



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

PROPUESTA DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

FUENSANTA DE MARTOS

CORREO

granada@igme.es

Urb. Alcázar del Genil, 4
Edif. Zulema. Bajo.
18006-Granada
Tel. : 958 18 31 43/46
Fax : 958 122 990



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

- 3.1. Marco geológico
- 3.2. Descripción hidrogeológica
- 3.3. Límites y geometría del acuífero
- 3.4. Hidroquímica del sector
- 3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría
- 3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico

4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

- 4.1. Inventario de focos contaminantes
- 4.2. Vulnerabilidad frente a la contaminación
- 4.3. Sistema de vigilancia

5. DELIMITACIÓN Y ZONACIÓN DE UN POSIBLE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

- 5.1. Introducción
- 5.2. Zona de restricciones absolutas
- 5.3. Zona de restricciones máximas
- 5.4. Zona de restricciones moderadas
- 5.5. Protección de la cantidad
- 5.6. Poligonal envolvente

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BILIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I: Tabla de actividades restringidas

ANEXO II: Ficha de inventario de los puntos de abastecimiento



1. INTRODUCCIÓN

La realización de este estudio se enmarca en el Convenio de asistencia técnica suscrito entre la Excm. Diputación de Jaén y el Instituto Geológico y Minero de España.

La dirección técnica y supervisión de este estudio ha sido llevada a cabo por D. Juan Antonio Luque Torres (IGME), siendo G&V Aplicaciones Ambientales S.L. la empresa redactora en colaboración con los geólogos D. José Luis García García y D. Manuel Hódar Correa.

El perímetro de protección de captaciones de agua para abastecimiento público es una figura contemplada en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.) (2000/60/CE), elaborada por la Unión Europea en 2000 y que está prevista en la legislación española sobre aguas:

- Art. 42, 56 y 97 c del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Art. 172 y 173 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D.P.H.), aprobado por R.D. 849/1986, de 11 de abril.
- Art. 82 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.A.P.A.P.H.), aprobado por R.D. 927/1988, de 29 de julio
- Art. 7 y 13 de Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

El perímetro de protección aparece también recogido en el artículo 6 de la Directiva 2006/118/CE, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. En este artículo se confirma la importancia del perímetro de protección como herramienta útil para evitar la entrada en los acuíferos de sustancias contaminantes que alteren la calidad de las aguas.

La planificación hidrológica en España contempla los perímetros de protección de captaciones de abastecimiento en el Plan Hidrológico Nacional (P.H.N.), así como en los Planes Hidrológicos de cuenca, aprobados mediante R.D. 1664/1998, de 24 de julio.

Según el artículo 173.3 del R.D.P.H., estos perímetros “tienen por finalidad la protección de captaciones de agua para el abastecimiento a poblaciones o zonas de especial interés ecológico, paisajístico, cultural o económico”.

La legislación estatal prevé dos posibilidades a la hora de la determinación del perímetro, ya sea a través de los planes hidrológicos (artículo 42 del texto refundido de la Ley de Aguas) o, en su ausencia, o para completar sus determinaciones, por el Organismo de cuenca (artículo 56.3 del texto refundido de la Ley de Aguas y artículo 173 del R.D.P.H.). El procedimiento se iniciará (artículo 173.3 del R.D.P.H.):



- De oficio en las áreas de actuación del Organismo de cuenca.
- A solicitud de la autoridad medioambiental.
- A solicitud de la autoridad municipal.
- A solicitud de cualquier otra autoridad sobre la que recaigan competencias sobre la materia.

Las actividades que pueden ser restringidas o prohibidas en el área definida por el perímetro de protección están indicadas en el artículo 173.6 del R.D.P.H. Sin embargo, el alcance e importancia de estas limitaciones llegaría a impedir prácticamente el desarrollo de cualquier actividad si se aplicase a toda la extensión del perímetro, por lo que el artículo 173.5 del R.D.P.H. señala respecto a las actividades que podrán imponerse condicionamientos en el ámbito del perímetro a ciertas actividades o instalaciones que puedan afectar a la cantidad o la calidad de las aguas subterráneas. Dichas actividades o instalaciones se relacionarán en el documento de delimitación del perímetro. El sistema más frecuentemente empleado consiste en dividir el perímetro en diversas zonas alrededor de la captación, graduadas de mayor a menor importancia en cuanto a las restricciones de actividad impuestas sobre ellas.



