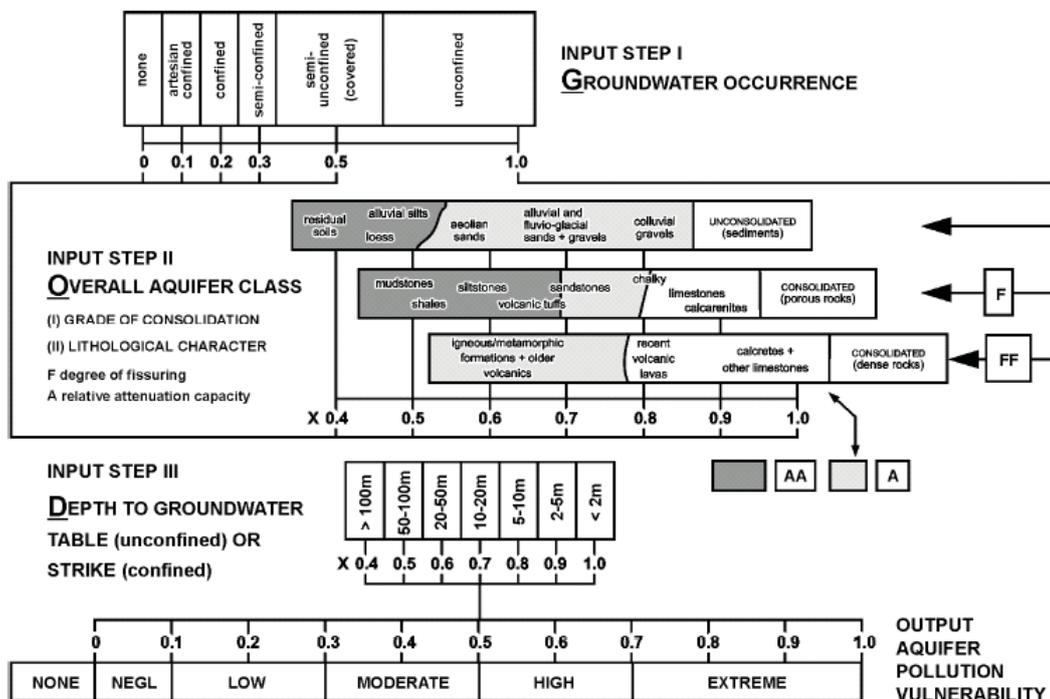
Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para su realización existen distintos métodos, como el método GOD utilizado en el presente estudio. Este método propuesto por Foster (1987) se basa en la asignación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

G- tipo de acuífero.

O- litología de cobertura del acuífero

D- profundidad del agua o del acuífero.

En la Figura 10 (Foster e Hirata, 1991) se reproduce el diagrama para cualificar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación. Los tres índices que se multiplican entre sí, resultan en uno final que puede variar entre 1 (vulnerabilidad máxima) y 0 (mínima).



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

Figura 10. Esquema de la valoración del índice GOD.

El agua se capta del acuífero calcáreo del Cretácico, situado a unos 200 m de profundidad en la zona de estudio, y con materiales de baja permeabilidad a techo, con lo que la cartografía de vulnerabilidad arroja unos valores insignificantes al respecto.

Los valores utilizados al aplicar el método GOD han sido los mismos para todas las celdas:

G = 0.2 al tratarse de el acuífero confinado del Cretácico superior.

O = 0.6 al disponerse por encima de dicho acuífero materiales detríticos de baja permeabilidad

D = 0.4 al situarse el techo de la formación acuífera a 190_m de profundidad.

