



RECURSOS NATURALES

AGUAS SUBTERRÁNEAS

AGUAS SUPERFICIALES

SUELO

ATMÓSFERA

FLORA

FAUNA

PAISAJE



RECURSOS NATURALES AGUAS SUBTERRÁNEAS

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FACTOR.
2. NORMATIVA BÁSICA DE APLICACIÓN.
 - 2.1 EUROPEA.
 - 2.2 ESTATAL.
 - 2.3 AUTONÓMICA.
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO. TABLA "ASPECTO / PRESENTACIÓN DE DATOS".
4. DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS ESPECÍFICOS.
 - 4.1 INVENTARIO DE LOS ACUÍFEROS PRINCIPALES. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE ACUÍFEROS.
 - 4.2 INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA.
 - 4.3 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS AGUAS.
 - 4.4 CALIDAD DE LAS AGUAS PARA LOS DISTINTOS USOS.
 - 4.5 RÉGIMEN HÍDRICO. RELACIÓN DISPONIBILIDAD / DEMANDA.
 - 4.6 GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.
 - 4.7 APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS: USO URBANO, AGRÍCOLA, INDUSTRIAL. USO NATURAL.
 - 4.8 NIVELES DE EXPLOTACIÓN / SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS.
 - 4.9 RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS. INVENTARIO DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN REALES Y POTENCIALES: VERTEDEROS, AGUAS RESIDUALES URBANAS, GANADERÍA, INDUSTRIA.
 - 4.10 MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A LA CONTAMINACIÓN.
 - 4.11 CONTAMINACIÓN POR NITRATOS Y PLAGUICIDAS.
 - 4.12 REDES DE CONTROL: PIEZOMÉTRICA, HIDROMÉTRICA.
 - 4.13 AGUAS MINERALES (MINERO-MEDICINALES, TERMALES, AGUAS DE BEBIDA ENVASADA).
5. PRINCIPALES PLANES Y PROYECTOS, ACTUALES Y FUTUROS.



1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FACTOR

La publicación en el año 1997 del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, supuso un importante paso para el conocimiento de las aguas subterráneas de la provincia. Con este documento se puso al alcance de todos aquellos relacionados con la administración de las aguas un importante instrumento para una gestión óptima de los recursos. No obstante es imprescindible profundizar más en su estudio, la cuantificación real de las aguas subterráneas de la provincia resulta de gran importancia para muchas zonas de la provincia de Jaén ya que constituye en recurso estratégico fundamental para garantizar muchos abastecimientos y luchar contra la sequía.

El modelo hidrogeológico de la provincia de Jaén responde a la complejidad y diversidad geológica que concurren en ella:

El norte provincial que coincide con Sierra Morena presenta escaso interés hidrogeológico, al estar constituido en su mayor parte por materiales cuarcíticos, pizarras y granitos de muy baja permeabilidad y que sólo localmente presentan un mayor interés cuando están fisurados o fracturados.

Al sur de este conjunto, afloran unas calcarenitas, que se extienden de este a oeste de la provincia formando un acuífero de entidad relevante y de alta permeabilidad. En general, está recubierto por un paquete de margas, de edad Miocena, que confinan dicho acuífero.

Al este y sur de la provincia, las condiciones hidrogeológicas mejoran, especialmente al este. Los materiales carbonatados con alto grado de karstificación, coincidente con los relieves de Sierra Cazorla, Segura y Las Villas, así como el conjunto de Quesada-Castril, constituyen acuíferos de cierta entidad y con recursos hídricos renovables importantes. Esto contrasta con la zona sur, donde los acuíferos existentes, de similares características hidrogeológicas, son de pequeña entidad en cuanto a superficie y recursos hídricos albergados.

En el centro de la provincia y coincidiendo con la depresión del río Guadalquivir aparecen forma-

ciones constituidas por arenas, gravas, conglomerados, calcarenitas, calizas, etc... de alta y media permeabilidad, que forman acuíferos de poca entidad, en cuanto a superficie, y recursos renovables.

En general se definen en el Plan Hidrológico 17 Unidades Hidrogeológicas para la provincia de Jaén que cuentan con más de 55 acuíferos definidos. Actualmente se está revisando la definición de las Unidades Hidrogeológicas del Plan Hidrológico del Guadalquivir para incluir acuíferos provinciales no contemplados en el mismo.

La superficie aflorante permeable de los acuíferos es de alrededor de 2.400 km², lo que supone el 15% de la superficie provincial, este dato da una idea acerca de la necesidad de protección de nuestras aguas subterráneas frente a actividades potencialmente contaminantes.

La suma de los recursos de los distintos acuíferos dan un total de 435 hm³/año de agua subterránea disponible en la provincia, no hay que perder de vista que los datos de recursos hídricos disponibles son en muchos casos datos estimados.

POTENCIALIDADES

- La provincia de Jaén es muy rica en aguas subterráneas debido a su naturaleza geológica.
- La calidad en general de las aguas subterráneas es muy buena tanto para su uso para riego como para abastecimiento.
- Posibilidad de utilizar las aguas subterráneas para suministro de agua potable a los núcleos urbanos y garantizar los suministros en épocas de sequía.

DEBILIDADES

- Los acuíferos están mal gestionados, muchos de ellos pierden gran cantidad de sus reservas en forma de descargas a los ríos y arroyos mientras que otros están declarados como sobreexplotados.
- Escaso control sobre la contaminación de acuíferos.



- Escaso control de las extracciones ilegales de aguas subterráneas.
- Falta concienciación ciudadana.
- Distribución muy irregular de la pluviosidad tanto en el espacio como en el tiempo, con períodos amplios de sequía que produce grandes desequilibrios.
- Canon de consumo de agua por superficie regada, no por volumen de agua consumido.

2. NORMATIVA BÁSICA DE APLICACIÓN

2.1 EUROPEA

Directivas

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un Marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Directiva 1998 /83 /CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- Directiva 80/778/CEE del Consejo, de 15 de julio 1980, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. Modificada por la directiva 98/83/ CE.
- Directiva 80/68/CEE del Consejo, de 17 de diciembre de 1979, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas.

2.2 ESTATAL

Leyes

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (Deroga la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas y la Ley 46/1999 que modificaba la anterior).
- Ley 10/2001 de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Ley 11/1999, de 21 de abril, de modificación de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, y otras medidas para el desarrollo del

Gobierno Local, en materia de tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial y en materia de aguas.

Reales Decretos

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 236/2001, de 23 octubre, por el se establecen ayudas para regadío.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 1664/1998, 24 de julio, de aprobación de los Planes Hidrológicos de Cuenca. (Entre ellos el Plan Hidrológico del Guadalquivir único, informado favorablemente por el Consejo del Agua de la cuenca los días 5 de abril y 14 de julio de 1995).
- Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Real Decreto 1315/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 1164/1991, de 22 de julio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasada, modificada por Real Decreto 781/1998 de 30 abril.
- Real Decreto 1138/1990, de 14 septiembre, aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para abastecimiento y control de las aguas potables.
- Real Decreto 927/1988, 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 agosto, de Aguas. (Vigente hasta el 10 de julio de 2000).
- Real Decreto 2618/1986, de 24 de diciembre, de medidas referentes a acuíferos subterráneos, al amparo del artículo 56 de la Ley de Aguas.



Órdenes

- Orden de 13 de agosto de 1999, por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la cuenca del Guadalquivir.
- Orden de 14 de marzo de 1996, por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de 9 de febrero de 1996, que aprueba el Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2005.
- Orden de 1 de julio de 1987, por la que se aprueba los métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público.
- Orden de 12 de noviembre de 1987, normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o

peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.

2.3 AUTONÓMICA

Decretos

- Decreto 261/1998, de 15 de diciembre, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Órdenes

- Orden de 27 de junio de 2001, conjunta de las Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Pesca, por la que se aprueba el Programa de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

TABLA "ASPECTO / PRESENTACIÓN DE DATOS"

Metodología de trabajo	Para la descripción de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén, se ha estudiado el Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, se ha revisado el Plan Hidrológico del Guadalquivir y se ha elaborado una amplia base de datos sobre las aguas tanto subterráneas como superficiales en la provincia de Jaén. Con toda esta documentación se han elaborado distintos mapas provinciales y el presente documento.
-------------------------------	--

Aspecto	Presentación
Inventario de los acuíferos principales. Mapa de localización de acuíferos.	Texto, tablas, mapa.
Inventario de puntos de agua.	Texto.
Análisis químico de las aguas.	Texto, tabla.
Calidad de las aguas para los distintos usos.	Texto, tabla, gráfico.
Régimen Hídrico. Relación disponibilidad / demanda.	Texto, tabla.
Gestión de aguas subterráneas.	Texto.
Aprovechamiento de las aguas subterráneas: uso urbano, agrícola, industrial. Uso natural.	Texto, tablas.
Niveles de explotación / sobreexplotación de acuíferos.	Texto, tabla.
Riesgo de contaminación de acuíferos. Inventario de focos de contaminación reales y potenciales: Vertederos, Aguas Residuales Urbanas, Ganadería, Industria.	Texto, tabla, mapa.
Medidas de protección frente a la contaminación.	Texto.
Contaminación por nitratos y plaguicidas.	Texto.
Redes de control: piezométrica, hidrométrica.	Texto, tabla.
Aguas minerales (minero-medicinales, termales, aguas de bebida envasada).	Texto, tabla.



4. DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS ESPECÍFICOS

4.1 INVENTARIO DE LOS ACUÍFEROS PRINCIPALES. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE ACUÍFEROS

En base principalmente al Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén del año 1997, se ha realizado un inventario de los acuíferos existentes en la provincia, recopilando, además la información más actualizada disponible sobre los distintos acuíferos.

Posteriormente se ha establecido un código a cada acuífero según la unidad hidrogeológica, definida en el Plan Hidrológico del Guadalquivir a la que pertenezcan. Asimismo se recogen las características de los acuíferos, superficie aflorante, recurso, descarga natural, bombeos y flujos subterráneos. Se ha digitalizado dicha información en el mapa incluido en este punto.

En la primera tabla del presente apartado, aparece el nombre de cada unidad junto con su código de identificación. En la segunda tabla quedan reflejados los acuíferos, junto a los códigos establecidos y sus características.

Señalar que actualmente se está revisando la definición de Unidades Hidrogeológicas (UH en adelante) que se hace en el Plan Hidrológico del Guadalquivir, PHG. En la última propuesta de modificación de UH de la Cuenca del Guadalquivir se incluyen tres nuevas unidades, definidas ya en el Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, para incluirlas en la Revisión del PHG, que son:

5.07 Ahillo Caracolera, incluida en el presente estudio en la UH 5.22, por proximidad.

5.66 Grajales- Pandera- Cárcel, incluida en la UH 5.22.

5.70 Gracia- Ventisquero, incluida en la UH 5.28.

Códigos de las Unidades Hidrogeológicas

Unidad Hidrogeológica	Código	Unidad Hidrogeológica	Código
S. Cazorla	5.01	S. Mágina	5.21
Quesada-Castril	5.02	Mentidero-Montesinos	5.22
Bedmar-Jódar	5.14	Úbeda	5.23
Torres-Jimena	5.15	Bailén-Guarromán	5.24
Jabalucz-La Grana	5.16	Rumblar	5.25
Jaén	5.17	Aluvial-Guadalquivir	5.26
San Cristóbal	5.18	Porcuna	5.27
Mancha Real-Pegalajar	5.19	Montes Orientales	5.28
Almadén-Carluca	5.20	Sin catalogar	5.SC

Tabla 1

Fuente: Plan Hidrológico del Guadalquivir, 1995.

