



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

 Instituto Geológico
y Minero de España

**NOTA TÉCNICA SOBRE LA ACTUALIZACIÓN DE LA
PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN Y PROTECCIÓN
DE LOS ACUÍFEROS DE LA SIERRA DE ESTEPA
(SEVILLA)**

Septiembre 2009

CORREO

sevilla@igme.es

PLAZA DE ESPAÑA
TORRE NORTE
41013 SEVILLA
TEL. : 95 4236611-77
FAX : 95 4236737



ÍNDICE

1.- Antecedentes

2.- Situación actual de los acuíferos de la S^a de Estepa (Sevilla)

3.- Recomendaciones para la mejor gestión y protección de los acuíferos destinados al abastecimiento de la población en la Sierra de Estepa (Sevilla)

4.- ANEXO I

5.- ANEXO II



NOTA TÉCNICA SOBRE LA ACTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS ACUÍFEROS DE LA SIERRA DE ESTEPA (SEVILLA)

1.- ANTECEDENTES

La presente Nota Técnica se emite a petición del Consorcio Provincial Aguas de Sevilla, en base al Convenio de Colaboración Técnica suscrito entre la Diputación Provincial de Sevilla y el Instituto Geológico y Minero de España. Tiene como objetivo responder, a la solicitud planteada, en junio de 2009, en la que se solicita la actualización de las recomendaciones emitidas por este Instituto en el Proyecto "Propuesta de un Plan de actuaciones para la actualización de los conocimientos y explotación sostenible del acuífero de la Sierra de Estepa (Sevilla)", realizado en 2005, para el Instituto del Agua de la Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente).

En la presente Nota se hace un pequeño resumen de la actual situación de los acuíferos de la Sierra de Estepa. Tan sólo se ha podido actualizar la información piezométrica, gracias a la red de control experimental que el IGME mantiene en estos acuíferos, sin aportar datos relativos a la calidad del agua, aspecto de vital importancia dado que el descenso piezométrico acumulado durante los últimos años, en los principales acuíferos, suele estar asociado a un deterioro de la calidad del agua debido a la mezcla con aguas de alta salinidad, externas a estos acuíferos.

2.- SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ACUÍFEROS DE LA SIERRA DE ESTEPA (SEVILLA)

En la Figura nº 1 se han representado todos los datos piezométricos disponibles, hasta la fecha (Septiembre de 2009), por el Instituto Geológico y Minero de España.

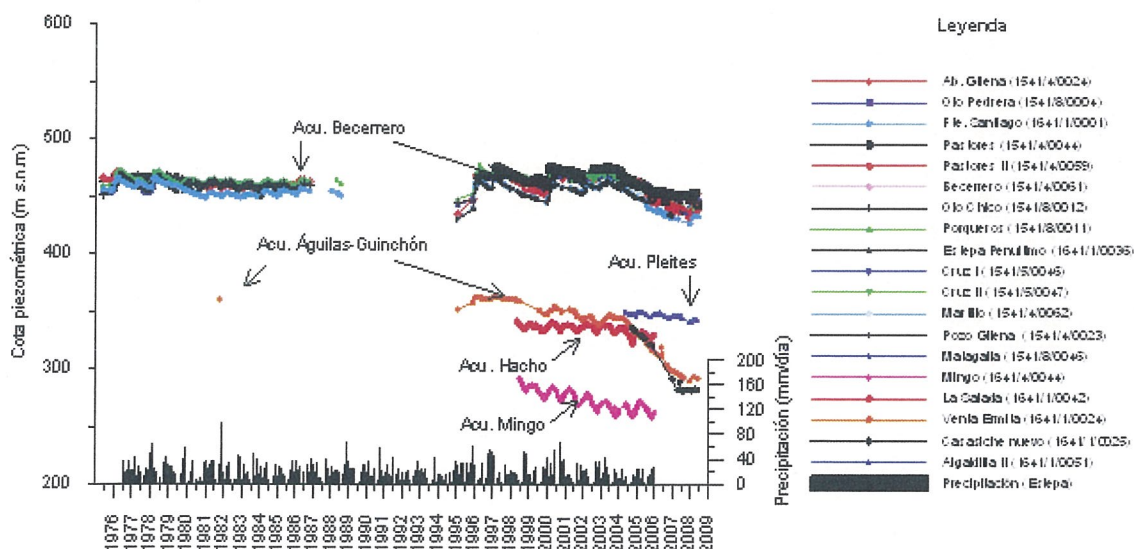


Figura nº 1. Evolución de los niveles piezométricos en la Sierra de Estepa (Septiembre de 2009).

En la Figura nº 1, se sigue comprobando como cada uno de los acuíferos diferenciados en su día (acuíferos de Hacho de Lora, Mingo, Águilas-Guinchón y Becerrero; ver plano en Anexo I), sigue teniendo un comportamiento hidrogeológico independiente).

Los acuíferos de Becerrero y Águilas-Guinchón (Anexo I) se utilizan para abastecimiento a la población de forma continua. De forma coyuntural, desde el acuífero de Pleites se está apoyando el abastecimiento de la Mancomunidad de “El Puntal”.

La situación piezométrica del acuífero de Águilas-Guinchón es muy preocupante (Figura nº 2), dado que el nivel piezométrico acumulado en los últimos 10 años es de 73 m, además la velocidad de descenso del nivel se ha visto incrementada desde 2004 y los dos sondeos de explotación que abastecen a las poblaciones de Badolatosa, Casariche, Lora de Estepa, La Roda de Andalucía tienen el nivel muy próximo a la aspiración de la bomba. Por otro lado, la respuesta del acuífero de Pleites al actual incremento de la explotación (Figura nº 3), que se está realizando para suplir la reducción de caudal de los sondeos de la mancomunidad de “El Puntal”, es preocupante, por el inminente riesgo de salinización de las reservas de estos acuíferos.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN EL ACUÍFERO DE ÁGUILAS-GUINCHÓN