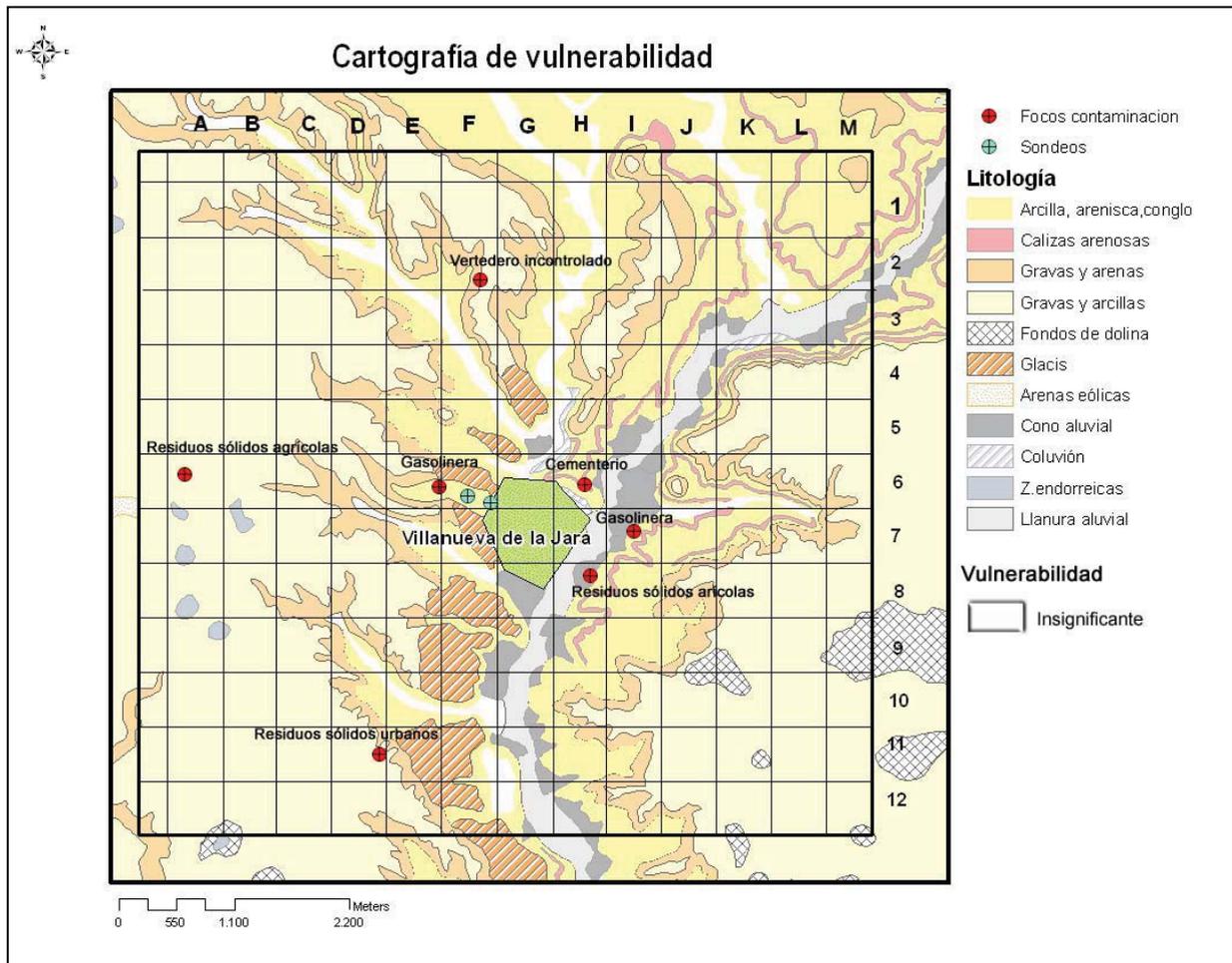


Figura 11. Cartografía de vulnerabilidad empleando el método GOD y ubicación de los potenciales focos de contaminación.

3.3. Perímetro de protección de las captaciones

Habitualmente, se recomienda 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.
- 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 en torno a las captaciones utilizadas para el abastecimiento a Villanueva de la Jara, para proteger tanto la **calidad** como la **cantidad** de agua necesaria para satisfacer la demanda. En el primer caso, la protección tiene en cuenta la contaminación puntual o difusa que pudiera poner en peligro la calidad del agua del abastecimiento, y en el segundo caso, la protección considera la afección provocada por otros pozos o por bombeos intensos no compatibles con el sostenimiento de los acuíferos.

Para delimitar un perímetro de protección hay que decidir previamente en base a qué criterios se va a definir. En el desarrollo de este proyecto, la definición de los perímetros de protección de las distintas captaciones se basa fundamentalmente en **criterios hidrogeológicos**, apoyándose además, en los cálculos realizados siguiendo el **método de Wyssling**, que tiene en cuenta el tiempo de tránsito. Este método permite evaluar el tiempo que un contaminante tardaría en llegar a la captación que se quiere proteger.