Características de los acuíferos

Nombre acuífero	Código acuífero	Superficie aflorante (Km ²)	Recurso (hm ³ /año)	Descarga natural (hm ³ /año)	Bombeo (hm ³ /año)	Flujo subterráneo (hm ³ /año)
S. Cazorla	5.01a	300,00	50,00	-	3,03	25,00
S. Beas de Segura	5.01b	190,00	22,00	-	-	-
S. Quesada	5.01c	-	-	-	-	-
S. Bienservida-Alcaraz	5.01d	-	-	-	-	-
S. Segura	5.02a	437,00	23,00	-	-	-
S. Castril	5.02b	-	30,00	-	-	-
S. Pozo	5.02c	120,00	-	-	-	-
S. Seca	5.02d	63,00	24,00	-	-	-
Pinar Negro	5.02e	130,00	53,00	-	-	-
Peralta	5.02f	-	-	-	0,00	0,00
Bedmar-Jódar	5.14a	14,00	1,70	0,10	1,60	-
De la Golondrina	5.14b	3,00	0,50	-	-	0,50

Características de los acuíferos (continuación)



Nombre acuífero	Código acuífero	Superficie aflorante (Km ²)	Recurso (hm ³ /año)	Descarga natural (hm ³ /año)	Bombeo (hm ³ /año)	Flujo subterráneo (hm ³ /año)
Jimena	5.15a	16,40	1,20	1,00	0,20	–
Aznaitín-Torres Albanchez	5.15b	–	4,10	3,90	0,20	–
Lías de Jabalcuz	5.16a	1,00	1,30	1,10	0,20	–
Dogger de Jabalcuz	5.16b	5,00	1,25	0,25	1,00	–
Castillo La Imora	5.17a	7,50	2,10	–	1,54	0,56
Peña de Jaén	5.17b	3,00	1,00	–	1,00	–
San Cristóbal	5.18	10,00	0,75	0,45	0,30	–
Pegalajar	5.19a	10,60	2,80	0,09	0,86	1,80
Mojón Blanco	5.19b	19,80	3,70	0,63	0,57	2,50
Intermedio Mioceno	5.19c	–	–	–	–	–
Almadén	5.20a	30,00	8,7	6,7	–	–
La Atalaya-Cerro Cántaro	5.20b	–	–	–	–	–
Cárceles-Carluco	5.20c	47,00	11,30	11,30	–	–
S. Mágina	5.21	55,00	13,30	13,10	0,20	–
Mentidero	5.22a	12,00	3,10	3,10	–	–
Montesina	5.22b	6,70	2,00	2,00	–	–
Grajales-La Pandera	5.22c	70,00	26,00	24,00	2,00	–
Cárchel	5.22d	4,00	0,50	0,50	–	–
Ahillo	5.22e	8,10	1,90	1,30	0,60	–
Caracolera	5.22f	6,00	1,70	1,70	–	–
Úbeda	5.23a	100,00	14,00	–	–	–
Carbonatado de la Loma de Úbeda ¹	5.23b	252	12-15	–	–	–
Bailen-Guarromán	5.24	15,00	5,60	1,50	1,00	–
Rumblar	5.25	40,00	3,50	0,70	1,80	–
Aluvial y Terrazas del Guadalquivir	5.26a	100,00	14,00	–	–	–
Mioceno Trasgresivo	5.26b	–	–	–	–	–
Porcuna	5.27	15,00	2,00	–	–	–
Frailes-Boleta	5.28a	25,00	2,80	2,80	–	–
Frailes-Montillana	5.28b	24,00	5,80	4,50	1,00	0,32
Fresnedilla-Pico Medara	5.28c	40,00	5,00	4,00	–	1,00
Alta Coloma	5.28d	35,00	16,00	15,80	0,30	–
S. Trigo-Puerto Arenas	5.28e	18,00	5,70	5,70	–	–
Charilla	5.28f	6,00	0,70	0,70	–	–
Vadillo	5.28g	3,50	0,70	0,70	–	–
Alcalá la Real-Santa Ana (Los Llanos)	5.28h	7,50	1,50	0,50	0,70	–
La Rábida	5.28i	4,00	0,90	–	0,60	0,30
San Pedro	5.28j	5,00	1,30	–	1,00	0,30
La Camuña	5.28k	5,50	1,40	0,70	0,10	0,10
Gracia-Morenita	5.28l	18,50	9,10	9,10	–	–
Cornicabra-Noguerones	5.28m	8,00	–	–	–	–
Ventisquero	5.28n	9,50	–	–	–	–
Aluvial Río Palancares	5.28ñ	–	–	–	–	–
Ermita Nueva	5.28o	–	–	–	–	–
Larva-Solera	5.SCa	35,00	3,00	1,60	0,40	0,70
Gante-Santerga	5.SCb	12,00	1,20	0,60	–	0,60

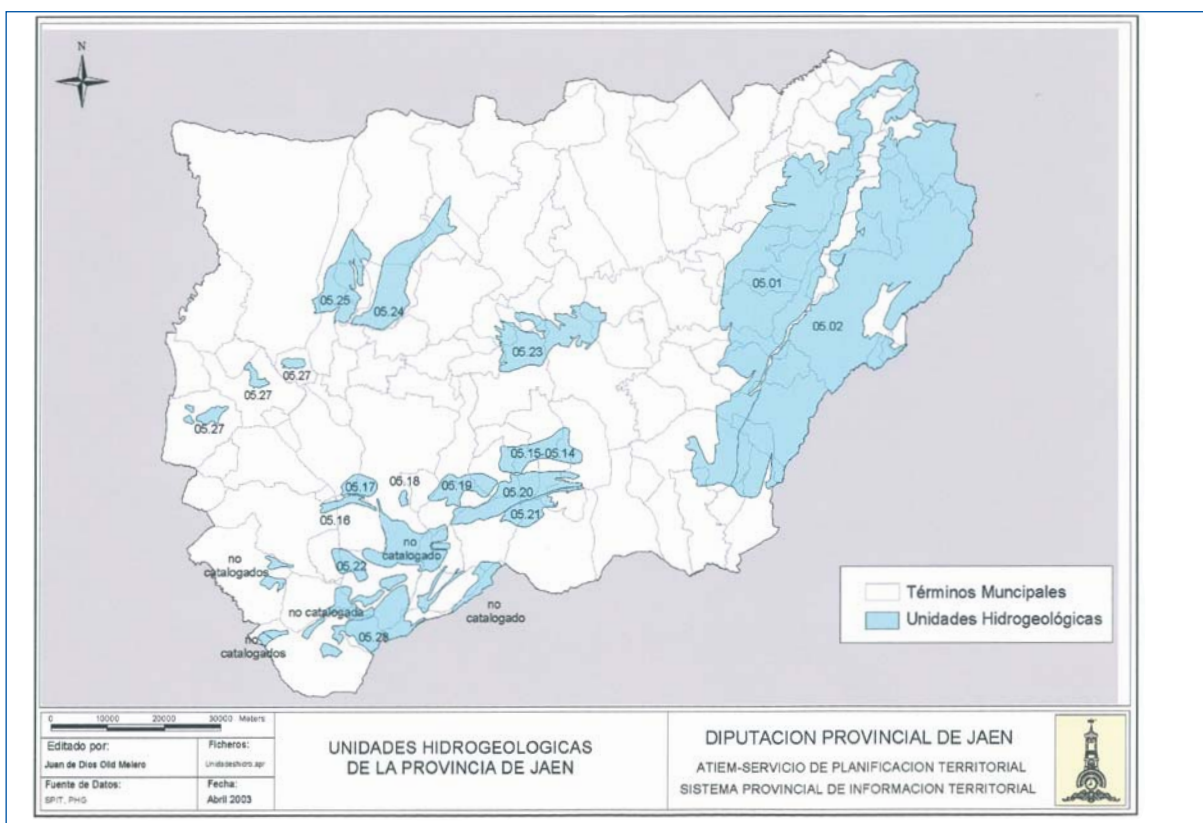
Tabla 2

Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997.

¹ Definido en el año 2000 por el IGME (en el Atlas Hidrogeológico es el denominado Acuífero Carbonatado del Alto Guadalquivir).



Unidades Hidrogeológicas de la provincia de Jaén



Mapa 1

Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997, y Plan Hidrológico del Guadalquivir, 1995.

4.2 INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Se puede definir un punto de agua como un lugar, obra civil, o circunstancia que permita un acceso directo o indirecto a un acuífero, así dentro de esta definición entrarían todas las perforaciones existentes, pozos, sondeos, fuentes o surgencias... En estos puntos y mediante el uso de técnicas o sistemas adecuados se podrán conocer algunos o todos los datos hidrogeológicos, como son el perfil litológico, posición del nivel piezométrico, propiedades químicas del agua, volúmenes extraídos... Todo este conjunto de datos debidamente ordenado es lo que constituye un inventario de puntos de agua.

Una vez que el inventario de puntos de agua de una región determinada está completo, se está en disposición de obtener información hidrogeológica sobre dicha zona como son la explotación total, el balance hídrico del acuífero y los, puntos idóneos para la captación de agua.

El inventario de puntos de agua de la provincia de Jaén, constituye un archivo de datos de gran importancia para estudios de mayor detalle que el presente, por lo que mencionamos las principales fuentes de datos disponibles en la actualidad.

Se dispone de los datos proporcionados por el Área Técnica de Infraestructuras y Equipamientos Municipales, ATIEM, de la Diputación Provincial de Jaén sobre sondeos para abastecimiento municipal mediante agua subterránea, se trata de más de 100 puntos, con datos sobre: situación geográfica, características de la captación... esta base de datos, se ha utilizado en el factor 4º del Diagnóstico Provincial de la Agenda 21, donde se estudia el Ciclo Integral del Agua.

También existe una base de datos del Instituto Geológico y Minero, IGME, disponible en la página web del Instituto, cuya consulta se realiza bajo pago de la misma, y que posee numerosos datos sobre los puntos de agua, piezometría, datos químicos y técnicos.

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, CHG, posee una base de datos (proporcionada en un CD) correspondiente al año 2001 que contiene las comunicaciones y aprovechamientos a partir de aguas subterráneas y manantiales con volumen inferior y superior a 7.000 m³/año respectivamente.

Señalar además la existencia de una base de datos sobre puntos de agua del Parque Natural de Cazorla Segura y Las Villas, se trata de un inventario realizado por parte de la Consejería de Medio Ambiente.



También existen los puntos de agua inventariados en diversos trabajos de hidrogeología de la provincia de Jaén.

Por el gran volumen de documentación hallado, así como la escasa utilidad que el inventario tiene en un nivel de estudio de estas características, provincial, se tiene esta documentación dispuesta para su explotación a la escala de trabajo adecuada.

4.3 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS AGUAS

El agua de lluvia es la fuente primaria de recarga a los acuíferos y es en el suelo donde el agua toma una configuración química o facies hidrogeoquímica, determinada antes de pasar a formar parte del agua de los acuíferos. Los tiempos de contacto con los materiales del acuífero son muy variados, tanto mayores cuanto mayor sea la profundidad y menor la permeabilidad, y por eso las aguas profundas suelen ser más salinas que las más próximas a la superficie dado que las oportunidades para disolver sales son mayores.

En las rocas permeables por fracturación (acuíferos carbonatados en la provincia de Jaén) existe un contacto menos íntimo entre la roca y el agua que cuando la permeabilidad es por porosidad (acuíferos detríticos) y por lo tanto la cesión de sales es más lenta.

A continuación se recogen a nivel de unidad hidrogeológica las facies (caracterización química)

de las aguas, así como la mineralización y dureza de las mismas, y se integra en la base de datos de agua.

La descripción de la diversidad de elementos químicos que aparecen en las aguas contenidas en el medio subterráneo es una tarea compleja, a causa de la enorme cantidad de factores que influyen en su composición, tales como, naturaleza de la roca encajante, tiempo de residencia en ella, composición del agua de alimentación y su variación temporal, modificaciones en el transcurso de la infiltración (fenómenos de oxidación-reducción, cambio de bases, mezcla de aguas a distintas concentraciones y temperaturas...). A todos ellos hay que sumar las modificaciones introducidas por las acciones del hombre que en ocasiones pueden ser determinantes para su utilización, ya sea en agricultura o abastecimiento.

La caracterización de los parámetros hidroquímicos de cada uno de los acuíferos, se ha realizado utilizando los puntos más representativos de los que se dispone de datos, aplicando las mismas características a parte o a la totalidad del acuífero, lo que no deja de ser una generalización que puede ser válida si se exceptúan las variaciones locales que pudieran existir.

En general puede decirse que la mayoría de las aguas en las unidades hidrogeológicas son de facies bicarbonatadas cálcicas, mineralización ligera y dureza media como se puede observar en la tabla siguiente. Pero más adelante se analizarán detalladamente.