2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

Actualmente para abastecimiento a Fuensanta de Martos se utilizan dos captaciones:

- Manantial Fuente Negra, con nº IGME 1839-4-0001)
- Manantial La Fuentecica, con nº IGME 1839-4-0024

Ambos manantiales drenan recursos de la masa de agua 05.22 Mentidero – Montesinos.

Para más información, se remite al lector a las memorias municipales de la 3ª Fase del Plan de Control de recursos y gestión de captaciones de aguas subterráneas para abastecimientos urbanos de la provincia de Jaén.



3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. Marco geológico

La masa de agua 05.22 Mentidero - Montesinos está conformada por materiales pertenecientes al Subbético, y más concretamente al Subbético Externo, los más antiguos pertenecen al Triásico, y los más modernos al Cuaternario.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son de muro a techo las siguientes (IGME, 1991 a y b, 1992; ITGE - CONSERVACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996; MOLINA CÁMARA, J.M., 1987):

- o Triásico: Esta formado por arcillas multicolores con predominancia del rojo y el verde típicas de las facies Keuper, con intercalaciones de limos, areniscas, yesos y rocas carbonatadas. La potencia es superior a 300 metros. Pueden aparecer englobando bloques de calizas y dolomías de facies Muschelkalk, ofitas y yesos con una potencia de hasta 150 m.
- o Jurásico: La serie comienza con unos niveles de carnioles sobre los que se disponen paquetes de dolomías y calizas de color gris o gris oscuro y aspecto masivo, aunque a veces aparecen estratificadas en gruesos bancos (Formación Gavilán). Esta formación presenta espesores que pueden superar los 700 metros (ITGE – DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN, 1997) y se dispone sobre materiales triásicos de facies Keuper o Muschelkalk con un contacto fuertemente tectonizado. En cuanto a su edad, el muro de la formación no se ha podido datar, aunque se atribuye regionalmente al Hettangiense y al techo entre el Toarciense y el Carixiense.

A techo se sitúa una formación con poco desarrollo areal (Formación Zegrí), en la que se pueden diferenciar dos tramos principales. El tramo inferior está formado por calizas margosas alternantes con margas con un espesor que varía desde 200 m en Mingo hasta 25 m en Mentidero. En la parte superior del tramo existen abundantes hardground y superficies de omisión. La edad de la formación varía según los sectores, quedando comprendida en el sector de Mentidero entre el Toarciense y el Aalenense y en otros sectores entre el Carixiense superior-Domerense medio y Bajociense inferior.

La serie jurásica culmina con la denominada Formación Camarena cuyo espesor varía entre 110 m en Mentidero y 250 m al oeste de la Sierra de Grajales. Está compuesta por calizas micríticas de color blanco o beige claro con nódulos y lechos de sílex con delgadas intercalaciones de calizas margosas y margas. La edad está comprendida entre Aalenense y Bajociense inferior según los puntos y Bathoniense medio. En el techo, se observa en pocos lugares una superficie irregular de hardground.



- Cretácico: Está compuesto por margas y margocalizas amarillentas o blancas a las que se les atribuye una edad Neocomiense (Formación Carretero). Aparece en afloramientos de muy poca extensión al este de Mentidero y con unos 50 m de espesor.

- Unidades intermedias: Las unidades intermedias en la región comprenden la denominada Jabalcuz-San Cristóbal (SANZ DE GALDEANO, C, 1973) y de la que aparecen en el área únicamente sus términos cretácicos. Se trata de un paquete de una potencia máxima aparente en torno a 1500 m compuesto por margas, margocalizas y turbiditas. Aflora entre las alineaciones montañosas de la Pandera y el Ventisquero en la denominada ventana tectónica de Valdepeñas de Jaén y, en el límite norte de las sierras de Mentidero y Montesinos.