La aplicación de métodos hidrogeológicos, exclusivamente, delimita el área de alimentación de cada captación, pero no permite su subdivisión en diferentes zonas, como sí lo posibilita el empleo de métodos que consideran el tiempo de tránsito.

Con la combinación de ambos métodos, la definición del perímetro de protección permite asegurar que la contaminación será inactivada en el trayecto entre el punto de vertido y el lugar de extracción del agua subterránea y, al mismo tiempo, se proporciona un tiempo de reacción que permita el empleo de otras fuentes de abastecimiento alternativas, hasta que el efecto de la posible contaminación se reduce a niveles tolerables.

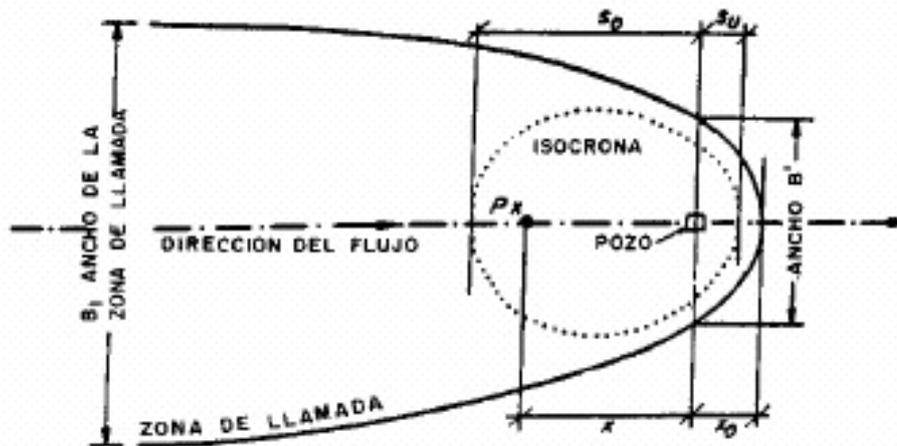
El método de Wyssling (figura 12), que se aplica aquí, consiste en el cálculo de la zona de influencia de una captación y búsqueda posterior del tiempo de tránsito deseado. Es simple y supone que el acuífero se comporta como un acuífero homogéneo (este hecho puede considerarse válido en primera aproximación para una escala de detalle). Por ello en este trabajo no se considera

de forma exclusiva, sino como apoyo en la definición de perímetros aplicando criterios hidrogeológicos.

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico
 Q = caudal de bombeo (m^3/s)
 k = permeabilidad horizontal (m/s)
 m_e = porosidad eficaz
 b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de llamada (x_0), la velocidad efectiva (v_e) y la distancia (s) en metros recorrida entre un punto y la captación en un determinado tiempo, o tiempo de tránsito (t).



Fuente: A. LALLEMAND, J-C ROUX, 1989

Figura 12. Método de Wyssling para el cálculo del tiempo de tránsito.

Según la metodología propuesta se realiza una zonación dentro del perímetro de protección de las distintas captaciones en tres zonas las cuales contarán con restricciones de uso tanto mayor cuanto más próximas se encuentren a las captaciones.

Para el cálculo de las distintas zonas de protección del abastecimiento a Villanueva de la Jara no se dispone de datos de parámetros hidráulicos. Se han considerado valores medios de origen

bibliográfico, asignados de acuerdo con la información litológica e hidrogeológica existente (columnas litológicas de sondeos, reconocimientos de campo, etc.). El gradiente hidráulico se ha estimado en función de la información regional (tabla 6).

Villanueva de la Jara	
Espesor del acuífero (m)	125
Porosidad eficaz	0.002
Permeabilidad horizontal (m/día)	1
Permeabilidad horizontal (m/s)	1.16×10^{-5}
Caudal de bombeo (l/s)	6
Caudal de bombeo (m ³ /s)	0.006
Gradiente hidráulico	0.005

Tabla 6. *Parámetros utilizados para el cálculo del tiempo de tránsito según el método Wyssling.*

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** en ambos sondeos de abastecimiento se propone el círculo cuyo centro es el sondeo a proteger y cuyo radio (SI) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día (tabla 7).