Características hidroquímicas de los acuíferos

Unidad Hidrogeológica	Código	Facies (°)	Mineralización	Dureza
S. Cazorla	5.01	A-ab/A-ba	Ligera	Media
Quesada-Castril	5.02	A-ab/A-ac	Ligera	Media
Bedmar-Jódar	5.14	A-ba	Ligera	Media
Torres-Jimena	5.15	A-ba	Ligera	Media
Jabalcez-La Grana	5.16	A-a	Notable y ligera	Media-Dura
Jaén	5.17	A-a	Ligera-Notable	Media
San Cristóbal	5.18	BC-bc	Fuerte	Media
Mancha Real-Pegalajar	5.19	A-a	Ligera	Media
Almadén-Carluca	5.20	A-a/A-ab	Ligera-Notable	Dura
S. Mágina	5.21	A-a/B-a	Ligera-Notable	Media
Mentidero-Montesinos	5.22	A-a	Ligera	Media
Úbeda	5.23	A-a/A-ab	Notable	Dura
Bailén-Guarromán	5.24	A-ab	Ligera-Notable	Media
Rumblar	5.25	A-a/A-ab	Ligera	Media
Aluvial-Guadalquivir	5.26	A-a/ab-AB	Notable-Fuerte	Dura-Muy dura
Porcuna	5.27	A-ab	-	-
Montes Orientales	5.28	A-ba	-	-
Sin catalogar	5.Sc	AB-ab/AC-c	Notable	Dura

Tabla 3

Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997.

² A: bicarbonatada, B: sulfatada, C: clorurada, a: cálcica, b: magnésica, c: sódica.



En los *acuíferos carbonatados*, la facies predominante es la bicarbonatada cálcica, cálcico-magnésico o magnésico-cálcica, dependiendo de la preponderancia de materiales calizos o dolomíticos. La mineralización es por lo general ligera o notable y las aguas son perfectamente aptas para su uso en abastecimiento o regadío. La aparición de facies bicarbonatadas-sulfatadas o incluso sulfatada ocurre en aquellos en los que el substrato o los bordes del acuífero están definidos por materiales triásicos compuestos por arcillas y yesos; esto es patente en acuíferos como el Carbonatado de la Depresión del Alto Guadalquivir, San Cristóbal, Gracia-Morenita o Alta Coloma entre otros, en este último las aguas de su principal surgencia llegan a ser deficientes para abastecimiento a causa del elevado contenido en sulfatos, aunque en la mayoría son aptas para cualquier uso.

Los problemas de afección por substrato triásico no suelen aparecer de forma generalizada en un determinado acuífero, sino más bien en áreas puntuales donde surgen aguas de circulación profunda con un mayor tiempo de residencia en el subsuelo, o bien en zonas donde la circulación se ha producido, en algún momento, a través de materiales sulfatados. Esto es patente en el ejemplo de Alta Coloma, donde en los tres sondeos realizados para abastecimiento, ubicados lejos del área de surgencia, se han obtenido aguas con un contenido en sulfatos notablemente inferior y menor mineralización.

En los *acuíferos detríticos*, entre los que se incluyen los que presentan características mixtas con los carbonatados, como los conformados por calcarenitas, la variedad de facies y mineralizaciones es sensiblemente mayor. La facies predominante continúa siendo la bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica, aunque aparecen abundantes áreas con aguas bicarbonatadas-sulfatadas y sulfatadas por lo general cálcicas y cálcico magnésicas y en algunos casos sódicas. La mineralización suele ser notable y en menor medida, fuerte, siendo puntualmente ligera en los acuíferos de Bailén-Guarromán y Rumbiar. Las facies sulfatadas están relacionadas generalmente con las mayores mineralizaciones.

Mención aparte merece el acuífero del Aluvial del Guadalquivir, en el que las concentraciones de los distintos elementos químicos de sus aguas son muy elevadas, sujetas a la influencia de los propios materiales que constituyen el acuífero y a la relación río-acuífero. Si bien predominan las facies bicarbonatadas y bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas y cálcico-magnésicas, es frecuente la presencia de aguas sulfatadas y sulfato-cloruradas, generalmente cálcico-magnésicas y ocasionalmente sódicas. La minerali-

zación general es notable, con conductividades de 900 a 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aumentando a fuerte (2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) cuando aparecen facies cloruradas. Por su contenido en calcio y magnesio, son aguas duras y muy duras, con valores comprendidos entre 360 y 890 mg/l de CaCO_3 .

4.4 CALIDAD DE LAS AGUAS PARA LOS DISTINTOS USOS

En el presente apartado se estudia la calidad de las aguas para uso urbano y para uso agrícola a nivel de unidad hidrogeológica. Se lleva a cabo un estudio de los distintos parámetros de calidad en función de la, hasta febrero de 2003, vigente, Reglamentación Técnico Sanitaria (RTS: 1138/90) y según el Índice de Adsorción de Sodio (SAR) para el uso del agua para riego.

Se tienen en cuenta los objetivos de calidad para las distintas unidades hidrogeológicas establecidos en el Anexo XII del Plan Hidrológico del Guadalquivir.

El término de calidad del agua indica, además de su caracterización química, su capacidad o aptitud para el uso al que se destina.

En este sentido, las limitaciones máximas corresponden a las aguas destinadas al consumo humano, definidas por el Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Este R.D., trasposición de la Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998, y que deroga a la RTS 1138/90, especifica los parámetros y valores paramétricos a cumplir en el punto donde se pone el agua de consumo humano a disposición del consumidor. Estos valores se basan principalmente en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y en motivos de salud pública aplicándose, en algunos casos, el principio de precaución para asegurar un alto nivel de protección de la salud de la población. En el capítulo, relativo al Ciclo Integral del Agua, aparece la tablas con las características especificadas.

La utilización del agua en agricultura está condicionada principalmente por la salinidad y contenido en sodio, aparte de la presencia de sustancias tóxicas para los cultivos (boro, metales). Dada la existencia de determinados factores que van a influir en el aprovechamiento del agua por las plantas, como son las características del suelo y el tipo de cultivos, no existe una normativa específica relativa a la calidad de las aguas para agricultura, por lo que en este documento se ha optado por una de las directrices más ampliamente utilizadas, la del U.S. Salinity Laboratory Staff, basada en la conductividad del agua y el Índice de Adsorción de Sodio (SAR).



La clasificación establecida se basa en las siguientes características:

- 1) La concentración total de sales solubles expresada mediante la conductividad eléctrica en micromhos por cm a 25 °C.
- 2) La concentración relativa del sodio con respecto al calcio y magnesio, denominado índice SAR, es la siguiente:

$$SAR = \frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa + rMg}{2}}} \quad r = meq/l$$

Para que este índice sea representativo, no debe producirse precipitaciones de las sales cálcicas o magnésicas como consecuencia de la evapotranspiración.

A las aguas de un SAR constante se les atribuye un mayor peligro de alcalinización del suelo cuanto mayor es la concentración total.

En la figura pueden apreciarse las 16 categorías establecidas al combinar las distintas clases de las características de conductividad (C) y peligro de alcalinización del suelo (S).

C-1 Agua de baja salinidad. Conductividad entre 100 y 200 micromhos/cm a 25°C que corresponde aproximadamente a 64-160 mg/l de sólidos disueltos. Puede usarse para la mayor parte de los cultivos en casi todos los suelos, con muy poco peligro de que se desarrolle salinidad. Es preciso algún lavado, que se logra normalmente con el riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

C-2 Agua de salinidad media. Conductividad entre 250 y 750 micromhos/cm a 25 °C correspondiendo aproximadamente a 160 a 480 mg/l de sólidos disueltos. Puede usarse con un grado moderado de lavado. Sin excesivo control de la salinidad se pueden cultivar, en la mayoría de los casos, las plantas moderadamente tolerantes a las sales.

C-3 Agua altamente salina. Conductividad entre 750 y 2.250 micromhos/cm a 25 °C, correspondiendo aproximadamente a 480-1440 mg/l de sólidos disueltos. No puede usarse en suelos de drenaje deficiente. Selección de plantas muy tolerantes a las sales y posibilidad de control de la salinidad del suelo, aún con drenaje adecuado.

C-4 Agua muy altamente salina. Conductividad superior a 2.250 micromhos/cm a 25 °C, (aproximadamente 1.440 mg/l de sólidos disueltos). No es apropiada en condiciones ordinarias para el riego. Puede utilizarse con una selección de cultivos en suelos permeables, de buen drenaje y con exceso de agua para lograr un buen lavado.

Diagrama para la clasificación de las aguas para riego

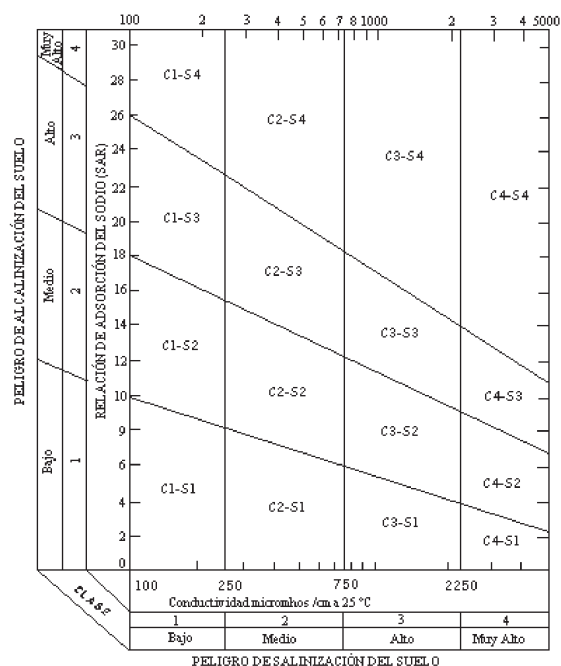


Gráfico 1

Fuente: U.S Salinity Laboratory Staff.

S-1 Agua baja en sodio. Puede usarse en la mayoría de los suelos con la escasas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiable. Los cultivos sensibles, como los frutales de pepita, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

S-2 Agua media en sodio. Puede representar un peligro en aguas de lavado deficientes, en terrenos de textura fina con elevada capacidad de cambio catiónico, si no contienen yeso.

S-3 Agua alta en sodio. En la mayor parte de los suelos puede alcanzarse un límite de toxicidad del sodio intercambiable, por lo que es preciso un buen drenaje, lavados intensos y adiciones de materia orgánica. En suelos yesíferos el riesgo es menor.

S-4 Agua muy alta en sodio. En general muy inadecuada para el riego, excepto con salinidades muy bajas o medias, siempre que se pueda posibilitar su empleo con la disolución del calcio del suelo, el uso del yeso o de otros elementos.

La calidad de agua para usos industriales es tan variable como los procesos en los que este elemento se emplea. No obstante, las aguas utilizadas en la elaboración de productos alimenticios deben cumplir las normas establecidas en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero. Como criterio general, los factores que más pueden influir en la adecuación de un agua para la industria son la agresividad y el poder de incrustación.



En la mayoría de las áreas hidrogeológicas, el agua para uso urbano puede considerarse como potable, es decir apta para abastecimiento, tras un tratamiento adecuado previo, claro está, excepto en la unidad de Úbeda, Aluvial del Guadalquivir y Porcuna que son no aptas. Para uso agrícola la mayor parte son buenas o aptas. A continuación se expone la tabla en la que se recogen los datos, extraídos del Anexo XII del Plan Hidrológico del Guadalquivir:

han permitido una evaluación de los recursos renovables para el conjunto de las subunidades de Beas de Segura y Cazorla que se pueden cifrar en 72 hm³/año. Las captaciones actuales se estiman en 3,03 hm³/año, muy bajas en relación con los recursos renovables, por lo que la unidad funciona prácticamente en régimen natural.