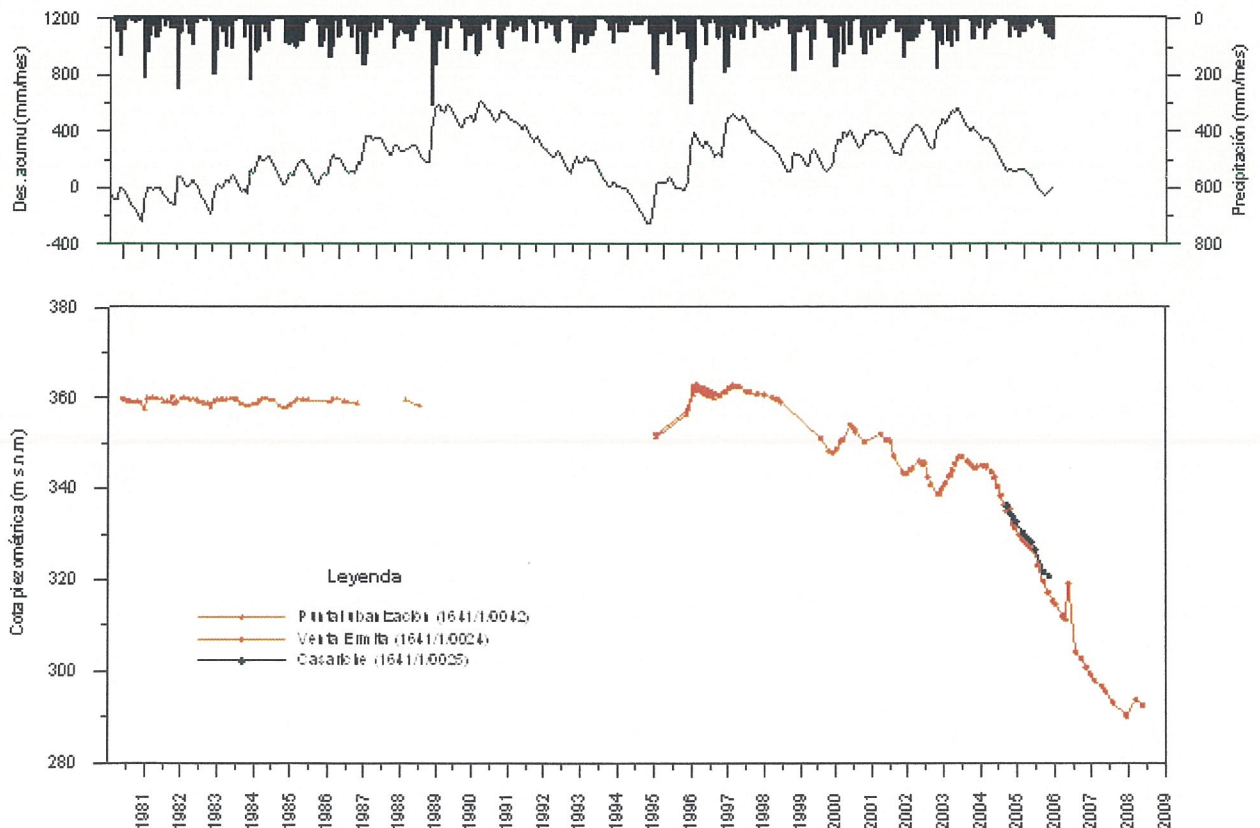


Figura nº 2. Evolución de los niveles piezométricos en el acuífero de Águilas-Guinchón.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN EL ACUÍFERO DE LA SIERRA DE MINGO

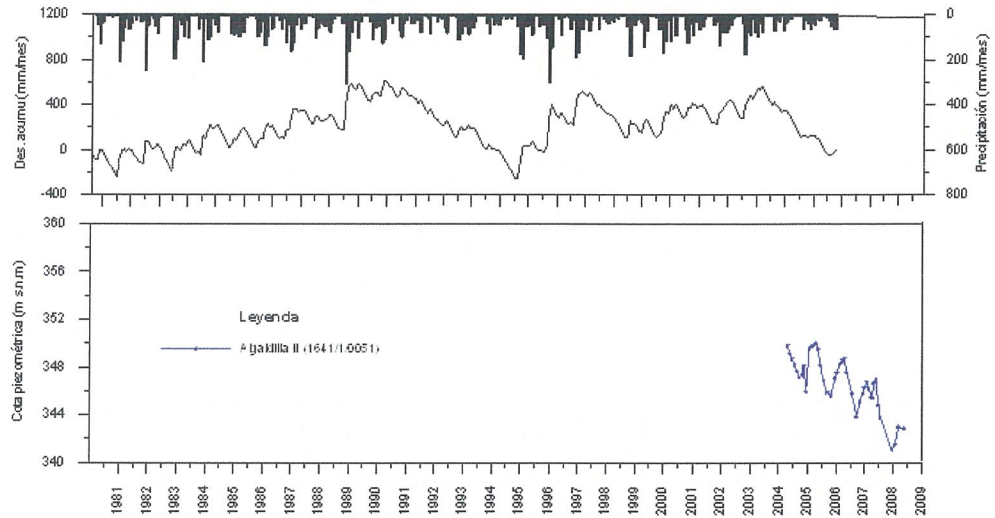


Figura nº 3. Evolución de los niveles piezométricos en el acuífero de la Sierra de Pleites (sondeo Algaidilla III).

Los mencionados abastecimientos deberán pasar a depender del acuífero de Becerrero, acuífero en el que la explotación está muy próxima a sus recursos medios renovables y en el que los niveles piezométricos, como se observa en la Figura nº 4, están por debajo de la peor situación desde que se tiene un control del acuífero en 1976. Por tanto, el incremento de la explotación debe realizarse de forma controlada y con el continuo asesoramiento hidrogeológico.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN EL ACUÍFERO DE LA SIERRA DE BECERRERO

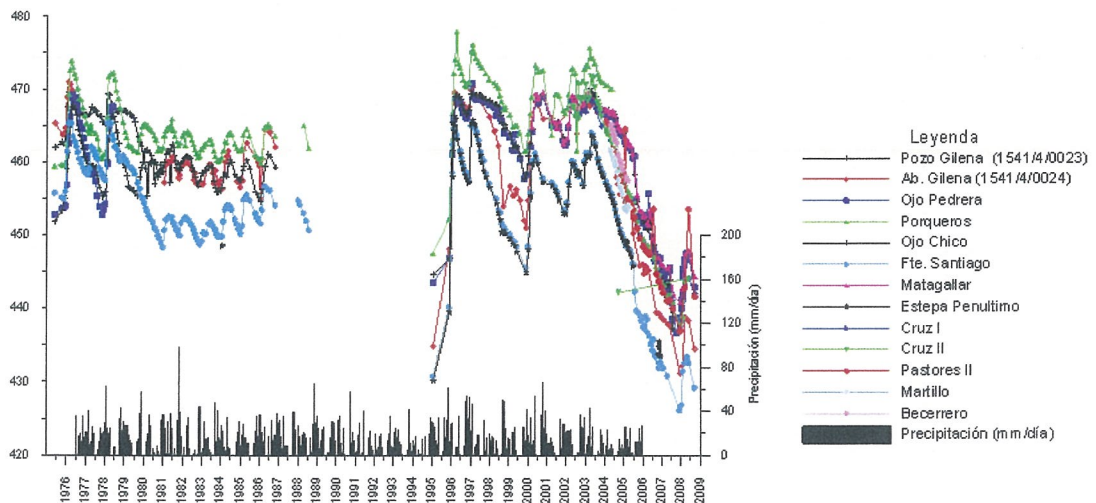


Figura nº 4. Evolución de los niveles piezométricos en el acuífero de Becerrero (Sep. 2009).