Villanueva de la Jara	
SI aguas arriba (m)	27
SI aguas abajo (m)	24

Tabla 7. *Valores del radio del perímetro de restricciones absolutas.*

Esta zona tendrá forma circular u oval, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas. Sin embargo, se va a representar de forma cuadrangular para que resulte de más fácil manejo a la hora de definir la superficie en ambas captaciones (figura 13). Además, para proteger la boca del sondeo y sus proximidades se recomienda la construcción de una caseta, el cierre de la cabeza de la tubería del sondeo, que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral: suave cono con una inclinación para la circulación de agua, con un diámetro de unos 2 m y aislamiento del exterior. En el sondeo 1 se propone rodear el sondeo mediante una perímetro vallado que cubra una superficie de unos 40 m² en el entorno al sondeo y para el sondeo 3 se ha considerado una mayor superficie, en función del trazado de calles y presencia de edificaciones.

Ambas captaciones en uso se encuentran dentro o muy próximas del casco urbano por lo que el tamaño y forma de esta zona de protección absoluta no se puede adecuar al ideal calculado. Las coordenadas aproximadas de ambos perímetros de recogen en la tabla 10.

En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación. Se recomienda ir sustituyendo en la medida de lo posible el Sondeo 1 por el Sondeo 3 ya que este último, al estar más alejado del casco urbano, resultaría más fácil de proteger frente a eventuales fugas de la red de alcantarillado u otros accidentes.



Figura 13. Mapa de la propuesta del perímetro de zona inmediata.

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

Para determinar **la zona de protección próxima** se considera como el espacio (sII) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 60 días (tabla 8).

A continuación se incluyen los resultados obtenidos para sII.

Villanueva de la Jara	
SII aguas arriba (m)	288
SII aguas abajo (m)	138

Tabla 8. Valores del radio del perímetro de restricciones máximas.

Por criterios de seguridad se delimitará, como zona de restricciones máximas, una superficie de forma aproximadamente hexagonal con el eje mayor en la dirección principal del flujo subterráneo que se extenderá 500 m aguas arriba de la captación nueva y 150 m aguas abajo de los sondeos 1 y 2.

Es remarcable la presencia de una gasolinera dentro de este perímetro, que según la Tabla 11, es una actividad prohibida dentro de esta zona. Se recomienda un riguroso control periódico del estado de las instalaciones así como un eventual traslado de la misma. Las coordenadas de dicha área se recogen en la Tabla 10.



Figura 14. Mapa de la propuesta de zona de protecciones máximas

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

La zona de restricciones moderadas limita el área comprendida entre la zona de protección próxima (radio SII) y la isocrona de 10 años (radio SIII). Cuando el límite de la zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con el límite de la zona de alimentación (tabla 9).

Villanueva de la Jara	
SIII aguas arriba (m)	9933
SIII aguas abajo (m)	257

Tabla 9. Valores del radio del perímetro de restricciones moderadas

Los resultados obtenidos se consideran elevados, puesto que sobrepasan la divisoria de aguas y la zona de alimentación del sondeo. Por tanto, se delimitará como zona de restricciones moderadas una superficie basada en criterios hidrogeológicos. Esta superficie tendrá una forma aproximadamente elipsoidal truncada, con el eje mayor en la dirección principal del flujo subterráneo que se extenderá unos 3000 m aguas arriba de la captación nueva y unos 300 m aguas abajo de los sondeos 1 y 2 (figura 15).

Dentro de esta área se encuentra un vertedero de residuos sólidos agrícolas, el cual habría que someter a control periódico.