Quesada-Castril, 5.02: No se ha podido llevar a cabo hasta el presente una evaluación precisa de los recursos, por falta de caracterización

Calidad de las aguas subterráneas

Unidad Hidrogeológica	Código	Calidad uso urbano	Calidad uso agrario
S. Cazorla	5.01	Potable	Buena
Quesada-Castril	5.02	Potable	Buena
Bedmar-Jódar	5.14	Potable	Buena
Torres-Jimena	5.15	Potable	C1S1 (Buena)
Jabalruz-La Grana	5.16	Potable	C1S1 (Buena)
Jaén	5.17	Potable	C1S1 (Buena)
San Cristóbal	5.18	Tolerable potable	C3S1 (para suelo con buen drenaje) C2S1 (Apta)
Mancha Real-Pegalajar	5.19	Potable	Apta
Almadén-Carluca	5.20	Potable	Apta
S. Mágina	5.21	Potable	Apta
Mentidero-Montesinos	5.22	Potable	Buenas C1S1
Úbeda	5.23	No potable	Apta
Bailén-Guarromán	5.24	Potable	Apta
Rumblar	5.25	Potable	Buena
Aluvial-Guadalquivir	5.26	No potable	C1S1
Porcuna	5.27	No potable	C2S1/C3S1 (Aceptable), C4S1/C4S2 (Cultivo tolerante a sal)
Montes Orientales	5.28	Potable con excepciones	C2S1/C3S1
Sin Catalogar	5.SC	-	-

Tabla 4

Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997.

Según los objetivos de calidad del Anexo XII del Plan Hidrológico del Guadalquivir, en todas las unidades hidrogeológicas que se encuentran en Jaén, se debe de mantener la situación de calidad actual, excepto en la Unidad de Úbeda, y en la del Aluvial del Guadalquivir en las que debe haber una mejora, sin cuantificar, de la situación.

4.5 RÉGIMEN HÍDRICO. RELACIÓN DISPONIBILIDAD / DEMANDA

A continuación se realiza un estudio pormenorizado del régimen hídrico por unidad hidrogeológica, se determinan las entradas, salidas y recursos, de cada una de ellas:

Sierra de Cazorla, 5.01: Los estudios llevados a cabo para la definición del balance hídrico,

hidrogeológica de la unidad. De modo preliminar, se ha estimado para el conjunto una cifra de 130 hm³/año.

Bedmar-Jódar, 5.14: La alimentación se produce, exclusivamente, por infiltración del agua de lluvia. Las salidas se originan actualmente por las extracciones mediante bombeo en los sondeos existentes, salvo 5-7 l/s que drenan por los manantiales del noreste, estando los demás secos, lo que indica el excesivo nivel de explotación del acuífero. La recarga total se ha estimado en 2,2 hm³/año; por lo que respecta a las salidas se extraen por bombeos en la subunidad de Bedmar-Jódar 1,6 hm³/año, drenando por manantiales tan sólo 0,1 hm³/año. En la subunidad de la Golondrina no existen inventariadas extracciones ni se conocen surgencias, por lo



que se supone que sus salidas son ocultas hacia Bedmar-Jódar.

Torres-Jimena, 5.15: La alimentación se debe exclusivamente a la infiltración directa de las precipitaciones, lluvia y, en menos medida, de nieve, que tiene lugar sobre los afloramientos carbonatados. La descarga tiene lugar por manantiales, existiendo cinco importantes sobre un total de veinte, por los que se drena el 85% del total de las salidas de la unidad. El resto se debe a extracciones mediante bombeo.

La recarga total se ha estimado entre 4 y 5,3 $\text{hm}^3/\text{año}$.

Jabalruz, 5.16: La alimentación se debe exclusivamente a la infiltración directa de las precipitaciones que tiene lugar sobre los afloramientos carbonatados. La descarga tiene lugar por manantiales y por las extracciones mediante bombeos.

Jaén, 5.17: La alimentación se debe exclusivamente a la infiltración directa de las precipitaciones que tienen lugar sobre los afloramientos carbonatados. La descarga tiene lugar por manantiales (La Peña en la mitad meridional y La Magdalena, en el sector septentrional) y por extracciones mediante bombeos. Precisamente las extracciones han motivado que haya dejado de drenar agua por el manantial de la Magdalena. La recarga total se ha estimado en 2,6-3,1 $\text{hm}^3/\text{año}$.

San Cristóbal, 5.18: La alimentación se produce exclusivamente a la infiltración directa de las precipitaciones que tiene lugar sobre los afloramientos carbonatados. La descarga tiene lugar por manantiales, aunque a medida que se han ido haciendo sondeos, han ido secándose o reduciendo su caudal. La recarga total se ha estimado en 0,75 $\text{hm}^3/\text{año}$. Por lo que respecta a las salidas, el drenaje a manantiales se evalúa en 0,45 $\text{hm}^3/\text{año}$, en tanto que las extracciones por bombeo suponen 0,30 $\text{hm}^3/\text{año}$.

Mancha Real- Pegalajar, 5.19: Desde el punto de vista geológico, se distinguen dos sectores de características distintas. El sector meridional, formado por materiales carbonatados del Prebético (Cretácico superior) y el sector septentrional, ocupado por formaciones recientes que dan paso a materiales de la Depresión del Guadalquivir. En este último se asienta el denominado Acuífero Mioceno Intermedio.

Los estudios sobre el balance hídrico han puesto de manifiesto que los recursos de la subunidad de la Sierra de Pegalajar se pueden considerar de 2-2,8 $\text{hm}^3/\text{año}$, distribuidos entre 1,3 a 1,9 para el sector septentrional y 0,7-0,9 para el meridional, frente a unas salidas de 0,75 y 0,20, respectivamente.

Para la subunidad de Mojón Blanco las entradas se evalúan entre 2,7-3,7 $\text{hm}^3/\text{año}$, con sali-

das de 1,2 $\text{hm}^3/\text{año}$, de los que 0,57 $\text{hm}^3/\text{año}$ corresponden a bombeos.

Almadén- Carluca, 5.20: Las entradas proceden exclusivamente de la infiltración de las precipitaciones caídas sobre los afloramientos permeables. Las salidas se producen de manera natural, no existiendo extracciones por bombeo. Los recursos de Atalaya, Cerro Cántaro, Almadén se estiman de 7,7 por 8,7 $\text{hm}^3/\text{año}$, no disponiendo de balances individualizados, lo que implica la necesidad de realizar estudios adicionales.

Sierra Mágina, 5.21: La alimentación de la unidad procede en su totalidad de la infiltración directa de las precipitaciones (lluvia y nieve). Las salidas se producen a través de manantiales que se localizan fundamentalmente en el borde sur, en el contacto con manantiales impermeables. Los más destacables son Mata-Begid y el Gargantón, por los que drenan más del 75% de los recursos de la unidad. Otros manantiales del borde nororiental son El Talabartero, La Pavana, El Parque, La Talanquera y la Fuente del Moro. Los recursos renovables se han evaluado en 13,3 $\text{hm}^3/\text{año}$.

Mentidero-Montesinos, 5.22: La alimentación es a través de la infiltración directa del agua de lluvia. Las salidas se producen de forma natural a través de manantiales. En la subunidad de Montesinos, el principal punto de drenaje corresponde a la surgencia de Chircales, con un caudal medio del orden de 60 litros por segundo. La subunidad de Mentidero drena en las inmediaciones de Fuensanta de Martos, fundamentalmente en Fuente Lavadero y Fuente Negra, con caudales medios de surgencia de 35 y 10 litros por segundo, respectivamente. Como prueba del grado de fisuración de los macizos, se han determinado coeficientes de infiltración del orden del 33%.

Úbeda, 5.23: La alimentación se produce, fundamentalmente, a partir de la infiltración del agua de lluvia caída sobre los materiales permeables. Las descargas naturales se producen a través de numerosos manantiales de escaso caudal situados a cotas muy dispares como corresponde a un acuífero de tipo multicapa. En la actualidad, la mayor parte del drenaje se realiza a través de los numerosos sondeos y pozos existentes, cuyos rendimientos suelen ser escasos. Los recursos renovables se evalúan en unos 14 $\text{hm}^3/\text{año}$.

Bailén-Guarromán, 5.24: La alimentación se produce por drenaje diferido de los materiales de baja permeabilidad suprayacentes y, en menor medida, por la infiltración directa del agua de lluvia en los afloramientos permeables y de la escorrentía de los cursos de agua que



atraviesa la unidad. Las salidas se producen de forma natural hacia el Guadalquivir, concentrándose en determinados puntos, como es el caso del manantial de Fuente Molino, con un caudal medio de 15 l/s. Es casi seguro que existen descargas al río Guadiel y al Arroyo de los Ríos, como han puesto de manifiesto los aforos diferenciales realizados en éste último, pero no hay información detallada al respecto. La profundidad del nivel piezométrico se encuentra entre 10 y 25 metros. Los recursos de la unidad se pueden evaluar, con criterios de prudencia, entre 5 y 6 hm³/año y las reservas, en torno a 200 hm³.

Rumblar, 5.25: La alimentación del acuífero tiene lugar por infiltración directa del agua de lluvia y, en parte, por la escorrentía procedente de los materiales de borde. Las salidas se realizan por extracción mediante bombeo y por drenaje de los cursos de agua que atraviesan el acuífero en sus bordes oriental y occidental. La profundidad del agua en los sondeos que captan el acuífero es variable, entre 0 y 50 metros, existiendo algunos sondeos surgentes. Los recursos renovables se evalúan en 3,5 hm³/año.

Aluvial del Guadalquivir, 5.26: La alimentación procede de la recarga desde el Guadalquivir, además de retornos de regadíos y de la infiltración de la lluvia caída directamente sobre las terrazas. Las salidas tienen lugar hacia el propio río Guadalquivir, a lo largo de ciertos tramos, y por las extracciones a través de los pozos y sondeos existentes. Naturalmente, las terrazas aparecen colgadas respecto al cauce del río, suelen drenar por medio de manantiales que surgen en el contacto con las margas miocenas.

Aunque sin datos que lo puedan confirmar, se tiene el convencimiento de la conexión de esta unidad con las de Sierra de Cazorla, Bailén-Guarromán y Rumblar de la que pueden estar recibiendo importantes descargas. Existe, en definitiva, una importante relación del río con el acuífero.

Porcuna, 5.27: Las entradas se deben fundamentalmente a la infiltración directa del agua de lluvia, tratándose de un acuífero de muy pequeña entidad. En el contacto de las calcarenitas con los materiales margosos del substrato, se localizan gran cantidad de pequeñas surgencias y zonas de rezume que, junto con las extracciones por bombeo, conforman las salidas de la unidad.

Montes Orientales, 5.28: Faltan estudios que permitan verificar la existencia o no de conexión hidráulica entre las subunidades, especialmente entre Sierra del Trigo y Sierra de Montillana y entre esta última y Alta Coloma. Por eso habrá que realizar los oportunos estudios complementarios.

En cuanto a las descargas, aparte de las surgencias por manantiales hay que destacar que del conjunto de Frailes-Boleta, Frailes-Montillana y Fresnedilla-Pico Madera se extrae 1 hm³/año por bombeos y que Sierra del Trigo-Puerto Arenas descarga 4.8 hm³/año al Guadalbullón.

A continuación, se recogen los datos de disponibilidad, es decir, los recursos totales por unidad hidrogeológica y de la demanda, siendo ésta el total de usos tanto agrícola, ganadero y urbano, ya que no existen datos de uso industrial, y se calcula la relación entre la disponibilidad y la demanda.

Relación disponibilidad / demanda de agua subterránea

Código Unidad Hidrogeológica	Disponibilidad (hm ³ /año)	Demanda (hm ³ /año)	Disponibilidad	% Agua utilizada
Sierra de Cazorla 5.01	72	3	69	4%
Quesada-Castril 5.02	130	0,6	129	0,5%
Bedmar-Jódar 5.14	2,2	1,85	0,6	84%
Torres-Jimena 5.15	5,3	0,4	4,9	7,5%
Jabalruz 5.16	2,55	1,4	1,5	55%
Jaén 5.17	3,1	1,54	1,56	50%
San Cristóbal 5.18	0,75	0,6	0,05	93%
Mancha Real-Pegalajar 5.19	4,7- 6,5	2,15	2,55- 4,35	46%-33%
Almadén-Carluca 5.20	20	0,5	19,5	2,5%
Sierra Mágina 5.21	13,3	5,4	7,9	41%
Mentidero-Montesinos 5.22	5,1	4,33	0,77	85%
Úbeda 5.23	14	8	7	57%
Bailén-Guarromán 5.24	5,6	1	4,6	18%
Rumblar 5.25	3,5	2,07	1,4	60%
Aluvial Guadalquivir 5.26	-	-	-	-
Porcuna 5.27	2	1	1	50%
Montes Orientales 5.28	35,6	1,5	34,1	4,2%
5.SC	3,2	-	-	-

Tabla 5

Fuente: Plan Hidrológico del Guadalquivir, 1994.