3.-RECOMENDACIONES PARA LA MEJOR GESTIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS ACUÍFEROS DESTINADOS AL ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN LA SIERRA DE ESTEPA (SEVILLA).

El paso del tiempo desde que en 2005 se realizaran las recomendaciones pertinentes en el informe de “Propuesta de un Plan de actuaciones para la actualización de los conocimientos y explotación sostenible del acuífero de la Sierra de Estepa (Sevilla)”, no ha hecho que estas se modifiquen. No obstante, la situación es aún más preocupante que en aquella fecha, los niveles piezométricos siguen descendiendo, la calidad del agua empeorándose, y prácticamente ninguna de las propuestas y recomendaciones realizadas se han llevado a cabo. Por este motivo, se adjunta una copia de las mismas en el Anexo II de esta Nota Técnica y se resumen a continuación.

- En la Sierra de Estepa se han diferenciado 5 acuíferos con un funcionamiento hidrogeológico independiente, éstos son los acuíferos de: Hacho de Lora, Mingo, Pleites, Águilas-Guinchón y Becerrero.

- Los acuíferos del Hacho de Lora y Mingo presentan aguas de mala calidad para uso urbano, debido a su alta salinidad. Por otro lado, sus recursos medios renovables son muy limitados, por lo que se desaconseja su explotación para uso urbano.

- En el acuífero de Pleites la calidad del agua es mediocre para uso urbano. Los recursos medios renovables han sido estimados, en el año 2008, en 0,5 hm³/año, por este motivo su explotación total no debería superar esta cantidad. Esta explotación podría superarse tan sólo en situaciones de emergencia y de forma coyuntural.

- Los acuíferos de Becerrero y Águilas – Guinchón presentan aguas de calidad adecuada para uso urbano. En el acuífero de Águilas-Guinchón los recursos medios renovables calculados son 1 hm³/año, sin embargo la explotación supera esta cantidad desde mediados de los años noventa del siglo pasado. El acuífero de Becerrero dispone de unos recursos medios renovables medios de 6 hm³/año, la explotación actual no se conoce. En el año 2006 este Instituto la estimó en 4,6 hm³/año.

- La situación deficitaria del acuífero de Águilas Ginchón y de los abastecimientos que dependen de éste: Badolatosa, Casariche, La Roda de Andalucía y Lora de Estepa, con un descenso acumulado del nivel piezométrico, en los 10 últimos años, de 73 m, requiere la disminución inmediata del bombeo en este acuífero y que en todo caso nunca supere los 0,8 hm³/año. El resto de recursos necesarios para completar el abastecimiento debería cubrirse con el incremento de la explotación en el acuífero de Becerrero, sin embargo, el aumento de la explotación de este acuífero se deberían seguir las siguientes recomendaciones:

1) **Realizar el abastecimiento de todas las poblaciones que actualmente se suministran de estos acuíferos de forma conjunta.** La entidad encargada de la explotación debe controlar los consumos, reducir las desmedidas dotaciones que se utilizan para el abastecimiento y controlar la evolución de la cantidad y calidad de los recursos hídricos subterráneos, con el debido asesoramiento hidrogeológico experto, además de denunciar la realización captaciones ilegales.

2) **Establecer un Perímetro de Protección de los acuíferos de Becerrero y de Águilas-Guinchón** con objeto de limitar la autorización de nuevas concesiones y controlar la autorización de actividades potencialmente contaminantes. Asimismo, sería conveniente solicitar que el uso prioritario de estas masas de agua subterránea sea el de abastecimiento.

3) **Reordenar las extracciones para abastecimiento.** La nueva red de sondeos de abastecimiento debería estar formada por los siguientes sondeos.

Sondeos operativos: abastecimiento de Gilena (1541/4/24), sondeo Matagallá (1541/8/40), sondeos de la Fuente de Santiago (1641/1/1 y 1641/1/36) y sondeos del Puntal (1541/1/25 y 1641/1/39).

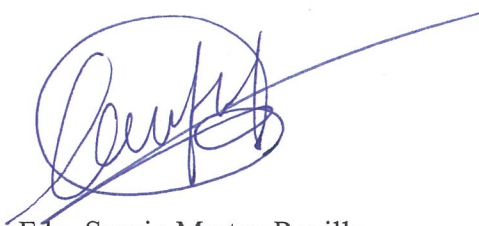
Sondeos realizados y sin instalar: sondeo Pastores II (1541/4/59).

Nuevos sondeos pendientes de realizar: Cruz (1641/5/36) y Becerrero (1541/4/61).

4) **Liberar la explotación que se realiza para uso agrícola de los acuíferos de Becerrero y Águilas-Guinchón,** cediendo las aguas residuales urbanas depuradas a los regantes que explotan aguas subterráneas con calidad adecuada para abastecimiento.

5) Seguir con las **medidas de control y vigilancia del acuífero de Becerrero y de Águilas-Guinchón** y **realizar un modelo matemático de flujo de ambos acuíferos** que permita optimizar la explotación que se hace desde cada sondeo con objeto de minimizar los costes de explotación, reducir las afecciones entre sondeos y reducir la posibilidad de contaminación de ambos acuíferos, por mezcla con aguas procedentes de los materiales triásicos como consecuencia de una explotación inadecuada.