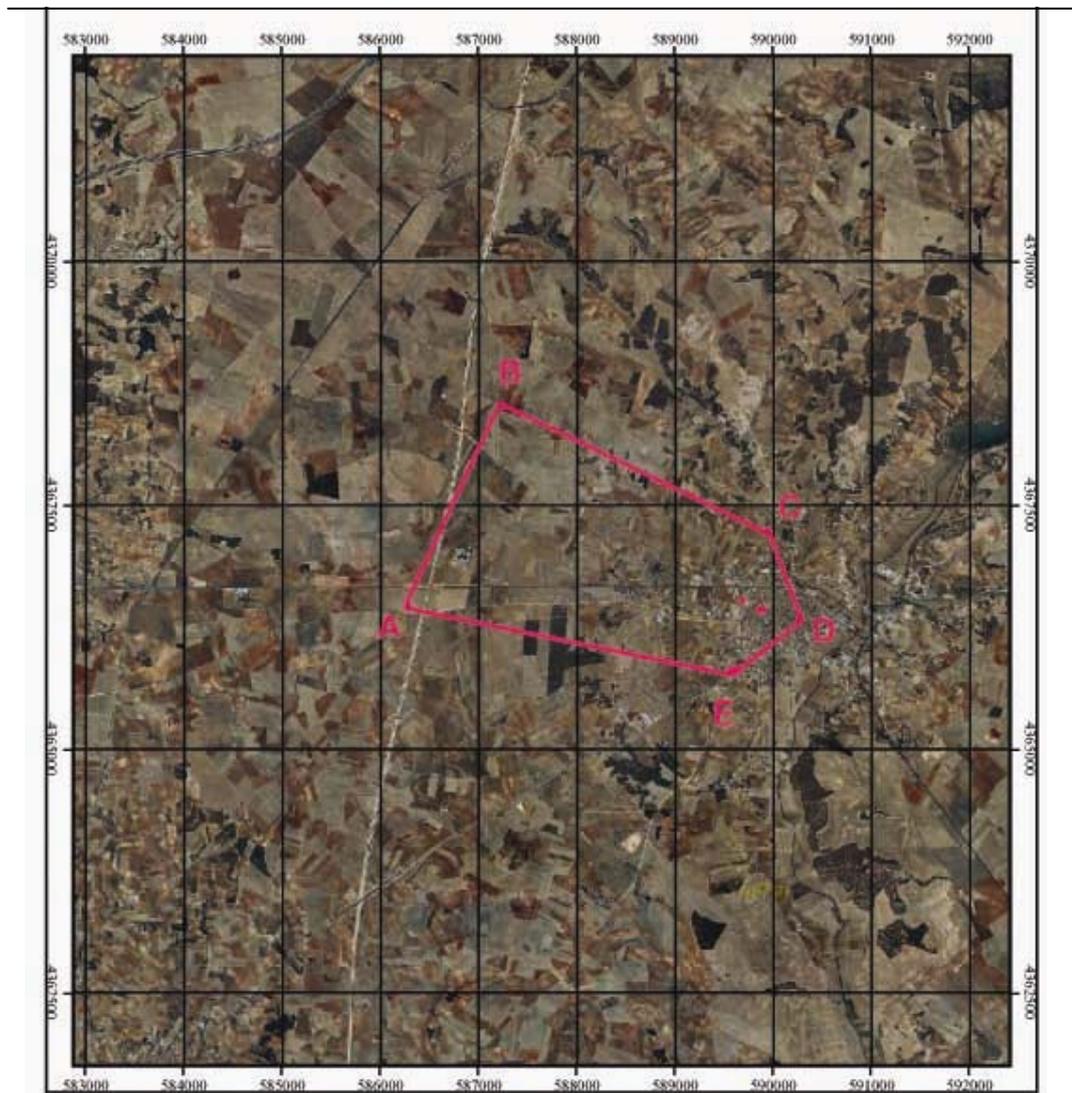


Figura 15. Mapa de la propuesta de zona de protecciones medias

3.3.4 Perímetro de protección de la cantidad

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

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

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

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

D = Descenso del nivel piezométrico

T = Transmisividad = 40000 m²/día (dato procedente de un ensayo de bombeo realizado)