En la unidad de Mentidero-Montesinos, es decir, en la 5.22, sólo están recogidos los acuíferos de Mentidero y Montesinos del resto no se disponen de datos fiables. Igualmente en la 5.28 de los Montes Orientales no son fiables los datos de las subunidades de Alcalá la Real-Santa Ana, La Rábida, San Pedro, La Camuña, Gracia-Morenita, Cornicabra-Noguerones y Ventisquero.

En la relación entre la disponibilidad y la demanda puede observarse que hay agua disponible en la provincia y de que no se está haciendo ningún uso, ya que en todas las unidades hidrogeológicas la relación es positiva.

4.6 GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tras la consulta de la documentación acerca de la competencia que los distintos organismos públicos tienen sobre el agua subterránea, se concluye que se reparte de la siguiente forma:

La Administración Central interviene a través de dos Ministerios que son el de Medio Ambiente, del que depende la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, del que depende el Instituto Geológico y Minero.

La Confederación Hidrográfica tiene como una de sus funciones elaborar el Plan Hidrológico de Cuenca, así como su seguimiento y revisión. En el Plan se incluye la definición de las unidades hidrológicas, así como su régimen de explotación. También es competente en la construcción y explotación de las obras realizadas con cargo a los fondos propios y los que les sean encomendadas por el Estado. Asimismo pueden celebrar convenios con las comunidades de usuarios de aguas subterráneas al objeto de establecer la colaboración de éstas en las funciones de control efectivo del régimen de explotación y respeto a los derechos sobre las aguas. Otra función de la CHG es el otorgamiento de

permisos y concesiones de explotación de las aguas subterráneas.

El Instituto Geológico y Minero mediante la firma de convenios de colaboración con la Confederación Hidrográfica se ocupa del estudio y definición de las Unidades Hidrológicas de la Cuenca. También lleva a cabo labores de control de calidad del agua subterránea.

En cuanto a la Administración Autonómica, la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico se ocupa de permisos para la realización de sondeos y obras de explotación de agua subterránea, así como de la delimitación de los perímetros de protección para las aguas minerales y de bebida envasada. La Consejería de Salud es competente en cuanto al control de la calidad del agua utilizada para abastecimiento, llevando a cabo controles de calidad de las aguas subterráneas utilizadas para tal fin o que potencialmente pudieran tener este fin, fuentes públicas no conectadas a la red.

4.7 APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS: USO URBANO, AGRÍCOLA, INDUSTRIAL, USO NATURAL

Se realiza un inventario, extraído del Plan Hidrológico del Guadalquivir, a nivel de unidad hidrogeológica del volumen ($m^3/año$) de agua suministrado para uso urbano, agrícola e industrial, así como la/s población/es a las que se suministra y el número de habitantes de las mismas. Se recoge también el total de los usos y la recarga anual de las unidades y se analizan los distintos usos. Asimismo se hace referencia al uso natural, en los casos en los que se dispone de documentación.

En las siguientes tablas se recogen los datos obtenidos, observándose que no se utiliza agua de ninguna de las unidades hidrogeológicas para uso industrial, siendo utilizadas para fines ganaderos, urbanos y agrícolas.

Utilización de las aguas subterráneas para abastecimiento

Código Unidad Hidrogeológica	Volumen uso urbano suministrado ($hm^3/año$)	Población	Municipios
Sierra de Cazorla 5.01	3,00	21.585	Cazorla/Orcera/Segura de la Sierra/Beas de Segura
Quesada- Castril 5.02	0,60	6.031	Huesa/Quesada
Bedmar- Jódar 5.14	1,26	13.937	Jódar/Bedmar-Garciez
Torres- Jimena 5.15	0,40	3.073	Jimena/Albanchez de Mágina
Jabalruz 5.16	1,40	34.750	Martos/Torredelcampo/Jamilena
Jaén 5.17	-	-	Jaén/Urbanización



Utilización de las aguas subterráneas para abastecimiento (continuación)

Código Unidad Hidrogeológica	Volumen uso urbano suministrado (hm ³ /año)	Población	Municipios
San Cristóbal 5.18	0,30	1.744	La Guardia de Jaén
Mancha Real-Pegalajar 5.19	1,20	11.396	Mancha Real/Pegalajar
Almadén-Carluca 5.20	0,50	5.960	Cambil/Torres
Sierra Mágina 5.21	0,60	7.481	Bélmez de La Moraleda/ Huelma/Mata Bejid
Mentidero-Montesinos 5.22	1,03	7.712	Fuensanta de Martos/ Valdepeñas de Jaén
Úbeda 5.23	Despreciable	Despreciable	Pequeños abastecimientos a Úbeda y Baeza
Bailen-Guarromán 5.24	0,50	3.679	Espeluy/Guarroman
Rumblar 5.25	0,30	3.194	Villanueva de la Reina
Aluvial del Guadalquivir 5.26	-	-	Complemento a Valdecazorla, Donadío, 9 Núcleos
Porcuna 5.27	Despreciable	-	Complementa a Porcuna
Montes Orientales 5.28	1,50	24.781	Arbuniel/Campillo de Arenas/ Noalejo/Frailes/Montillana/ Montejicar/Charilla
5.SC	-	-	-

Tabla 6

Fuente: Anexo XII del Plan Hidrológico del Guadalquivir, Anexo XII, 1995.

Volúmenes de aguas subterráneas utilizados según usos

Código Unidad Hidrogeológica	Volumen uso agrícola suministrado (hm ³ /año)	Volumen uso industrial suministrado	Total usos (hm ³ /año)	Recarga anual (hm ³)
5.01	-	-	3,00	72,00
5.02	-	-	0,60	130,00
5.14	0,59	-	1,86	2,20
5.15	1,94	-	2,34	4,00
5.16	0,14	-	1,55	2,55
5.17	0,30	-	0,30	2,60
5.18	0,30	-	0,60	0,75
5.19	1,00	-	2,21	4,75
5.20	9,93	-	9,83	19,00
5.21	4,48	-	5,09	13,30
5.22	2,00	-	3,04	5,10
5.23	8,00	-	8,00	14,00
5.24	0,60	-	1,10	6,00
5.25	1,77	-	2,07	3,50
5.26	-	-	-	176,00
5.27	1,00	-	1,00	2,00
5.28	13,50	-	15,00	35,60
5.SC	-	-	-	-

Tabla 7

Fuente: Plan Hidrológico del Guadalquivir, Anexo XII, 1995.

A continuación se hace una breve descripción de los usos de cada Unidad Hidrogeológica:

Sierra de Cazorla, 5.01: El uso natural más destacable y que debe preservarse es el del mantenimiento de los caudales medioambientales de

la red hidrográfica encajada sobre la unidad y sus inmediaciones, dado el carácter de Parque Natural de la zona. Se puede hacer mención al nacimiento del río Aguascebas que da lugar a uno de los enclaves paisajísticos más importantes del Parque Natural.



El agua de esta unidad se destina sólo para uso urbano, es decir, para abastecimiento, en el que se cubre una población de 21.585 habitantes.

Quesada-Castril, 5.02: Algunos manantiales de la unidad se utilizan para abastecimiento urbano, como es el caso de los denominados Los Tubos y Juan Ruiz, que abastecen Castril y el del Canal, que abastece a Huesa y Belerda (Quesada).

El uso natural más destacable y que debe preservarse es el del mantenimiento de los caudales medioambientales de la red hidrográfica encajada sobre la unidad y sus inmediaciones, dado el carácter de Parque Natural de la zona (Parques Naturales de Cazorla-Segura-Las Villas y de la Sierra de Castril).

Bedmar-Jódar, 5.14: Los núcleos de Bedmar y Jódar se abastecen de las aguas subterráneas de esta unidad. También se destina agua para riego pero en menor medida.

Torres-Jimena, 5.15: Los núcleos de Jimena y Albánchez se abastecen de las aguas subterráneas de esta unidad. Las aguas drenadas por los manantiales se utilizan en regadíos, con las que se sirven 1,94 hm³/año para un total de 562 hectáreas.

Jabalruz, 5.16: Los núcleos de Martos, Torre-delcampo y Jamilena se abastecen de las aguas subterráneas de la unidad, pero suponen una dotación pequeña de 110 l/hab y día. También se utiliza en agricultura, atendiéndose unas 128 hectáreas a las que se sirven unos 0,14 hm³/año.

Jaén, 5.17: Las aguas se utilizan para abastecimiento de ciertos núcleos de la ciudad de Jaén y de una urbanización, ya que no hay recursos suficientes para atender a la capital. Existen usos industriales, como la fábrica de cervezas «El Alcázar» y una planta de hormigón. El agua procedente del manantial de la Fuente la Peña se utiliza para regadío, cubriendo la demanda de unas 96 hectáreas.

San Cristóbal, 5.18: El único núcleo que abastece es el de La Guardia. También se utilizan aguas para riego en cantidades no cuantificadas, pero en cualquier caso inferiores a 0,4 hm³, equivalentes a 96 hectáreas.

Mancha Real-Pegalajar, 5.19: Los usos urbanos más destacables son los de Mancha Real y Pegalajar. El primero con 8.409 habitantes se abastece del manantial de Los Charcones y del sondeo de Pinos, acuífero de Mojón Blanco, sondeo del Caserón de Monroy, acuífero de Pegalajar, y como complemento dada la situación de agotamiento del Acuífero Mioceno Intermedio, del sondeo de Peña del Águila. Se utiliza también para uso agrícola, para atender cultivos normales, unas 321 hectáreas.

Almadén-Carluca, 5.20: Los núcleos de Cambil y Torres se abastecen con aguas de la Unidad. Además se riegan olivares con aguas captadas en los distintos manantiales, atendiéndose un total de 2.917 hectáreas.

S. Mágina, 5.21: Los usos del agua son para abastecimiento a Bélmez de la Moraleda, Huelma y Mata-Bejid. Se destina agua para agricultura, para atender unas 1.800 hectáreas de regadío.

Mentidero-Montesinos, 5.22: El agua se destina para el abastecimiento de Fuensanta de Martos y Valdepeñas de Jaén, también se destina para riego, unas 555 hectáreas. La unidad no se conoce suficientemente bien, parece oportuno introducir alguna medida cautelar para que no se superen los consumos actuales.

Úbeda, 5.23: Los usos del agua son principalmente de riego, salvo pequeños abastecimientos de casas particulares, ya que la población se abastece con aguas superficiales.

Bailén-Guarromán, 5.24: Se abastecen los núcleos de Guarromán y Espeluy, utilizándose para ellos tres captaciones situadas al noroeste del núcleo urbano en el primer caso, y el manantial del Molino en el segundo. Se destina para riego de pequeñas superficies de huerta o plantas forrajeras, o bien, a riegos de apoyo en cereales, viñedos y olivar, con una superficie total de 150 hectáreas.

Rumblar, 5.25: Tan sólo Villanueva de la Reina se abastece con aguas subterráneas de esta unidad. El resto de las extracciones se destina a regadío, que permite la atención de unas 250 hectáreas.

Aluvial del Guadalquivir, 5.26: No se han inventariado con exactitud los usos del agua. En la actualidad los recursos se destinan fundamentalmente a regadío. Los usos urbanos son muy reducidos, únicamente como complemento de algunos núcleos existentes en sus cercanías (Valdecazorla, Donadío, Jabalquinto, Villatorres, Mengíbar, Espeluy y Estación de Espeluy, Villanueva de la Reina), sin embargo, la reserva de la unidad puede ser importante, del orden de 50 hm³, por lo que cabría utilizarlo de manera conjunta con el sistema de aguas superficiales. Para ello sería necesario abordar estudios específicos.

Porcuna, 5.27: El agua se destina fundamentalmente a uso agrícola y ganadero. El uso urbano sólo está recogido como apoyo para el abastecimiento de Porcuna.

Montes Orientales, 5.28: Entre los usos del agua prevalece el agrícola, dado que la población es escasa, si bien estos recursos, en cantidad y calidad, son imprescindibles para el abastecimiento urbano.