Sevilla a 24 de septiembre de 2009



Fdo. Sergio Martos Rosillo
Hidrogeólogo

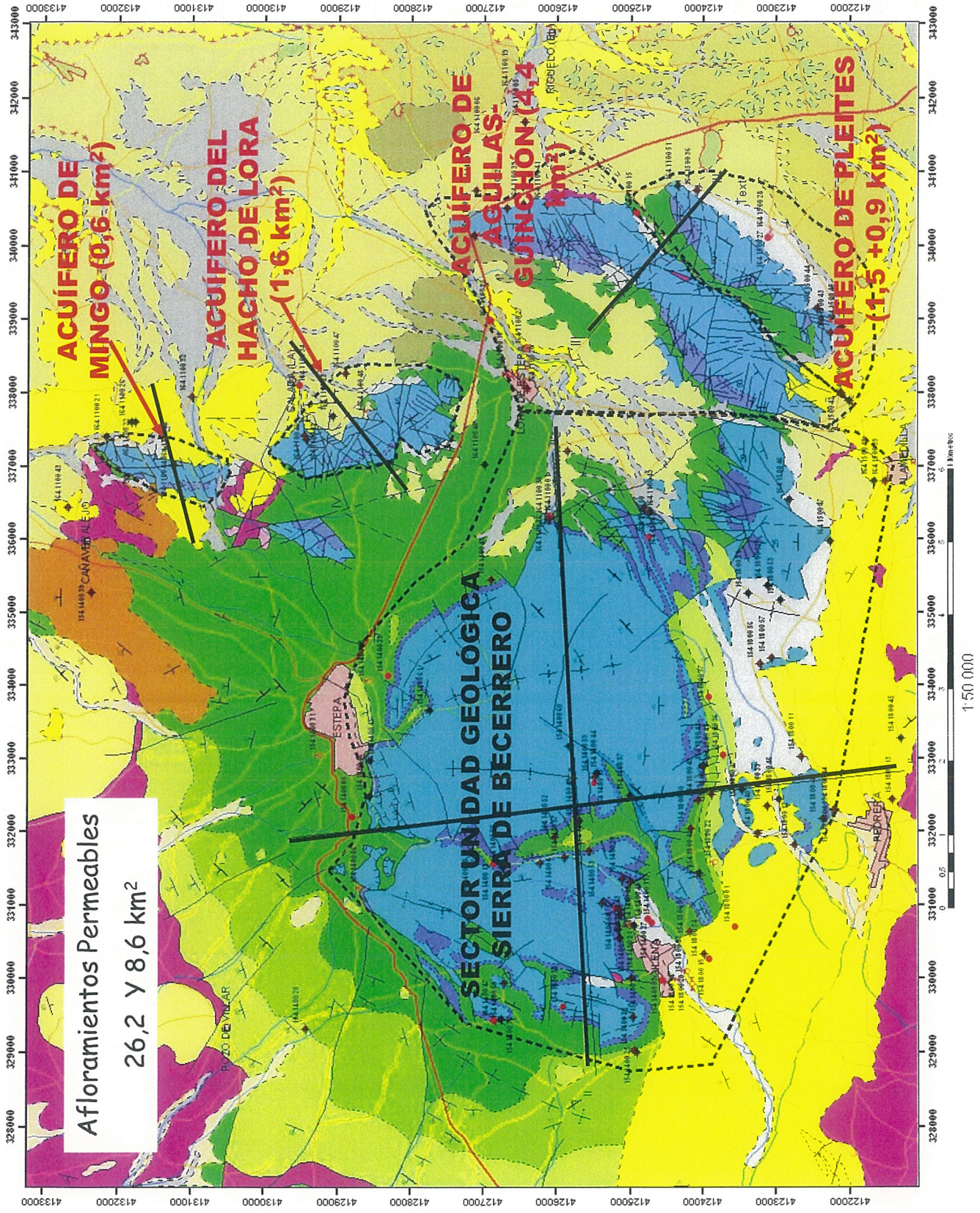


VºBº. Miguel Martín Machuca
Jefe de la O. P. del IGME en Sevilla



ANEXO I

MAPA HIDROGEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS DE LA SIERRA DE ESTEPA (SEVILLA)





ANEXO II

PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN Y PROTECCIÓN DEL ACUÍFERO (DICIEMBRE DE 2005)

1 PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN Y PROTECCIÓN DEL ACUÍFERO

1.1 PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS

Esta propuesta de asignación de recursos tiene por objeto garantizar los recursos hídricos necesarios para satisfacer: la demanda actual de abastecimiento, la atendible en el año horizonte (2026), y restablecer el equilibrio hídrico en los sistemas acuíferos explotados de forma intensiva, o en riesgo de estarlo, en el ámbito de la zona de estudio.

Las medidas que se propongan, para la resolución de la problemática existente, deberían iniciarse sin demora, una vez se obtenga acuerdo entre los distintos usuarios de los sistemas acuíferos y la Administración Hidráulica conceda las oportunas autorizaciones que permitan: la utilización de nuevos recursos hídricos en acuíferos excedentarios, y la cesión de las aguas residuales urbanas para los distintos usos que se proponen.

De acuerdo con el trabajo realizado, los balances hídricos de los sistemas acuíferos diferenciados en el acuífero carbonático de la Sierra de Estepa son los que se indican en la Tabla 5.1.

Sistemas acuíferos	BALANCE HÍDRICO ACUÍFERO CARBONÁTICO SIERRA DE ESTEPA				
	Recursos	Abast.	Regadío	Industrial	ΔS
Sierra de Becerrero	6,18	3,7	0,5	0,3	1,68
Águilas – Guinchón	1,04	2,0			-0,96
Pleites	0,68		0,3		0,38
Hacho de Lora	0,37		0,3		0,07
Mingo	0,13		0,2		-0,07
TOTAL	8,40	5,7	1,3	0,3	

Tabla 5.1. Balance hídrico actual del acuífero de la Sierra de Estepa (cifras en hm³/año). Recursos, recursos medios renovables de cada sistema; B Abast; extracciones por bombeo dedicadas a abastecimiento; B. Regadío, extracciones por bombeo dedicadas a riego; B. Industrial, extracciones por bombeo utilizadas para uso industrial. ΔS, variación de almacenamiento.

Los valores negativos, en la columna de variación de almacenamiento (ΔS), indican sistemas acuíferos en los que en la actualidad se está realizando una explotación por encima de los recursos medios renovables calculados. Esta casuística ocurre en los sistemas de Águilas – Guinchón y Mingo y es muy preocupante en el primero de éstos. Se recuerda que en los sistemas de Hacho de Lora y Mingo la calidad natural de las aguas subterráneas no es apta para abastecimiento, siempre y cuando no se sometan a un tratamiento de desmineralización. En el caso de la Sierra de Pleites ésta es apta para consumo humano pero de baja calidad y, por el momento, no se plantea su uso para el abastecimiento.

Como se desprende del Capítulo de Hidrogeología, la superficie piezométrica del Sistema de Águilas – Guinchón está descendiendo de forma continuada desde mediados de los años 90 y no se ha realizado medida alguna para paliar esta situación deficitaria, pese a las recomendaciones de explotación que en su día realizó este Instituto. Esta explotación por encima de los recursos medios renovables ha ocasionado el agotamiento permanente del manantial del Almarjal y está provocando el empeoramiento de la calidad del agua para abastecimiento al estar extrayéndose en la actualidad un agua con mayor tiempo de permanencia y por tanto más mineralizada. Por estos motivos, se considera necesaria una urgente reducción de los vehículos de bombeo en este compartimento.