- Terciario: Los materiales correspondientes a este periodo aparecen de forma discordante sobre los materiales mesozoicos de la unidad Grajales-Mentidero y constituyen afloramientos de cierta extensión al oeste de Fuensanta de Martos. Se distinguen dos conjuntos que son los siguientes:
 - Ud. Olistostrómica: Está constituida por brechas, megabrechas y bloques olistolíticos mayoritariamente triásicos. Se le atribuye una edad Langhiense medio-Serravaliense inferior. Puede alcanzar un espesor próximo a los 1000 metros.
 - Serie de la Camuña: Se trata de una serie compuesta principalmente por calcarenitas y brechas de material liásico (80 metros de potencia máxima), margas blancas y limos margosos con 300 metros de potencia sobre las que se disponen unos 150 m de calcarenitas con intercalaciones de areniscas finas y limos arenosos. La edad del conjunto abarca desde el Serravaliense hasta el Messiniense.

- Cuaternario:
 - Aluviales y terrazas fluviales: Los depósitos aluviales aparecen ligados al Arroyo de la Fuensanta.
 - Glacis y pie de monte: Tienen muy poca representación en el área de estudio y consisten en arcillas, arenas y cantos dispersos de escaso espesor.

3.2. Descripción hidrogeológica

En esta masa de agua se distinguen dos acuíferos denominados Mentidero y Montesinos. Esta subdivisión responde a la individualización de los materiales carbonatados jurásicos en dos macizos montañosos separados por un valle donde afloran las arcillas y margas del Triásico, confiriéndoles esta circunstancia funcionamientos hidrogeológicos independientes (CHG, 1994).



La poligonal que engloba la unidad tiene una superficie de 67 km² con una superficie total de afloramientos permeables de 23 km². Se trata de una masa de agua carbonatada permeable por fisuración y karstificación

Los materiales permeables que lo conforman son las calizas y dolomías de la Formación Gavilán, y en menor medida las calizas de la Formación Camarena que en conjunto presentan espesores comprendidos entre 250 y 600 metros.

- **Subunidad de Mentidero** (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996)

Situada al noroeste de la masa de agua, ocupa una extensión de 21 km² de los que 15,6 km² corresponden a afloramientos permeables de rocas carbonatadas jurásicas. El conjunto presenta un espesor de 400-600 metros.

Los límites del acuífero son de carácter cerrado y corresponden al contacto basal con los materiales impermeables del Triás. Un pequeño sector del límite occidental aparece cubierto por materiales cenozoicos con reducida extensión siendo probable la continuidad bajo estos de los carbonatos jurásicos.

- **Subunidad de Montesinos** (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996)

Ocupa una extensión de 7,3 km² correspondientes en su totalidad a materiales carbonatados permeables. El espesor de estos materiales permeables oscila entre 250 y 300 metros.

Al igual que en el caso del acuífero de Mentidero, todos los límites son cerrados y coinciden con el contacto basal de los materiales impermeables triásicos.

3.3. Límites y geometría del acuífero

Los límites de la unidad son cerrados por contacto con los materiales triásicos basales en la práctica totalidad de la unidad y, al norte, por los materiales cretácicos de muy baja permeabilidad (CHG, 1994). Un pequeño sector del límite occidental aparece recubierto por materiales cenozoicos con reducida extensión y bajo los que parece existir prolongación de los materiales acuíferos jurásicos (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996).



El sustrato impermeable está constituido por los materiales margo-arcillosos triásicos (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996).

Desde el punto de vista estructural, los materiales jurásicos presentes en la masa de agua se disponen en una estructura sinclinal de flancos con buzamiento muy suave y fondo horizontal-subhorizontal. Esta estructura sinclinal se encuentra compartimentado por una banda de materiales triásicos sobre los que descansa toda la estructura (CHG, 1995).

3.4. Hidroquímica del sector

Las aguas subterráneas de la unidad son, en general, de mineralización entre ligera y notable. Los valores de la conductividad están comprendidos entre 370 y 801 $\mu\text{mhos/cm}$ con un promedio de 517 $\mu\text{mhos/cm}$.

Presentan composiciones bicarbonatada o sulfatada cálcica o cálcico-magnésica. En cuanto a la diferenciación por acuíferos, las muestras procedentes de los manantiales del acuífero de Mentidero presentan composición bicarbonatada o bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica y en algún caso cálcica. El agua procedente del manantial de Chircales (1939/1/23) (Montesinos) presenta composición bicarbonatada calcico-magnésica con un relativamente alto contenido en cloruros y sodio (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996).