4.8 NIVELES DE EXPLOTACIÓN / SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS

Según el Reglamento del Dominio Público Hidráulico se considerará que un acuífero está sobreexplotado o en riesgo de estarlo cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores o muy próximas al volumen medio de los recursos renovables, o que produzcan un deterioro grave de la calidad de las aguas. La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones, referida a los recursos renovables del acuífero genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de sus aprovechamientos.

En definitiva, el concepto de sobreexplotación viene a caracterizar una situación de explotación de las aguas subterráneas en la que son manifiestos los efectos indeseables.

La declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo, se aplica en aquellos casos en que el balance de la unidad es claramente negativo y se han detectado descensos piezométricos generalizados. Cuando el problema afecta a una subunidad concreta se aplica a ella solamente y no a toda la unidad hidrogeológica, ya que la situación de sobreexplotación no afecta, normalmente a la totalidad de la UH, sino a algunos sectores de la misma sobre los que se ejerce una fuerte presión de la demanda. Es por ello que el porcentaje de los usos consuntivos con relación a la recarga media anual de la unidad no sea un indicador suficientemente preciso. En otros términos, puede ser una condición necesaria pero no suficiente de indicio de sobreexplotación.

Se han recogido los grados de sobreexplotación de los acuíferos según las distintas unidades hidrogeológicas en una base de datos.

En Jaén los dos acuíferos de la unidad hidrogeológica de Bedmar-Jódar están en riesgo de sobreexplotación, es decir, el acuífero de Bedmar-Jódar y el de La Golondrina. También se encuentran en riesgo el acuífero de la Imora en la unidad de Jaén y el de San Cristóbal en la unidad del mismo nombre.

Como acuífero muy explotado se encuentra el de Jabalcuz-La Grana y como sobreexplotado el de Mancha Real-Pegalajar, dentro de esta UH se encuentra la subunidad del acuífero Intermedio Mioceno que fue objeto de una explotación continuada, llegando al agotamiento total. Además el de Mentidero-Montesinos es vulnerable. El resto o están poco explotados o sin explotación.

La unidad de **Sierra de Cazorla 5.01 a**, funciona prácticamente en régimen natural, no está sobreexplotada.

En cuanto a **Quesada-Castril 5.01 c**, por el momento no hay explotación significativa de los recursos de la unidad.

En la de **Bedmar-Jódar 5.14 a**, entre los años 1963 y 1987 se registraron descensos piezométricos de unos 10 metros, causados por la sobreexplotación a la que estuvo sometida el acuífero. En la actualidad, tras efectuar restricciones en los bombeos, se ha llegado a una situación de aparente equilibrio, pero, indudablemente, subsiste un riesgo de sobreexplotación.

En la unidad de **Torres-Jimena 5.15 a**, existe riesgo de explotación.

La experiencia indica que la unidad de **Jabalcuz 5.16**, está muy explotada, por lo que deben tomarse medidas tendentes a prevenir la sobreexplotación, habida cuenta, por otra parte,

Nivel de explotación de los acuíferos

Código Unidad Hidrogeológica	Sobreexplotación ³	Código Unidad Hidrogeológica	Sobreexplotación
Sierra de Cazorla 5.01	Poco explotado	Sierra Mágina 5.21	Sin problemas
Quesada-Castril 5.02	Poco explotado	Mentidero-Montesinos 5.22	Vulnerable
Bedmar-Jódar 5.14	D.A.S.O.R.E	Úbeda 5.23	Sin problemas
Torres-Jimena 5.15	Sin problemas	Bailen-Guarromán 5.24	Poco explotada
Jabalcuz 5.16	Muy explotado	Rumblar 5.25	Sin problemas
Jaén 5.17	Riesgo sobreexplotación (Castillo Imora)	Aluvial del Guadalquivir 5.26	Sin problemas
San Cristóbal 5.18	D.A.S.O.R.E	Porcuna 5.27	-
Mancha Real-Pegalajar 5.19	D.A.S.O.R.E	Montes Orientales 5.28	-
Almadén-Carluca 5.20	Sin problemas	5.SC	-

Tabla 8

Fuente: Anexo XII del Plan Hidrológico del Guadalquivir, 1995.

³ D.A.S.O.R.E.: Declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo.



de lo importante que son los recursos para el abastecimiento de Martos, Torredelcampo y Jamilena.

Se puede afirmar que dentro de la unidad de **Jaén 5.17**, la subunidad Castillo La Imora tiene riesgo de sobreexplotación.

En **San Cristóbal 5.18**, la reducción del caudal de los manantiales, es un indicador de la explotación.

La unidad de **Mancha Real-Pegalajar 5.19**, se encuentra en riesgo de sobreexplotación.

La de **Almadén-Carluca 5.20**, no tiene problemas, al igual que la de **Sierra Mágina 5.21**.

Vulnerable a la sobreexplotación se encuentra la unidad de **Mentidero-Montesinos 5.22**.

La unidad de **Úbeda 5.23**, no presenta problemas en cuanto a la explotación, al igual que la del **Rumblar 5.25** y el **Aluvial del Guadalquivir 5.26**.

Se encuentra poco explotada la unidad de **Bailén-Guarromán 5.24**.

4.9 RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS. INVENTARIO DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN REALES Y POTENCIALES: VERTEDEROS, AGUAS RESIDUALES URBANAS, GANADERÍA, INDUSTRIA

La degradación de la calidad del agua subterránea depende del riesgo de los acuífero frente a las actividades potencialmente contaminantes que se desarrollan en su entorno. De acuerdo con los trabajos del Instituto Geológico y Minero, se consideran tres niveles de riesgo:

- **Riesgo alto.** Comprende las zonas permeables por fisuración y karstificación y las constituidas por materiales con porosidad intergranular, cuando la zona saturada es insuficiente para impedir la protección del acuífero. En este caso se encuentran los acuíferos carbonatados y los detríticos o aluviales libres.
- **Riesgo medio.** Incluye las áreas constituidas por materiales permeables por porosidad intergranular o por fisuración, que se encuentran parcialmente protegidas o con un nivel piezométrico no muy somero.
- **Riesgo bajo.** Son aquellos sectores que hidrogeológicamente pueden ser considerados como impermeables o de muy baja permeabilidad. Ocurre en los acuíferos detríticos confinados, sobre los que existen capas relativamente impermeables que dificultan que la contaminación alcance el acuífero.

La mayor parte de las unidades de la provincia dada su naturaleza geológica, carbonatada y detrítica, y las grandes superficies de afloramiento, se pueden considerar de riesgo alto de contaminación.

A nivel de unidad hidrogeológica, se ha determinado la vulnerabilidad a la contaminación, así como los posibles focos potenciales de contaminación, extrayendo la información de la documentación existente. Se pretende digitalizar la información actualizada en un mapa a nivel provincial, en el que quede reflejada la vulnerabilidad y los distintos focos, mientras tanto utilizaremos el mapa publicado en el Atlas Hidrogeológico de la provincia.

La vulnerabilidad de los diferentes terrenos hace referencia al riesgo de afección a las aguas subterráneas por actividades contaminantes, en función de su distinto comportamiento hidrogeológico.

Las áreas consideradas **fuertemente vulnerables** corresponden a los afloramientos de formaciones acuíferas. Entre éstas se han distinguido las situadas sobre acuíferos de naturaleza carbonatada, en los que la circulación de agua subterránea es debida principalmente a la karstificación/fisuración de los materiales, y los de naturaleza detrítica, con permeabilidad por porosidad intergranular. En los primeros el riesgo de contaminación es relativamente más elevado, debido a la mayor rapidez de circulación del agua subterránea y a la escasa capacidad de autodepuración de los materiales carbonatados.

Las áreas consideradas **escasamente vulnerables** corresponden a los afloramientos de materiales de baja permeabilidad. La escorrentía superficial en áreas escasamente vulnerables puede arrastrar sustancias contaminantes hacia áreas permeables a las que recarga, por lo que la adecuada ubicación de actividades potencialmente contaminantes debe tener en cuenta estas circunstancias.

Por último se han considerado áreas de características intermedias o moderadamente vulnerables. En unos casos corresponden a materiales semipermeables confinantes de acuíferos, hacia los que drenan parcialmente sus recursos; en otros casos son formaciones constituidas mayoritariamente por margas y margocalizas, que intercalan horizontes carbonatados productivos.

En todos los casos la vulnerabilidad debe determinarse en cada lugar con estudios de detalle. Así a continuación se muestra el riesgo de contaminación en las distintas unidades hidrogeológicas (ver tabla 9).

En la unidad de **Sierra de Cazorla**, por el momento no se han detectado focos potenciales de contaminación significativos, salvo casos puntuales, cercanos a núcleos urbanos. Es el caso del manantial de El Zangullo desde el que se abastece Beas de Segura, en el que se produjo contaminación por el vertido de una almazara próxima.



Riesgo de contaminación de los acuíferos

Código Unidad Hidrogeológica	Riesgo contaminación	Contaminación agraria-ganadera	Contaminación urbana
Sierra de Cazorla 5.01	Alto	Sin indicios	Sin indicios
Quesada-Castril 5.02	Alto	Sin indicios	Sin indicios
Bedmar-Jódar 5.14	Alto	Bedmar-Jódar. Tratamiento de aguas y residuos	Bedmar-Jódar. Tratamiento de agua y control residuos
Torres-Jimena 5.15	Alto	-	-
Jabalruz 5.16	Alto	-	-
Jaén 5.17	Alto	-	-
San Cristóbal 5.18	Alto	-	Potencial fuga red saneamiento de La Guardia
Mancha Real-Pegalajar 5.19	Alto (Bajo En A. Mioceno Intermedio)	No problemas	No problemas
Almadén-Carluca 5.20	Alto	No focos	No focos
Sierra Mágina 5.21	Alto	Pocos focos	Pocos focos (RSU)
Mentidero-Montesinos 5.22	Alto	-	-
Úbeda 5.23	Alto en A. Superiores, Menor en Inferiores	Si	S i
Bailén-Guarromán 5.24	Baja, salvo en afloramientos permeables	Futuros problemas	Baja excepto Sureste Guarromán
Rumblar 5.25	Alto	No	-
Aluvial Guadalquivir 5.26	Alto	No	-
Porcuna 5.27	Alto	-	Posible por Porcuna, Arjona o Higuera Arjona
Montes Orientales 5.28	Alto	Pocos focos	Potenciales problemas
5.SC	-	-	-

Tabla 9

Fuente: Plan Hidrológico del Guadalquivir, Anexo XII, 1995.

En la de **Quesada-Castril**, por el momento no se han detectado focos potenciales de contaminación significativos.

En **Bedmar-Jódar**, por tratarse de materiales carbonatados son muy vulnerables a la contaminación, sobre todo en los sectores en los que se asientan los núcleos de Bedmar y Jódar, por lo que es imprescindible adoptar medidas de prevención.

En la unidad de **Torres-Jimena**, al igual que en el caso anterior, por se materiales carbonatados son muy vulnerables, sobre todo en los sectores en los que se asientan los núcleos de Torres, Albanchez de Mágina y Jimena, por lo que es imprescindible tomar medidas.

En la unidad de **Jabalruz**, es vulnerable a la contaminación, sobre todo en los sectores donde se asientan los núcleos urbanos, debido a su carácter carbonatado. Igualmente ocurre con la de Jaén.

En **San Cristóbal**, por tratarse también de materiales carbonatados, son muy vulnerables a la contaminación, sobre todo en los sectores en los que se asientan los núcleos urbanos. Especialmente vulnerables son los niveles calcareníticos que afloran en el núcleo de La Guardia, debido a las posibles fugas de aguas residuales desde el alcantarillado.

Dentro de la unidad de **Mancha Real-Pegalajar**, las subunidades de Pegalajar y Mojón Blanco, al tratarse de acuíferos carbonatados libre y afectados de fisuración-karstificación, son muy vulnerables. En cambio, el acuífero Mioceno Intermedio tiene baja vulnerabilidad al estar cubierto por margas impermeables. En la actualidad no existen focos potenciales de contaminación relacionados con estos acuíferos.

En **Almadén-Carluca**, no se han detectado focos de contaminación, pero en cualquier caso el acuífero es muy vulnerable.