El sistema de Mingo presenta una explotación que supera ligeramente a sus recursos medios renovables, cuestión que unida a la escasa entidad del sistema acuífero puede provocar fuertes descensos de la piezometría, más agudos en los ciclos en los que las precipitaciones quedan por debajo de la media pluviométrica. Esta situación se solucionaría proponiendo a los usuarios una reducción de la explotación hasta un máximo de $0,13 \text{ hm}^3/\text{año}$ o adecuarla a la recarga anual mediante un seguimiento detallado de la piezometría y del volumen de explotación anual anterior a la campaña de riego.

Por este motivo, se propone restablecer, de manera urgente, el equilibrio en el balance hídrico del sistema acuífero de Águilas – Guinchón y dotar de una protección especial a los sistemas acuíferos de Becerrero y Águilas – Guinchón, frente al incremento de la explotación de sus recursos hídricos subterráneos, ya que en estos sistemas la calidad de los recursos es apta para el abastecimiento de la población.

Las propuestas de asignación de recursos que se plantean para reequilibrar el balance hídrico del acuífero carbonático de la Sierra de Estepa son las siguientes:

- Parte de los recursos que actualmente se bombean para cubrir la demanda de abastecimiento de las poblaciones que lo hacen desde el sistema acuífero de Águilas – Guinchón tendrán que pasar a extraerse del sistema acuífero de la Sierra de Becerrero. En total se deberían dejar de bombear en la actualidad $1,2 \text{ hm}^3/\text{año}$ del sistema de Águilas-Guinchón. Esta actuación permitiría recuperar este sector acuífero al explotarlo por debajo de sus recursos medios renovables. La explotación máxima anual de este sistema acuífero quedaría fijada en $0,8 \text{ hm}^3/\text{año}$.

- En el sistema carbonático de la Sierra de Becerrero la demanda agrícola podría liberarse en su totalidad mediante una serie de actuaciones encaminadas a reutilizar las aguas residuales

depuradas procedentes de las EDAR de Estepa, Gilena, Pedrera y Lora de Estepa ($\approx 2,5$ hm³/año). Por tanto este sistema se utilizaría exclusivamente para uso urbano e industrial (canteras e industria alimentaria) y quedaría garantizado el abastecimiento de todos los municipios que lo hacen de este sector del acuífero, incluidos los procedentes de la liberación de recursos de Águilas – Guinchón.

La reasignación de recursos permitirá recuperar de forma gradual la descompensada explotación que se ha venido realizando en el acuífero carbonático de la Sierra de Estepa, con el objetivo de garantizar el abastecimiento de las poblaciones limítrofes. Su aplicación permitirá disponer de un total comprendido entre 2 y 2,5 hm³/año de aguas residuales urbanas depuradas que podrían ser utilizadas para regadío, aumentando la actual superficie regable en el entorno de la Sierra de Becerrero. Además, la disminución de extracciones, previsible en un futuro, unida a la liberación de los recursos hídricos mediante las actuaciones planteadas ocasionara mayores periodos de activación de los manantiales actualmente regulados, cuestión que posibilitará, en parte, la recuperación ambiental de estos entornos y el uso de los recursos drenados aguas debajo de las surgencias. El nuevo balance hídrico resultante de la reasignación de recursos es el que se indica en la Tabla 5.2.

Sistemas acuíferos	BALANCE HÍDRICO ACUÍFERO CARBONÁTICO SIERRA DE ESTEPA				
	Recursos	Abast.	Regadío	Industrial	ΔS
Sierra de Becerrero	6,18	4,9	0	0,3	0,98
Águilas – Guinchón	1,04	0,8			0,24
Pleites	0,68		0,3		0,38
Hacho de Lora	0,32		0,3		0,07
Mingo	0,13		0,13		0
TOTAL	8,4	5,7	0,73	0,3	

Tabla 5.2. Propuesta de reasignación de recursos en el balance hídrico actual del acuífero de la Sierra de Estepa (cifras en hm³/año). Recursos, recursos medios renovables de cada sistema; B Abas; extracciones por bombeo dedicadas a abastecimiento; B. Regadío, extracciones por bombeo dedicadas a riego; B. Industrial, extracciones por bombeo utilizadas para uso industrial. ΔS, variación de almacenamiento.

Pese a equilibrar los balances hídricos de los sistemas debe ser obligado reducir las desmedidas dotaciones que se utilizan en los abastecimientos (ver Capítulo I). En la Tabla 5.3 se realiza un nuevo balance del acuífero incorporando la variación de la demanda de almacenamiento prevista en el año horizonte del 2026. Se mantienen constantes los consumos agrícolas e industriales.

Sistemas acuíferos	BALANCE HÍDRICO ACUÍFERO CARBONÁTICO SIERRA DE ESTEPA				
	Recursos	Abast.	Regadío	Industrial	ΔS
Sierra de Becerrero	6,18	3,9	0	0,3	1,98
Águilas – Guinchón	1,04	0,8			0,24

Pleites	0,68		0,3		0,38
Hacho de Lora	0,37		0,3		0,07
Mingo	0,13		0,13		0
TOTAL	8,40	4,7	0,73	0,3	

Tabla 5.3. Propuesta de reasignación de recursos en el balance hídrico del año horizonte del acuífero de la Sierra de Estepa (cifras en hm³/año). Recursos, recursos medios renovables de cada sistema; B Abas, extracciones por bombeo dedicadas a abastecimiento; B. Regadío, extracciones por bombeo dedicadas a riego; B. Industrial, extracciones por bombeo utilizadas para uso industrial. ΔS, variación de almacenamiento.

Se comprueba que el consumo que destinado al abastecimiento se reduce en 1 hm³/año, pese al incremento de población considerado en los cálculos (COPTJA, 2001). Esta reducción es consecuencia de la disminución prevista en los consumos al adecuar la demanda urbana a las dotaciones establecidas en el Plan Hidrológico del Guadalquivir (ver Capítulo I).

1.2 REORDENACIÓN DE LAS EXTRACCIONES DE ABASTECIMIENTO

El actual emplazamiento de las captaciones de abastecimiento garantiza la disponibilidad de recursos, aún así, algunas de éstas han quedado rodeadas por zonas urbanizadas e industrializadas, como es el caso de los sondeos de abastecimiento a Pedrera y Gilena. Este aspecto unido al de la elevada vulnerabilidad de los acuíferos calcáreos frente a la contaminación, implican un elevado riesgo de afección a la calidad de los recursos hídricos subterráneos.