Se trata de aguas que varían entre los tipos C_2S_1 y C_3S_1 presentando riesgo de alcalinización bajo y de salinización del suelo de medio a alto para su uso en regadío (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996).

En la base de datos del IGME (ITGE, sin fecha) existen 51 análisis, realizados entre los años 1967 y 2001.

3.5. Parámetros hidrodinámicos y piezometría

Los parámetros hidráulicos se desconocen debido a la ausencia de sondeos y por consiguiente de ensayos de bombeo.

Los niveles piezométricos vienen impuestos en las dos subunidades por las cotas de las surgencias principales. Estas son de entre 710 y 720 m para Mentidero y de 990 m para el caso de Montesinos.

No existen puntos de observación piezométrica en la unidad. En la subunidad de Mentidero se considera que la cota del nivel piezométrico estará condicionada por la de las surgencias difusas al Río Fuensanta (710-720 m). El nivel piezométrico en la subunidad de Montesinos

puede encontrarse a una cota mayor que la del manantial de Chircales (1939/1/23) puesto que este se sitúa unos 100 m por debajo de la cota más baja de los afloramientos carbonatados, sobre materiales triásicos, y el grado de regulación natural del acuífero es elevado (IGME, 1986).

Las líneas del flujo subterráneo en la subunidad de Mentidero tienen una dirección general noroeste y se dirigen al Río Fuensanta. En el caso de la de Montesinos el flujo subterráneo tiene dirección suroeste, hacia el manantial de Chircales (1939/1/23) (CHG, 1994).

Las reservas hídricas de la unidad son las siguientes:

- Subunidad de Mentidero: Se ha estimado un espesor saturado medio de 150 m para la zona central de la unidad, con una extensión aproximada de 8 km², lo que supone un volumen mínimo de reservas de 24 hm³, aplicando un coeficiente de almacenamiento de 2×10^{-2} (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996).
- Subunidad de Montesinos: Las reservas se han estimado considerando el mismo coeficiente de almacenamiento y un espesor saturado medio de 50 m para una superficie de 5 km² que ocupa la zona central del acuífero, lo que supone un volumen mínimo de 5 hm³ (ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1996).

3.6. Funcionamiento hidrogeológico y balance hidráulico

Las dos subunidades incluidas en la unidad presentan un carácter libre y anisótropo.

La alimentación del conjunto de la masa de agua se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables. En el caso de la subunidad de Montesinos, son relativamente importantes las precipitaciones sólidas.

Las salidas naturales se producen principalmente mediante salidas difusas al Río Fuensanta para la subunidad de Mentidero y por el manantial de Chircales (1939/1/23) para la de Montesinos.

El balance hídrico de la Masa de agua Mentidero-Montesinos se ha realizado tomando los balances de los dos acuíferos considerados en ITGE – CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1996). La superficie permeable total considerada ha sido de 22,9 km² (15,6 km² del acuífero de Mentidero y 7,3 km² de Montesinos). Se ha aplicado un valor de la Lluvia Útil del 88 % para Mentidero y del 89 % para Montesinos que son los deducidos en función de los caudales drenados por los manantiales.

Entradas



4. VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1. Inventario de focos contaminantes

El municipio de Fuensanta de Martos presenta una importante actividad agrícola y fundamentalmente ganadera.

La actividad ganadera corresponde fundamentalmente a la explotación de ganado porcino y aviar, con ocho granjas situadas en los alrededores del núcleo urbano en las que se explotan más de 8.000 y 27.000 cabezas ganado respectivamente. Estas explotaciones se sitúan en zonas de permeabilidad variable, aunque fundamentalmente sobre terrenos detríticos o impermeables, por lo que no se estima que la afección potencial sobre las aguas subterráneas pueda llegar a ser especialmente alta. Todas las granjas se sitúan en áreas ajenas a las captaciones de abastecimiento, por lo que la afección potencial sobre éstas será nula.

De las actividades industriales destacan únicamente la existencia de dos balsas de alpechín y una industria cárnica. Estas actividades se encuentran, salvo la industria cárnica, sobre terrenos impermeables, por lo que la afección potencial sobre las aguas subterráneas será de baja a insignificante. En cuanto a la posible afección sobre las captaciones de abastecimiento, todas las actividades industriales se encuentran en áreas ajenas a éstas, por lo que la afección potencial será nula.