Por ser la unidad de **Sierra Mágina** carbonatada, sometida a una importante fisuración-karstificación, es muy vulnerable a la contaminación, aunque al no existir núcleo importante sobre los afloramientos permeables ni realizarse prácticas agrícolas, los únicos focos potenciales son escombreras y vertederos de residuos sólidos y los vertidos ganaderos.

La unidad de **Mentidero-Montesinos** es vulnerable a la contaminación, dada su naturaleza carbonatada y la amplia superficie de afloramiento.

En la unidad de **Úbeda**, la zona superior del acuífero presenta alta vulnerabilidad a la contaminación, siendo menos vulnerables los niveles



detríticos inferiores a causa de su menor permeabilidad. Las concentraciones de nitratos revelan la existencia de contaminación por prácticas agrícolas, fundamentalmente a causa del uso de fertilizantes nitrogenados. Se detectan también contaminaciones puntuales de origen orgánico.

Los focos potenciales de contaminación, en la unidad de **Bailén-Guarromán**, están directamente relacionados con los vertidos urbanos y con lixiviados de vertederos de residuos sólidos. Las actividades agrícolas, tanto en lo que se refiere al uso de fertilizantes y pesticidas, como a vertidos de residuos animales, constituyen otra forma potencial de contaminación. En cualquier caso, salvo en los afloramientos permeables, la unidad presenta una vulnerabilidad media a baja, debido a la baja permeabilidad de las margas suprayacentes.

La unidad del **Rumblar** es vulnerable a la contaminación, debida a la permeabilidad relativamente elevada de sus materiales. Al no existir ningún núcleo urbano sobre ella, los principales focos potenciales de contaminación están constituidos por las actividades agrícolas, tanto en lo que se refiere al uso de fertilizantes, como en lo que respecta al vertido de residuos animales.

La unidad del **Aluvial del Guadalquivir**, presenta un riesgo potencial de contaminación alto en toda la superficie de afloramientos, debido a su naturaleza permeable. Dada la relación clara entre el río y el acuífero, los vertidos, tanto industriales como urbanos y agrícolas, sobre

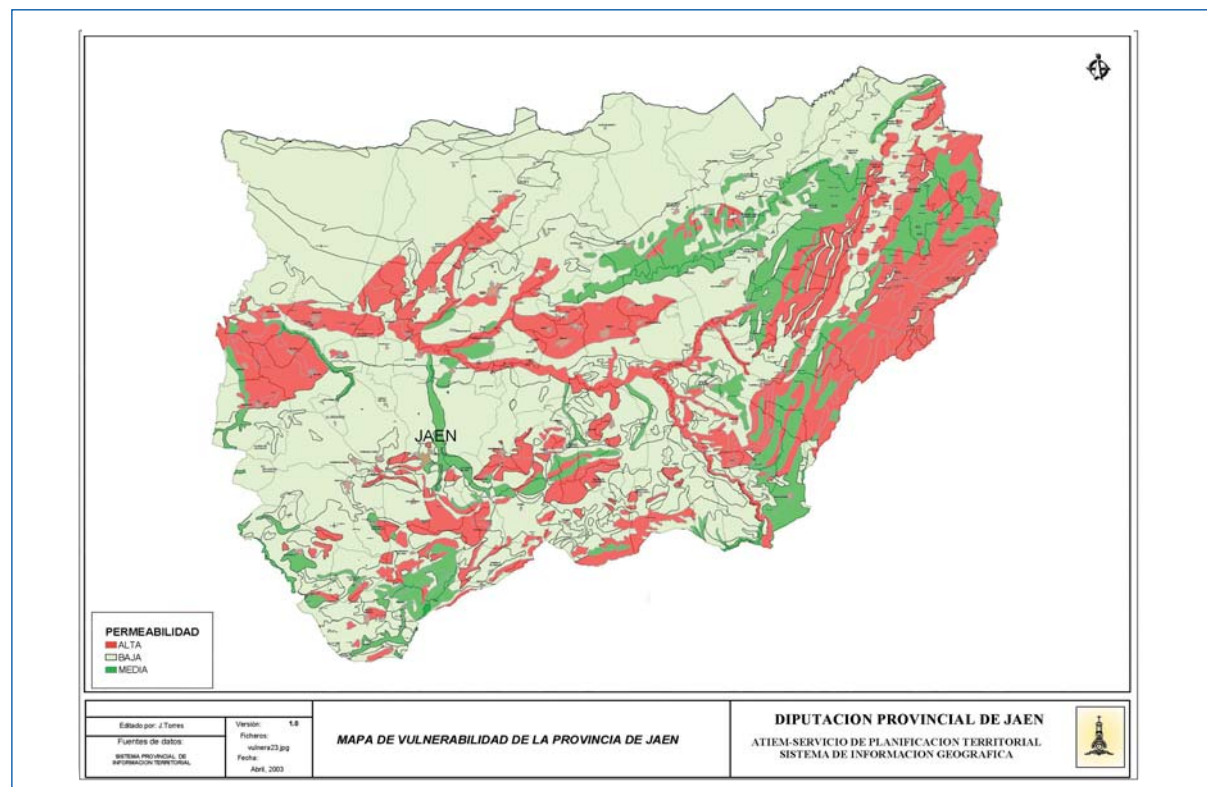
cualquiera de ellos (río o acuífero) puede contaminar indirectamente al otro (acuífero o río).

Dado el carácter permeable de los materiales que constituyen la unidad de **Porcuna**, existe un alto riesgo de contaminación, sobre todo si se tiene en cuenta que sobre los propios afloramientos se emplazan los núcleos más importantes de la zona, Porcuna, Arjona e Higuera de Arjona. Hay que tomar medidas oportunas para el tratamiento de los vertidos residuales, líquidos y sólidos de los principales núcleos.

Por el carácter carbonatado de la unidad de **Montes Orientales**, dicha unidad es vulnerable a la contaminación. La circunstancia del escaso desarrollo socioeconómico de la región y la existencia de una agricultura extensiva de bajo rendimiento, hace que no aparezcan focos importantes de contaminación por abonos, pesticidas o vertidos industriales (no se debe olvidar los vertidos de alpechín desde las numerosas almazaras). Tan sólo hay que contar con la contaminación derivada de los asentamientos urbanos, esto es, aguas residuales y basuras domésticas. La lucha, por tanto, frente a la contaminación se debe centrar en el tratamiento de aguas residuales y en la implantación de vertederos controlados de residuos sólidos urbanos.

En el siguiente mapa se observan las zonas vulnerables a la contaminación, en función de su permeabilidad, así mayor permeabilidad corresponde a zonas muy vulnerables a la contaminación:

Mapa provincial de vulnerabilidad a la contaminación



Mapa 2

Fuente: Diputación Provincial de Jaén, 2003.



4.10 MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

De acuerdo con lo señalado en el Plan Hidrológico del Guadalquivir relativo a la calidad actual y a los objetivos de calidad de las aguas subterráneas, se proponen perímetros de protección en el sentido del artículo 173 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, en los que se prohíbe los vertidos contaminantes, tanto líquidos como sólidos.

Se determinan los siguientes perímetros de protección:

1. Para la calidad general del agua de las unidades hidrogeológicas se establecen los siguientes perímetros de protección:

UH 5.01: Sierra de Cazorla: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad.

UH 5.02: Quesada-Castril: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad.

UH 5.14: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad.

UH 5.15: Torres-Jimena: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad.

UH 5.16: Jabalcuz: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad.

UH 5.17: Jaén: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad y sectores adyacentes.

UH 5.18: San Cristóbal: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad y sectores adyacentes.

UH 5.19: Mancha Real-Pegalajar: Abarca todos los afloramientos permeables de las subunidades de Sierra de Pegalajar y Mojón Blanco.

UH 5.20: Almadén-Carluca: Abarca todos los afloramientos permeables de esta unidad.

UH 5.21: Sierra Mágina: Abarca todos los afloramientos permeables carbonatados de esta unidad.

UH 5.22: Mentidero-Montesinos: Abarca todos los afloramientos carbonatados permeables de esta unidad.

UH 5.26: Aluvial del Guadalquivir: Comprende entre la estación de Linares-Baeza y Puente del Obispo.

UH 5.27: Porcuna: Se establece para los afloramientos permeables de la unidad.

UH 5.28: Montes Orientales: Abarca todos los afloramientos permeables carbonatados de esta unidad.

2. Se establecen los siguientes perímetros de protección para las captaciones de agua para abastecimiento urbano:

La Ley de Aguas y su Reglamento regulan las condiciones de vertido y articulan la figura

de perímetro de protección como ámbito territorial específico para las captaciones de abastecimiento urbano. En el artículo 54 se faculta a los organismos de cuenca para la determinación de los perímetros de protección de acuíferos que se destinan a este uso, a través del procedimiento y con los efectos que se señalan en el artículo 173 del Reglamento.

Para la delimitación de los perímetros de protección se han tenido en cuenta criterios hidrogeológicos, hidrodinámicos e hidroquímicos, que fijan los tiempos de tránsito y transferencia de posibles contaminantes de modo que permitan la delimitación de diferentes zonas de protección. En concreto los perímetros propuestos son los siguientes:

a) Primer perímetro de protección que incluye la zona inmediata a la captación. Éste abarca el terreno próximo al punto de captación y se extiende hasta los límites del cono de depresión. La zona incluida dentro de este perímetro se dimensionará para un período de tránsito de 24 horas o bien para distancias entre 20 y 30 metros como mínimo.

b) Segundo perímetro de protección que abarca la zona de recarga primaria. La zona de recarga primaria representa la porción del acuífero que contribuye directamente al aporte de agua subterránea a la captación. Generalmente se extiende desde el límite del cono de depresión hasta los límites del acuífero propiamente dicho, por lo que los límites de este segundo perímetro de protección coincidirían con los del acuífero.

c) Tercer perímetro de protección que abarca la cuenca de escorrentía. Abarca la cuenca de aportación directa al acuífero; dentro de este perímetro de protección también quedarían incluidos los tributarios u otras masas de agua superficial que contribuyen a la recarga del sistema.

Una vez establecidos los criterios para la definición de los perímetros de protección se establecen los siguientes:

• Perímetros en los que sólo se permiten captaciones destinadas a abastecimientos de núcleos urbanos y se prohíben vertidos líquidos y sólidos, y donde las captaciones con destino al mantenimiento de riegos ya existentes, serán estudiadas en cada caso por el Organismo de Cuenca:

UH 5.01: SIERRA DE CAZORLA:

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en los manantiales de abastecimiento de Beas de Segura (2135-4-016 y 2145-4-017).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en los manantiales de abastecimiento de Quesada (2137-7-001 y 2138-3-004).



– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el manantial de abastecimiento de Cazorla (2137-7-016).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en los sondeos de abastecimiento de Peal del Becerro (2137-7-008 y 2137-7-017).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el sondeo de abastecimiento de Chiluévar (2136-7-014).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el manantial y sondeo de abastecimiento a Puerta de Segura (2234-6-020 y 2255-2-080).

UH 5.02: QUESADA-CASTRIL:

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en los manantiales de abastecimiento a Castril (2237-6-008 y 2238-2-003).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el manantial de abastecimiento a Huesa y Belerda (2138-3-007).

• Perímetros en los que sólo se permiten captaciones destinadas a abastecimientos de núcleos urbanos, independientemente de aquéllas destinadas a mantener los volúmenes de aguas acordes con las concesiones para riegos ya existentes, a estudiar en cada caso y se prohíben vertidos contaminantes, tanto sólidos como líquidos:

UH 5.15: TORRES-JIMENA:

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el sondeo 2038-1045 de abastecimiento a Albánchez de Mágina.

UH 5.20: ALMADÉN-CARLUCA:

– Perímetro en torno a los manantiales del Sistillo (2038-2005) y Cortijo de Villanueva (1938-8004), definidos como áreas circulares, de 1 km de radio y centro en cada uno de los manantiales.

UH 5.21: SIERRA MÁGINA:

– Perímetro en torno a las captaciones de abastecimiento a Bélmez de la Moraleda, Huelma y Mata-Bejíd, circulares de 1 km de radio y centro en cada una de las captaciones.

UH 5.22: MENTIDEROS MONTESINOS:

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el manantial de abastecimiento de Fuensanta de Martos (1839-4001).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el manantial de abastecimiento a Valdepeñas de Jaén (1939-1022).