Algunas de las actuales captaciones de abastecimiento se encuentran junto a manantiales emblemáticos de estas sierras como son: el Ojo de Gilena, el Ojo de Pedrera y la Fuente de Santiago. Si se persigue recuperar parte de las salidas naturales que se realizaban por estos manantiales, sería recomendable reducir la explotación de los sondeos próximos a éstas a favor de un mayor bombeo en zonas de recarga, zonas en las que además el agua está menos mineralizada y presenta una mejor calidad para el abastecimiento.

Por estos motivos, sería recomendable reforzar la actual infraestructura de abastecimiento con nuevos puntos de toma repartidos en distintos sectores del acuífero. De esta forma no se concentrará la extracción en uno o dos sectores concretos y así se dispondrá de distintos emplazamientos de bombeo dispersos en el acuífero, de forma que un hipotético vertido contaminante no afecte a la totalidad del abastecimiento.

Esta cuestión no debe implicar el abandono de todas captaciones de abastecimiento utilizadas en la actualidad, ya que, algunas de éstas podrían quedar instaladas con los equipos de bombeo e impulsión y ser alimentadas con grupos electrógenos en situaciones de emergencia.

Existen distintos sondeos de investigación hidrogeológica realizados por el IGME en los que los resultados conseguidos permiten augurar captaciones de explotación con elevados rendimientos hidráulicos. La realización de sondeos de explotación junto a estas captaciones, la utilización del sondeo de investigación-preexplotación realizado con motivo de este trabajo y la incorporación de algunas de las actuales captaciones de abastecimiento, permitirían disponer de un número de puntos de toma suficientes en los que realizar una explotación adecuada de los dos sistemas acuíferos seleccionados para abastecer la comarca.

Esta futura red de captaciones podría estar formada por los sondeos de abastecimiento que se indican a continuación:

- Sondeos de explotación actualmente en uso

Sondeos de la Fuente de Santiago (1641/1/0001 y 1641/1/0036), sondeos de abastecimiento a Gilena (1541/4/0024), sondeo Matagallar (1541/8/0040) y sondeos de El Puntal (1641/1/0025 y 1641/1/0039).

- Sondeos de explotación construidos y pendientes de instalación.

Sondeo "Los Pastores II" (1541/4/0059)

- Sondeos de explotación pendientes de ejecutar en zonas previamente investigadas por el IGME

Sondeo Becerrero (1541/4/0061)

Sondeo Cerro de la Cruz (1641/5/0046)

El procedimiento constructivo recomendado en estas captaciones consiste en la rotoperCUSión/rotación con circulación inversa, construyendo perforaciones totalmente penetrantes en el acuífero (250-400 m de profundidad) y en las que en función de los resultados de la investigación previa (incluidas pruebas de bombeo con aire comprimido realizadas con el propio equipo de perforación) perforada con diámetros de 254 a 175 mm, se decida la profundidad y diámetro definitivo de la cámara de bombeo.

Las cámaras de bombeo estarán comprendidas entre 200 y 300 m de profundidad y deberán quedar acondicionadas con tuberías de revestimiento de 300 a 350 mm de diámetro. Estas perforaciones deberán disponer de la correspondiente supervisión hidrogeológica tanto en el diseño como en la fase de construcción y en ellas sería conveniente realizar diagráfias y mejorar así el conocimiento geológico del acuífero.

1.3 OTRAS MEDIDAS TENDENTES A MEJORAR LA GESTIÓN DEL ACUÍFERO

Este nuevo conjunto de medidas que se propone seguidamente será complementario al anterior y ayudará a tender hacia un aprovechamiento integral de los recursos hídricos del acuífero carbonático de la Sierra de Estepa.

Dichas medidas supondrán inversiones económicas, en algunos casos importantes, que pueden no ser asumibles a corto plazo por algunos de los usuarios afectados pero que, a medida que su puesta en práctica se vaya haciendo general en toda la zona objeto de estudio, permitirán un sensible ahorro de agua procedente de los recursos disponibles de los sistemas acuíferos afectados y una mejor eficiencia en la utilización de los recursos hídricos locales.

El conjunto de medidas que se propone es el siguiente:

- Se considera de gran importancia que se constituya una COMUNIDAD DE USUARIOS DEL ACUÍFERO CARBONÁTICO DE LA SIERRA DE ESTEPA, que debería ser promovida por los ayuntamientos afectados y por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Esta debe responsabilizarse y hacer cumplir a todos los usuarios los paquetes de medidas expuestos para asegurar que las demandas hídricas necesarias para las actividades socioeconómicas de la zona pueden ser satisfechas.
- Debe establecerse prioritario el uso del agua subterránea para abastecimiento, cediendo las aguas residuales urbanas depuradas a los actuales concesionarios agrícolas.
- La concesión de nuevas captaciones debería limitarse; se realizará sólo para sistemas acuíferos en los que los recursos disponibles sean claramente inferiores a los renovables y sólo en aquellos casos en los que quede justificada cubrir una demanda no contemplada en el presente trabajo.
- Se deben revisar las redes de distribución, tanto las municipales (de abastecimiento y alcantarillado) y como las pertenecientes a regantes y particulares que exploten un gran volumen, y mirar de conseguir una eficiencia en las mismas del 0,8 o más.
- Aumentar la eficiencia en los consumos industriales y mejorar la calidad de los vertidos hasta conseguir cumplir íntegramente la formativa exigida por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.
- Es recomendable que el abastecimiento se realice mediante una Agrupación Supramunicipal. Así se podrá disponer de un equipo de trabajo cualificado, que se encargue tanto de las labores técnicas como las administrativas y que reducirá los costes,

al disminuir el actual número de captaciones de escaso rendimiento en explotación y al optimizar la explotación de las nuevas perforaciones que se pongan en funcionamiento. El personal de la Agrupación Supramunicipal de Abastecimiento debería encargarse del control y vigilancia de los sistemas acuíferos destinados de forma prioritaria al abastecimiento y del rendimiento de las captaciones.

- Se deberá delimitar un Perímetro de Protección de los sistemas acuíferos en los que exista cantidad y calidad suficiente de recursos hídricos subterráneos para abastecer a la población.
- Es fundamental continuar la labor de seguimiento y control de las aguas subterráneas de este acuífero y así seguir avanzando en el conocimiento hidrogeológico del mismo. Por este motivo toda la información generada debe ser almacenada y contrastada para su posterior utilización. En este sentido, la importante recopilación de información hidrogeológica realizada en este trabajo completada con una nueva campaña de prospección electromagnética permitiría: conocer las reservas explotables de los sistemas acuíferos de Becerrero y Águilas – Guinchón (aspecto fundamental para determinar el grado de garantía del suministro) y realizar modelos de flujo de ambos sistemas, herramientas que suponen un importante soporte matemático de cálculo para simular la respuesta del acuífero ante distintos escenarios de explotación.