La actividad agrícola, desarrollada a lo largo de todo el término municipal, corresponde al cultivo casi exclusivo del olivo, con unas 3.700 ha cultivadas. La afección potencial de estas actividades sobre la calidad de los recursos subterráneos es de carácter difuso, derivada de las labores de abonado y tratamientos fitosanitarios. En cuanto a la afección potencial sobre las captaciones de abastecimiento, ésta puede llegar a ser significativa debido a la presencia de zonas cultivadas en las proximidades de las captaciones.

Los manantiales de abastecimiento a Fuensanta de Martos se encuentran junto al núcleo urbano, por lo que son especialmente vulnerables a la contaminación por fugas en la red de saneamiento.

Para más información sobre focos potenciales de contaminación, se remite al lector a las memorias municipales de la 2ª Fase del Plan de Control de recursos y gestión de captaciones de aguas subterráneas para abastecimientos urbanos de la provincia de Jaén.

4.2. Vulnerabilidad frente a la contaminación

La práctica totalidad de los materiales acuíferos presentes en la unidad presentan una vulnerabilidad alta a la contaminación (IGME – JUNTA DE ANDALUCÍA, 1998).



4.3. Sistema de vigilancia

A pesar de la no existencia de actividades potencialmente contaminantes en los perímetros propuestos, se propone llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en las captaciones de abastecimiento. Salvo el manantial catalogado con el número 1839-4-0002 y el sondeo 1839-4-0005, no existen otras captaciones o manantiales en las poligonales envolventes propuestas, por lo que como puntos de control se usarán estos dos y las propias captaciones de abastecimiento. En ellos, se realizará anualmente un análisis completo químico y bacteriológico.

En caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante en las proximidades de la captación, se llevará a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias.

Además, deberá ser especialmente vigilada la red de saneamiento de Fuensanta de Martos. Se recomienda la instalación de una red de saneamiento impermeabilizada y con tubería drenante, de manera que las posibles fugas puedan ser rápidamente detectadas sin afectar a las captaciones de abastecimiento.

5. DELIMITACIÓN Y ZONACIÓN DE UN POSIBLE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

5.1. Introducción

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling, en el que se distinguen tres áreas de restricciones de uso crecientes con la proximidad a la captación, denominadas:

- Zona I o de restricciones absolutas (tiempo de tránsito de 1 día).
- Zona II o de restricciones máximas (tiempo de tránsito de 50 días).
- Zona III o de restricciones moderadas (tiempo de tránsito de 4 años).

A aplicación de este método precisa el conocimiento una serie de variables como son:

- i : Gradiente hidráulico.
- Q : Caudal de bombeo (m^3/s).
- k : Permeabilidad horizontal (m/s).
- m_c : Porosidad eficaz.
- b : Espesor del acuífero.

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de la llamada zona X_0 , la anchura del frente de llamada (B), el ancho de llamada a la altura de la captación (B') y la velocidad efectiva (V_e) según las expresiones siguientes:

$$X_0 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot i \cdot k} \quad ; \quad B = \frac{Q}{k \cdot b \cdot i} \quad ; \quad B' = \frac{B}{2} \quad ; \quad V_e = \frac{k \cdot i}{m_e}$$

Mientras que la distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días, se puede calcular siguiendo la siguiente expresión:

$$S = \frac{\pm l + \sqrt{l(l + 8X_0)}}{2}$$

Siendo l el producto de la velocidad efectiva (V_e) por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se usa para calcular la distancia aguas arriba de la captación, mientras que el signo negativo se usa para calcular la distancia aguas debajo de la captación.

Para el cálculo de los perímetros de protección de las captaciones de este municipio se ha utilizado la hoja de cálculo propuesta en ITGE (1998), que simplifica las superficies protegidas

de un elipsoide a un trapecio. En esta hoja de cálculo se han considerado los siguientes datos de partida en las captaciones de Fuensanta de Martos:

- Fuente Negra (1839-4-0001):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de bombeo (l/seg)	Q _i	2	Ficha IGME
Transmisividad (m ² /día)	T	500	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	1,67	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,01	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	320	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	420295	
Latitud captación (UTM)	m	4167230	

- La Fuentecica (1839-4-0024):