Q = Caudal (caudal máximo del sondeo a proteger: 6 l/s) = 518 m³/día

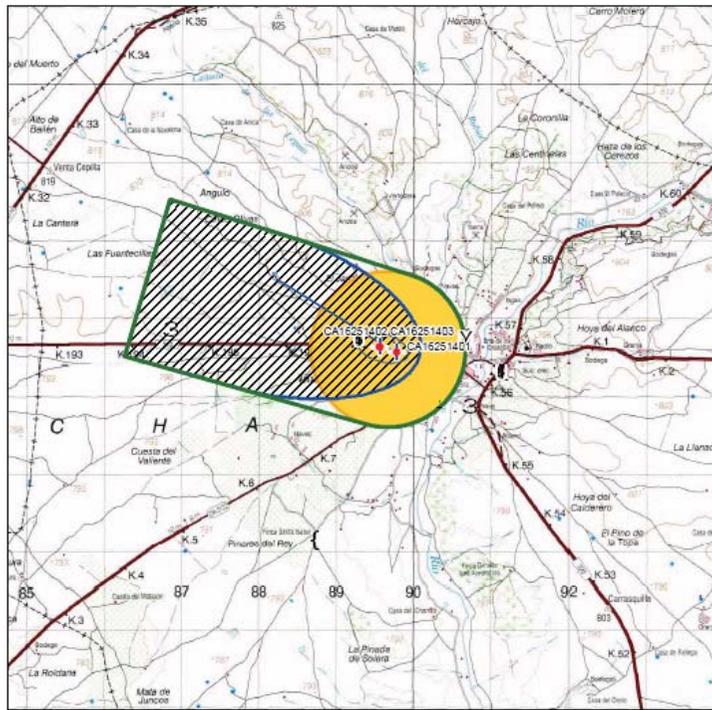
t = Tiempo de bombeo (generalmente 120 días)

r = Distancia al sondeo de captación (1000 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0.002

Con los datos indicados se obtiene el descenso provocado por un sondeo, que explote 6 l/s durante 120 días continuados, y situado a unos 1000 m de distancia. El descenso obtenido de 0.01 m se considera razonable, puesto que es inferior al 10% del espesor saturado de la captación a proteger. Con el fin de facilitar la delimitación de este perímetro, el círculo de radio 1000 m se ha transformado en un octágono con coordenadas las que aparecen en la Tabla 10.

En la Figura 16 se representan gráficamente las distintas zonas de protección definidas dentro del perímetro de protección de los sondeos de abastecimiento a Villanueva de la Jara, su comparación con el área de protección propuesto por IGME-Dip. de Cuenca en 2006 y en la Tabla 11 las actividades restringidas en cada área.



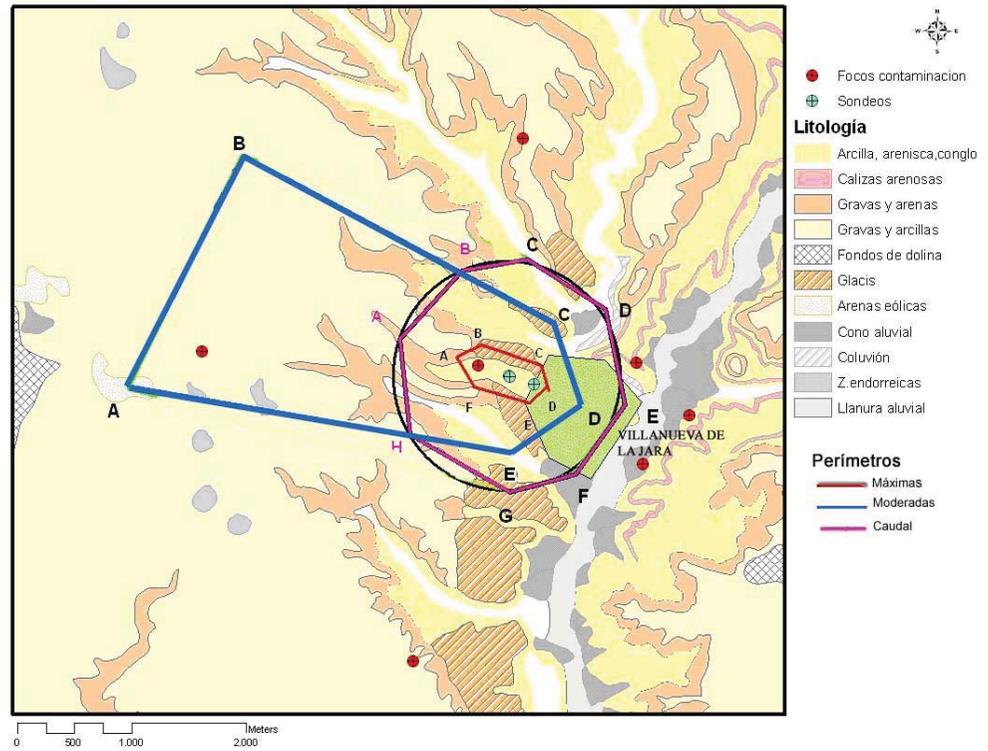
ESCALA 1:50.000



Leyenda
 Depósitos
 Depuradoras
 Vertidos
 Conducciones
 Captaciones
 Sondeo
 Manantial
 Pozo