1.4 PERÍMETROS DE PROTECCIÓN DEL ACUÍFERO

En el acuífero de la Sierra de Estepa se ha propuesto proteger los sistemas acuíferos de sierra Becerrero y Águilas – Guinchón. Con esa finalidad se han establecido dos poligonales. Los vértices que determinan cada poligonal, descritos en el sentido de las agujas del reloj, se indican mediante la definición de sus coordenadas, proyección UTM siguientes:

PERÍMETRO DE PROTECCIÓN PROPUESTOS PARA EL SISTEMA ACUÍFERO SIERRA DE BECERRERO			
VÉRTICE	Coordenada X	Coordenada Y	Huso
1	331.460	4.129.100	30 S
2	332.540	4.128.610	30 S
3	333.680	4.128.915	30 S
4	334.590	4.128.665	30 S
5	335.915	4.127.220	30 S
6	337.700	4.126.480	30 S
7	337.515	4.122.235	30 S
8	337.040	4.121.400	30 S
9	332.300	4.122.195	30 S
10	328.840	4.123.860	30 S
11	328.730	4.125.040	30 S
12	329.340	4.127.235	30 S
1	331.460	4.129.100	30 S

PERÍMETRO DE PROTECCIÓN PROPUESTOS PARA EL SISTEMA ACUÍFERO ÁGUILAS - GUINCHÓN			
VÉRTICE	Coordenada X	Coordenada Y	Huso
1	337.740	4.126.455	30 S
2	340.465	4.127.830	30 S
3	340.585	4.126.720	30 S
4	341.285	4.125.715	30 S
5	339.420	4.123.940	30 S
6	337.820	4.121.970	30 S
7	337.515	4.122.260	30 S
8	337.715	4.123.890	30 S
1	337.740	4.126.455	30 S

Ambos perímetros persiguen delimitar el contorno supuesto, con el conocimiento hidrogeológico actual del acuífero, para ambos sistemas (ver Capítulo de Hidrogeología).

En estos dos perímetros se deberían limitar nuevas concesiones de agua y nuevas autorizaciones de vertido e imponer condicionantes a ciertas actividades o instalaciones que puedan afectar a la calidad y cantidad de recursos hídricos subterráneos. Estas actividades, según el apartado 6 del artículo 173 del RDPH, son:

- Obras de infraestructura: minas, canteras, extracción de áridos.
- Actividades urbanas: fosas sépticas, cementerios, almacenamiento, transporte y tratamiento de residuos sólidos o aguas residuales.
- Actividades agrícolas y ganaderas: depósito y distribución de fertilizantes y plaguicidas, riego con aguas residuales y granjas.
- Actividades industriales: almacenamiento, transporte y tratamiento de hidrocarburos líquidos o gaseosos, productos químicos, farmacéuticos y radiactivos, industrias alimentarias y mataderos.
- Actividades recreativas: camping, zonas de baño.

Los condicionantes establecidos en estos perímetros de protección, una vez aprobados por el Organismo de cuenca, deberán ser tenidos en cuenta en los distintos planes urbanísticos o de ordenación del territorio con los que se relacione, según lo establecido en el apartado 7 del artículo 173 del RDPH:

Además del perímetro general de protección se deben establecer perímetros de protección de las captaciones de abastecimiento. Se puede definir el Perímetro de Protección de una captación como un conjunto de zonas delimitadas en la proximidad de la misma, en las que se regulan una serie de actividades potencial o realmente contaminantes del agua subterránea. La idea fundamental, que subyace al establecimiento de estos perímetros de protección, es impedir los riesgos de contaminación del acuífero en el área de alimentación de la captación o al menos, sobre una distancia tal que el tránsito de los eventuales contaminantes sea lo suficientemente prolongado como para que se produzca la degradación de los mismos por dilución, acción bacteriana, cambios físico químicos, etc. Lo ideal, a la hora de establecer el perímetro de protección, es proteger todo el área de alimentación del sondeo o manantial. Es habitual proceder a determinar varias zonas de protección en las que tanto las actividades a realizar como los nuevos sondeos que se instalen deban cumplir ciertas condiciones según su localización con respecto a aquellas, dado el distinto grado de protección que se requiere en función de los distintos tipos de agentes contaminantes.

En base a estas premisas se propone la división zonal usualmente utilizada por el Instituto Geológico y Minero de España.

Zona inmediata o de restricciones absolutas. Es la más próxima a la captación, su fin primordial consiste en proteger a ésta, y sus instalaciones contra las inclemencias climatológicas, animales, desaprensivos; asimismo impide los vertidos e infiltraciones directas a ésta. El criterio de relimitación suele ser un tiempo de tránsito de 24 horas o un área fijada de forma arbitraria de pequeña extensión (100-400 m²) que comprende: la captación propiamente dicha, la caseta de transformación o del motor, depósitos de agua, etc.; estará cerrada mediante una valla metálica que impida el acceso a personas no autorizadas. Las restricciones sobre esta superficie serán absolutas impidiéndose cualquier tipo de actividad.

Zona próxima o de restricciones máximas. Representa el cuerpo inicial del perímetro. Comprende un área de extensión variable pero suficiente para proteger el agua contra la contaminación, ya sea asegurando la inactivación, eliminación o dilución del contaminante, ya sea permitiendo una alerta a tiempo para tomar las medidas adecuadas antes de que las sustancias contaminantes lleguen a la captación. El criterio idóneo para delimitar esta zona (siempre que sea posible) es el de tiempo de tránsito, considerando suficiente 60 días, pretendiendo con ello proteger totalmente contra la contaminación microbiológica y lo más posible contra la química.

Zona alejada o de restricciones moderadas. Debe proteger la captación frente a contaminantes de larga persistencia, básicamente contaminación química no degradable o difícilmente degradable (metales pesados, hidrocarburos, compuestos orgánicos, etc.). La filosofía de protección en esta área se basará, por tanto, en los procesos de dilución o de alarma, además de en los de degradación o inactivación. El criterio más adecuado para su dimensionado es el de tiempo de tránsito (10 años), aunque en la correcta evaluación de su extensión y forma, los criterios geológicos e hidrogeológicos constituyen un importante condicionante, en especial en el caso de materiales kársticos o fisurados.