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de bombeo (l/seg)	Q _i	8	Ficha IGME
Transmisividad (m ² /día)	T	500	Descripción hidrogeológica
Espesor total zonas transmisivas	b	300	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	1,67	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Estimación propia
Coefficiente almacenamiento	S	0,01	Estimación propia
Gradiente Hidráulico	i	0,01	Cálculo propio
Dirección de flujo respecto al Norte	grados	300	Estimación propia
Incertidumbre dirección flujo	grados	20	
Longitud captación (UTM)	m	420185	
Latitud captación (UTM)	m	4167145	

Con estos valores, los parámetros de partida para definir las zonas de protección de acuerdo con el método de Wyssling son los siguientes:

Fuensanta de Martos	1439-4-0001	1839-4-0024
X ₀ o radio de llamada (m)	6	22
B o ancho de llamada (m)	35	138
B` o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	17	69
V _e o velocidad eficaz (m/día)	2	2

Según la metodología propuesta, se realiza una zonación dentro del perímetro de protección de la captación objeto de estudio en tres zonas, con restricciones mayores de uso cuanto más próximas a las captaciones.

5.2. Zona de restricciones absolutas

Se considera como el círculo cuyo centro es la captación a proteger y cuyo radio (s_i) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día. Esta zona tendrá una forma circular u oval dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, aunque sin embargo, se puede representar como un círculo por simplicidad, cumpliendo igualmente el objetivo que se persigue, que es proteger la boca del sondeo y sus proximidades.

Fuensanta de Martos	1439-4-0001	1839-4-0024
S _i aguas arriba (m)	5	10
S _i aguas abajo (m)	3	7

En la captación 1839-4-0001, se adoptará el polígono teórico, mientras que en la captación 1839-4-0024 no se establecerá una zona de restricciones absolutas pues, al encontrarse dentro del núcleo urbano de Fuensanta de Martos, es imposible el cumplimiento de las limitaciones que establecen este tipo de áreas. Para la captación 1839-4-0001, en esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de una caseta que proteja el manantial (en el caso de que no exista), que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

5.3. Zona de restricciones máximas

Se considera la zona de restricciones máximas como el espacio (s_{ii}) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 50. Queda por tanto delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 50 días.

Fuensanta de Martos	1439-4-0001	1839-4-0024
S _{II} aguas arriba (m)	100	125
S _{II} aguas abajo (m)	6	22

A efectos prácticos, se adoptarán los polígonos teóricos salvo que éstos superen los límites establecidos en la poligonal envolvente de las captaciones o abarquen terrenos considerados como urbanos, pues en ellos no es posible considerar las limitaciones propias de esta zona. En el Anexo I se incluye la relación de actividades y limitaciones que se deben imponer.

5.4. Zona de restricciones moderadas

Limita el área comprendida entre la zona de protección próxima II y la isocrona de 4 años (radio S_{III}). Cuando el límite de zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con la zona de alimentación.

Fuensanta de Martos	1439-4-0001	1839-4-0024
S _{III} aguas arriba (m)	2.460	2.531
S _{III} aguas abajo (m)	6	22

Al igual que en caso de la zona de restricciones máximas, a efectos prácticos se adoptarán los polígonos teóricos salvo que éstos supere los límites establecidos en la poligonal envolvente de las captaciones o abarquen terrenos considerados como urbanos. También en el Anexo I se incluye la relación de actividades y limitaciones que se deben imponer.

5.5. Protección de la cantidad

Se delimita un único perímetro de protección de la cantidad para ambas captaciones, pues ambas se sitúan muy próximas y tienen iguales parámetros hidrogeológicos, en función del grado de afección que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores.

Para la protección de la cantidad de la captación de abastecimiento en manantiales se define un perímetro en función del radio de influencia R:

$$R = 1,5 \left(\frac{Tt}{S} \right)^{1/2}$$

Donde:



- T: Transmsividad (500 m²/día).
- t: Tiempo de bombeo (generalmente 120 días).
- S: Coeficiente de almacenamiento (0,01).

Con los datos indicados, se obtiene un radio de influencia de 3.674 m, por lo que se propone que la zona de protección de la cantidad ocupe toda la poligonal envolvente de la captación.