Focos potenciales de contaminación
 Granja
 Cementerio
 Gasolinera
 Residuos líquidos industriales
 Residuos sólidos industriales
 Residuos sólidos agrícolas
 Residuos sólidos urbanos
 Vertedero incontrolado
 Otros

Leyenda perímetro de protección
 Zona I (t = 1 día)
 Zona II (t = 60 días)
 Zona III (t = 10 años)
 Zona según Criterios hidrogeológicos
 Zona protección de la cantidad
 Poligonal envolvente



● Focos contaminación
 ⊕ Sondeos

Litología
 Arcilla, arenisca, congl.
 Calizas arenosas
 Gravas y arenas
 Gravas y arcillas
 Fondos de dolina
 Glacis
 Arenas eólicas
 Cono aluvial
 Coluvión
 Z. endorreicas
 Llanura aluvial

Perímetros
 Máximas
 Moderadas
 Caudal

Figura 15.- Representación a la derecha del perímetro de protección propuesto por el IGME y a la izquierda el área de protección definida por IGME-Dip. Cuenca en 2006.

	Nº PUNTO	UTM X	UTM Y	Z
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS SONDEO 3	A	589523	4366600	790
	B	589520	4366665	790
	C	589564	4366665	790
	D	589563	4366596	790
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS SONDEO 1	1	589763	4366567	790
	2	589773	4366566	790
	3	589770	4366559	790
	4	589763	4366561	790
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	589092	4366800	792
	B	589300	4366909	791
	C	589816	4366733	778
	D	589871	4366547	780
	E	589706	4366393	782
	F	589223	4366536	788
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	586180	4366550	803
	B	587205	4368584	816
	C	589925	4367121	776
	D	590174	4366389	780
	E	589545	4365980	787
ENVOLVENTE	A	586180	4366550	803
	B	587205	4368584	816
	C	589677	4367735	776
	D	590393	4367194	773
	E	590540	4366375	795
	F	590130	4365804	762
	G	589516	4365614	777
PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	A	588564	4366965	796
	B	589111	4367551	792
	C	589677	4367735	776
	D	590393	4367194	773
	E	590540	4366375	795
	F	590130	4365804	762
	G	589516	4365614	777
	H	588669	4366117	793

Tabla 10. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección de los sondeos de abastecimiento a Villanueva de la Jara.

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 11.

	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 11. Definición de las actividades restringidas o prohibidas dentro del perímetro de protección.

Resulta 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 se

evalúe la dotación de fertilizantes más adecuada para el tipo de cultivo. El uso de pesticidas también queda prohibido en la zona de restricciones moderadas.

Dentro del área de restricciones moderadas se debe controlar la apertura de canteras, además de la actividad agropecuaria.

En el caso de la perforación de nuevos sondeos, éstos deberán estar supeditados a la presentación de un estudio hidrogeológico en el que se contemple los acuíferos que captan y, específicamente, en cuanto al perímetro de cantidad, la inexistencia de afección destacable del sondeo a la captación municipal. Para ello se debe realizar un adecuado informe final de obras con ensayo de bombeo y adecuación de los sondeos para su medida periódica de niveles piezométricos. Asimismo estarán equipados de contadores para determinar que caudal se extrae.

Madrid, noviembre de 2009

La autora del informe

Fdo. Esther Alonso Marín

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.

IGME-Diputación de Cuenca (2006): Actualización de la situación actual de los sistemas de abastecimiento urbano de 10 municipios en la provincia de Cuenca: Villanueva de la Jara.

Sanz, D (2005): Contribución a la caracterización geométrica de las unidades hidrogeológicas que integran el sistema de acuíferos de la Mancha Oriental. Tesis doctoral. ISBN 84-669-802-2

CHJ (2005): Delimitación y caracterización de los acuíferos en las masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Ministerio de Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Júcar. Oficina de planificación hidrológica.