Para cumplir estos objetivos a continuación se adjunta una relación de actividades y una serie de limitaciones que se deben imponer para las Zonas de Restricciones Máximas y Moderadas.

DEFINICION DE ACTIVIDADES	ZONAS DE RESTRICCIONES MAXIMAS			ZONAS DE RESTRICCIONES MODERADAS		
	Prohibido	Condicional	Permitido	Prohibido	Condicional	Permitido
ACTIVIDADES AGRICOLAS						
Uso de fertilizantes	*				*	
Uso de herbicidas	*				*	
Uso de pesticidas	*			*		
Almacenamiento de estiércol	*				*	
Vertido de restos animales	*				*	
Ganadería intensiva	*			*		
Ganadería extensiva		*				*
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	*				*	
Abrevaderos – refugio de ganado		*				*
Silos	*				*	
ACTIVIDADES URBANAS						
Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas no depuradas sobre el terreno	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas sin depurar en pozos y fosas asépticas	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas sin depurar en cauces públicos	*			*		
Vertidos de residuos sólidos urbanos	*			*		
Cementerios	*			*		
Asentamientos industriales	*			*		
Vertidos de residuos líquidos industriales	*				*	
Almacenamiento de hidrocarburos líquidos	*			*		
Depósitos de productos radioactivos	*			*		
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	*			*		
Conducciones de líquido industrial	*			*		
Conducciones de hidrocarburos líquidos	*			*		
Apertura y explotación de canteras	*				*	
Relleno de canteras o excavaciones	*			*		
OTRAS						
Camping	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos	*				*	

Respecto a las canteras activas que explotan las calizas de la Sierra de Estepa, y en concreto en el área afectada por ambos perímetros, se indican una serie de recomendaciones que deberían llevarse a cabo con el fin de minimizar los posibles impactos sobre el acuífero de esta actividad:

- Informar a los gestores de las explotaciones de las posibles repercusiones que conllevaría un vertido de sustancias contaminantes sobre estas zonas de alta vulnerabilidad.
- Derivar, en caso de ser necesario, mediante zanjas perimetrales de drenaje, la entrada de aguas superficiales al interior de las canteras.
- Evitar que las excavaciones alcancen la zona saturada del acuífero. Para ello sería conveniente que en los sondeos existentes en las canteras se realizara un control de la posición del nivel piezométrico, por lo que sería necesario instalar tubos guía que permitieran el paso de sondas de hidronivel.
- Mantener la maquinaria en un correcto estado de funcionamiento, evitando fugas de aceites hidráulicos y refrigerantes.
- Realizar el reportaje y mantenimiento de la maquinaria en zonas impermeabilizadas para impedir filtraciones de vertidos accidentales. De igual modo todos los residuos tóxicos y peligrosos almacenados hasta la entrega a las empresas autorizadas, deberán almacenarse en depósitos estancos y en recintos impermeabilizados.
- Verter las aguas sanitarias en caso de ser posible en los colectores urbanos de aguas residuales. Evitar el vertido de las estaciones depuradoras de aguas residuales sobre materiales permeables del acuífero y controlar posibles fugas de las aguas residuales almacenadas en fosas sépticas impermeabilizadas.
- No incorporar sustancias contaminantes o que pudieran lixiviar sustancias contaminantes en la fase de restauración.
- Impedir el acceso a los huecos mineros tanto abandonados como en explotación para evitar así el vertido ilegal de residuos.
- Controlar de forma periódica el volumen de extracción y la calidad de las aguas subterráneas en los sondeos utilizados.

1.5 MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

Para poder llevar a cabo una correcta gestión del acuífero carbonático de la Sierra de Estepa es necesario implantar y seguir una red de control de las aguas subterráneas, que comprenda el seguimiento de: la cantidad de agua extraída del acuífero, las salidas naturales a través de los manantiales, la variación de recursos almacenados en el acuífero y las modificaciones en la calidad de éstos.

Se debe, por tanto, instalar de forma obligatoria y en cada una de las captaciones existentes un contador volumétrico adecuado al caudal de bombeo. La instalación de contadores es necesaria para tener un estricto conocimiento de los volúmenes extraídos. Dicha instalación debería correr a cargo de los propietarios de las captaciones y éstos se deberían comprometer a mantenerlos en buen estado y permitir el acceso a los técnicos acreditados con responsabilidades en la gestión hídrica. El control de cada uno de estos sondeos debe hacerse con una cadencia máxima mensual.

El seguimiento de la explotación del acuífero se complementará con el seguimiento de la red de control compuesta por la totalidad de piezómetros y manantiales en los que el IGME controla piezometría, hidrometría y la calidad de las aguas subterráneas. Además se considera de especial interés continuar controlando la precipitación y la temperatura del aire en el alto de Becerrero.

Las principales características de esta red de control se especifican en los epígrafes 4.6, 4.7 y 4.9 y su representación espacial es presenta en el Plano nº 3 adjunto a esta Memoria. El diseño de esta red puede requerir modificaciones específicas en función de la reorganización de captaciones de abastecimiento.

Esta red de control debería estar gestionada por la COMUNIDAD DE USUARIOS DEL ACUÍFERO y en ella se deberían realizar al menos las siguientes actuaciones.

- La red de control piezométrico debería controlarse de forma semanal en los piezómetros no instalados como sondeos de explotación.
- En la red de control hidrométrico las medidas directas de caudal deberían realizarse de forma semanal, al menos durante los periodos de activación de los principales manantiales.

Además, deberían recuperarse las estaciones de aforo instaladas por el IGME en los manantiales del Ojo de Gilena y Fuente de Santiago. También sería recomendable instalar

un aforador volumétrico en la tubería que hace las veces de rebosadero en el Ojo de Pedrera.

- En la red de control de calidad se propone la realización de dos muestreos anuales en los puntos indicados en los que se deberían analizar los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica (campo y laboratorio), pH (campo y laboratorio) y temperatura del agua (campo y laboratorio), DQO, DBO₅, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, calcio, magnesio, sodio, potasio, sulfatos, bicarbonatos, carbonatados, cloruros, hierro y manganeso.
- Los técnicos de la COMUNIDAD deberían cargar la información generada en una base de datos y realizar informes periódicos sobre el seguimiento del acuífero y ponerlos a disposición de los organismos públicos con responsabilidades en la gestión hídrica, con el fin de que éstos analicen la información e indiquen las oportunas sugerencias a la COMUNIDAD DE USUARIOS, operaciones que facilitarían sensiblemente la gestión de los recursos hídricos del acuífero carbonático de la Sierra de Estepa.