5.6. Poligonal envolvente

Esta poligonal engloba las zonas delimitadas anteriormente. Así, al ser en gran parte coincidentes, se define una única área para ambas captaciones. Las coordenadas de los vértices de la misma son los siguientes:

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
1	420109	4167084	730
2	420739	4167666	750
3	422435	4167600	920
4	423515	4167458	970
5	423958	4167021	1.010
6	424156	4166826	1.030
7	423983	4165993	1.110
8	423730	4164766	1.120
9	421421	4164577	840
10	421240	4165001	880
11	420283	4166795	750



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los puntos tratados en el presente documento son la Fuente Negra (1839-4-0001) y el manantial de la Fuentecica (1839-4-0024)
- Las dos captaciones explotan recursos de la masa de agua 05.22 Mentidero – Montesinos.
- No existen focos de contaminación que puedan afectar a la calidad de las aguas de ninguna de las dos captaciones.
- La vulnerabilidad de los acuíferos frente a la contaminación puede considerarse como alta debido a la naturaleza carbonatada de éstos y al escaso espesor de suelo.
- La delimitación de las distintas zonas de que constan los perímetros de protección se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en los cálculos realizados siguiendo el método de Wyssling.
- La norma de explotación de la unidad contempla la protección frente a la contaminación de todos los afloramientos permeables de la unidad, por lo que las garantías de protección son mayores.
- Algunas de las zonas de protección se han modificado para hacerlas coincidir con la poligonal envolvente de sus captaciones y para no afectar al núcleo urbano de Fuensanta de Martos.



BIBLIOGRAFÍA

- CHG (1994). Normas de Explotación de las unidades hidrogeológicas: 01, 02, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 38, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 53, 60, 61, 62, y 63 en la Cuenca del Guadalquivir. Unidad Hidrogeológica 05.22 Mentidero-Montesinos.
- CHG (1995). Plan hidrológico del Guadalquivir.
- IGME (1986). Proyecto de investigación para la mejora del abastecimiento a los núcleos urbanos del sector suroccidental de la provincia de Jaén. Informe interno.
- IGME (1991a). Memoria y Mapa Geológico de España, escala 1:50 000. Hoja de Valdepeñas de Jaén nº 19-39 (969).
- IGME (1991b). Memoria y Mapa Geológico de España, escala 1:50 000. Hoja de Martos nº 18-38 (946).
- IGME (1992). Memoria y Mapa Geológico de España, escala 1:50 000. Hoja de nº Alcaudete 18-39 (968).
- IGME (2003). Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Mitología y aplicación al territorio.
- IGME-Junta de Andalucía (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.
- ITGE (1998). Estudio de la viabilidad de las captaciones de Agua Natural Teixidó S.L. y delimitación de su perímetro de protección. La Massana, Principado de Andorra (inérito).
- ITGE-Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía (1996). Reconocimiento hidrogeológico y ejecución de sondeos de investigación en el sector Quiebrajano-Víboras (Jaén).
- ITGE-Diputación Provincial de Jaén (1997). Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén.
- ITGE. Archivo y base de datos de puntos de agua.
- Molina Cámara, J.M. (1987). Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (provincia de Córdoba y sur de Jaén). Tesis doctoral. Univ. de Granada. 518 p.
- Sanz de Galdeano, C. (1973). Geología de la transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén). Tesis Universidad de Granada.



Anexo I: Tabla de actividades restringidas

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA



DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS		
	Prohibido	Condicional	Permitido	Prohibido	Condicional	Permitido
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 o refugios de ganado		*				*
Silos	*				*	
Actividades urbanas						
Vertidos superficiales de aguas residuales sobre el terreno	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en pozos negros, balsas o fosas sépticas	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	*			*		
Vertidos de residuos sólidos urbanos	*			*		
Cementerios	*			*		
Actividad industrial						
Asentamientos industrial	*			*		
Vertidos de residuos líquidos industriales	*				*	
Vertidos de residuos sólidos industriales	*			*		
Almacenamiento de hidrocarburos	*			*		
Depósitos de productos radioactivos	*			*		
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	*			*		
Conducciones de líquido industrial	*			*		
Conducciones de hidrocarburos	*			*		
Apertura y explotación de canteras	*				*	
Relleno de canteras o explotaciones	*			*		
Otras						
Campings	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	*				*	



ANEXO II: Ficha de inventario del punto de abastecimiento