UH 5.23: ÚBEDA:

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el manantial de abastecimiento a núcleos de Úbeda (2036-7014).

– Perímetro circular de 1 km de radio, con centro en el sondeo de abastecimiento a núcleos de Baeza (82037-1014).

UH 5.24: BAILÉN-GUARROMÁN:

– Perímetro circular de 1,5 km de radio, con centro en las captaciones de abastecimiento a Guarromán (1935-7018).

– Perímetro circular de 1,5 km de radio, con centro en el manantial Los Molinos de abastecimiento a Espeluy (1936-5022).

UH 5.26: ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR:

– Se establecen sendos de perímetros de protección circulares, de 1 km de radio, con centro en el punto de abastecimiento a los núcleos de Jabalquinto (1936-6004), Villatorres (antes Villargordo) (1937-2017), Mengíbar (1937-2015, 1937-1003 y 1937-1015), Espeluy (1936-5022), Espeluy y Estación de Espeluy (1836-8032), Villanueva de la Reina (1836-8035 y 1836-8040).

UH 5.27: PORCUNA:

– Perímetro de protección circular, de 1 km de radio, con centro en la captación con número de inventario 1837-5001, utilizada como apoyo al abastecimiento de Porcuna.

UH 5.28: MONTES ORIENTALES:

– Perímetros en torno a las captaciones de abastecimiento, áreas circulares, de 1 Km de radio y centro en cada una de las captaciones: Sondeo 1939-4-8 de abastecimiento de Arbuniel, Manantial 1939-4-3 de abastecimiento de Arbuniel, Sondeo 2039-5-17 de abastecimiento a Montejicar, Manantial 1939-6-2 de abastecimiento a Noalejo, Sondeo 1939-7-11 de abastecimiento a Campillo de Arenas, Manantial 1939-7-10 de abastecimiento a Campillo de Arenas, Sondeo 1939-7-12 de abastecimiento a Campillo de Arenas, Manantial 1940-1-13 de abastecimiento a Frailes, Sondeo 1940-1-24 de abastecimiento a Alcalá la Real, Manantial 1940-4-18 de abastecimiento a Charilla.

3. Perímetros de protección de espacios naturales relacionados con las aguas subterráneas:

UH 5.01: SIERRA DE CAZORLA:

– Perímetros en los que no se autorizarán nuevas captaciones, salvo alguna destinada al abastecimiento urbano. Se establecen con un ancho de 2 km, uno a cada lado del eje, sobre los cauces principales de las zonas enclavadas en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla-Segura-Las Villas. Asimismo, se define un perímetro en el área ocupada por acuíferos de la unidad en la cuenca vertiente al Alto Guadalquivir, aguas arriba del Tranco de Beas.



UH 5.02: QUESADA-CASTRIL:

- Perímetros en los que no se autorizarán nuevas captaciones, salvo alguna destinada al abastecimiento urbano o a las actuaciones que se puedan llevar a cabo para la investigación de los acuíferos para un potencial apoyo a la regulación de la cuenca. Se establecen con un ancho de 2 km, uno a cada lado del eje, sobre los cauces principales (Guadalestín, Trujala) de las zonas enclavadas en los Parques Naturales de las Sierras de Cazorla-Segura-Las Villas.

UH 5.25: RUMBLAR:

- Perímetro en el que sólo se autorizarán captaciones de escasa importancia, con el fin de proteger un caudal mínimo a circular por los Arroyos Fresneda y Escobar. Se establece, a tal fin, una franja de 1 km de ancho a lo largo de estos cauces.

UH 5.26: ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR:

- Perímetro en el que sólo se autorizarán con carácter excepcional captaciones destinadas a abastecimiento a núcleos urbanos y se prohibirán vertidos contaminantes, tanto líquidos como sólidos. Se establece para la cabecera del río Guadalquivir, entre Mogón y Santo Tomé, para protección del caudal medioambiental, en un tramo de especial interés.

4.11 CONTAMINACIÓN POR NITRATOS Y PLAGUICIDAS

La presencia de nitratos en las aguas subterráneas es debida a la contaminación de las aguas naturales por compuestos nitrogenados.

Puede hablarse de dos tipos principales de fuentes de contaminación de las aguas naturales por compuestos nitrogenados: la contaminación puntual y la difusa. El primer caso se asocia a actividades de origen industrial, ganadero o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas; lixiviación de vertederos, etc.) mientras que la actividad agronómica es la principal causa de la contaminación dispersa o difusa.

Si bien las fuentes de contaminación puntual pueden ejercer un gran impacto sobre las aguas superficiales o sobre localizaciones concretas de las aguas subterráneas, las prácticas de abono con fertilizantes (inorgánicos u orgánicos) son generalmente las causantes de la contaminación generalizada de las aguas subterráneas.

Determinados procesos de potabilización de aguas naturales destinadas al abastecimiento de la población, como la desinfección, comportan la oxidación de compuestos nitrogenados (como el amonio y los nitritos) a nitratos. Por lo tanto, en las aguas de consumo público la presencia de

nitratos es consecuencia del contenido de este compuesto en las aguas naturales y de la transformación de los otros compuestos nitrogenados a nitratos, causada por la necesaria desinfección.

Desde hace tiempo se ha puesto de manifiesto que el principal efecto perjudicial para la salud derivado de la ingestión de nitratos y nitritos es la metahemoglobinemia; es decir, un incremento de metahemoglobina en sangre.

La metahemoglobina es una hemoglobina modificada (oxidada) que es incapaz de fijar el oxígeno y provoca limitaciones de su transporte a los tejidos. En condiciones normales existe un mecanismo enzimático capaz de restablecer la alteración, reduciendo la metahemoglobina otra vez a hemoglobina.

Cuando la metahemoglobinemia es elevada, la primera manifestación clínica es la cianosis, generalmente asociada a una tonalidad azulada de la piel.

Los nitritos presentes en el organismo, tanto si son ingeridos directamente como si provienen de la reducción de los nitratos, una vez absorbidos y presentes en la sangre son capaces de transformar la hemoglobina en metahemoglobina y pueden causar metahemoglobinemia.

Otro de los posibles efectos perjudiciales para la salud derivados de la ingesta de nitratos es su posible asociación con el cáncer. Los nitratos no son cancerígenos para los animales de laboratorio. Parece que los nitritos tampoco lo son por ellos mismos, pero pueden reaccionar con otros compuestos (aminas y amidas) y formar derivados N-nitrosos. Muchos compuestos N-nitrosos se han descrito como cancerígenos en animales de experimentación. Estas reacciones de nitrosación pueden producirse durante la maduración o procesado de los alimentos o bien en el propio organismo (generalmente en el estómago) a partir de los precursores.

En la normativa vigente en el Estado español, la recomendación de la OMS para los nitratos coincide con la concentración máxima admisible establecida en la Reglamentación Técnico-sanitaria para el suministro y control de la calidad de las aguas potables de consumo público. En cambio la concentración máxima admisible de los nitritos es inferior al valor guía de la OMS ya que está fijada en 0,1 mg/l.

En la Directiva 98/83/CEE, los valores paramétricos propuestos para los nitratos y nitritos son 50 mg/l y 0,5 mg/l, respectivamente. Esta norma comunitaria, publicada el mes de diciembre de 1998, ha sido trasladada recientemente al ordenamiento jurídico del Estado Español.

Por parte de la Consejería de Salud se lleva a cabo un control anual de las aguas subterráneas utilizadas para consumo humano de las fuentes



públicas no conectadas a la red. Nos han proporcionado la relación de puntos muestreados en el año 2000 que supone un total de 82 puntos, de los cuales siete presentan una concentración de nitratos constante, correspondiendo cinco de ellos al término municipal de Alcalá la Real, uno de ellos a Baeza y otro a Andújar. Los 75 puntos restantes también presentan concentraciones de nitratos superiores a los 50 mg/ml. No están ubicados los puntos geográficamente, solamente se tiene la determinación del lugar como «sitio».

En cuanto al Instituto Geológico y Minero, ha llevado a cabo, en coordinación con la Diputación Provincial de Jaén un estudio exhaustivo de los nitratos en las aguas subterráneas de la provincia de Jaén, realizando dos campañas de muestreo obteniendo un total de 14 puntos con concentraciones de nitratos superiores a 50 mg/l y que son utilizados como agua de abastecimiento todas excepto tres de ellas que se dedican a riego, correspondiendo seis al término municipal de Alcalá la Real dos a Úbeda, dos a Baeza, una a Albánchez de Mágina, una a Campillo de Arenas, una a Jaén, y una a Castillo de Locubín.

4.12 REDES DE CONTROL: PIEZOMÉTRICA, HIDROMÉTRICA

Dentro de un programa conjunto para las cuencas hidrográficas españolas, se están iniciando los trabajos para el «Estudio y redacción del Proyecto de Instalación, Mantenimiento y Operación de Redes Oficiales de Control de Aguas Subterráneas, Piezometría, Hidrometría y Calidad».

El Proyecto se apoyará en la red actual, determinando los puntos que puedan ser incorporados a la nueva red y estableciendo otros nue-

vos, de manera que quede suficientemente cubierta cada unidad hidrogeológica. Las actividades que abordará el Proyecto, son, entre otras, las siguientes:

1) Análisis hidrogeológico de los acuíferos a partir de la información existente, utilizando técnicas geoestadísticas que serán guiadas con criterios hidrogeológicos.

2) Estudio de las redes actuales para análisis de la idoneidad de su integración en las redes oficiales futuras.

3) Incorporación de ciertas captaciones que se juzgue conveniente integrar en las redes oficiales.

4) Diseño de los nuevos puntos de control, piezómetros, pozos y manantiales, en aquellas zonas no suficientemente cubiertas por las redes actuales.

5) Diseño de los dispositivos de medida de nivel piezométrico y de extracción de agua para toma de muestras, manuales y automáticos, en todos los puntos de la red.

6) Definición del programa de operaciones en los distintos puntos de la red.

7) Diseño del sistema de verificación, control, transmisión y explotación de los datos.

En el momento actual existen unas redes controladas por distintos Organismos y, muy especialmente, por el IGME. La densidad de las redes actuales es pequeña y muy variable entre unidades, no siendo frecuente la presencia simultánea de las redes de piezometría, hidrometría y calidad.

En la tabla siguiente quedan reflejadas, en base a los datos del Anexo XII del Plan Hidrológico del Guadalquivir, las redes de control de las distintas Unidades Hidrogeológicas. Estas

Redes existentes de control de aguas subterráneas

Código Unidad Hidrogeológica	Red de control
Sierra de Cazorla 5.01	No
Quesada-Castril 5.02	No
Bedmar-Jódar 5.14	Piezometría (1 punto bimestral)
Torres-Jimena 5.15	Piezometría (1 punto)
Jabalruz-La Grana 5.16	Hidrométrica (1 punto bimestral) calidad (1 punto semestral)
Jaén 5.17	Hidrométrica (1 punto bimestral) calidad (1 punto semestral)
San Cristóbal 5.18	No
Mancha Real-Pegalajar 5.19	No
Almadén-Carluca 5.20	4 puntos (caudal bimestral y calidad semestral)
S. Mágina 5.21	Hidrométrica y calidad (3 puntos) caudal bimestral y calidad semestral
Mentidero-Montesinos 5.22	Hidrométrica y calidad (1 punto) Insuficientes
Úbeda 5.23	No
Bailén-Guarromán 5.24	No
Rumblar 5.25	No



Redes existentes de control de aguas subterráneas (continuación)

Código Unidad Hidrogeológica	Red de control
Aluvial del Guadalquivir 5.26	No
Porcuna 5.27	-
Montes Orientales 5.28	Hidrométrica y calidad (1 punto)

Tabla 10

Fuente: Plan Hidrológico del Guadalquivir, Anexo XII, 1995.

redes pueden ser piezométrica, hidrométrica y de calidad y quedan indicadas en algunas de ellas la periodicidad con la que se realiza el control (semestral, bimestral, etc.). No todas las unidades tienen red de control.

4.13 AGUAS MINERALES (MINERO-MEDICINALES, TERMALES, AGUAS DE BEBIDA ENVASADA)

Se realiza un inventario de las aguas minero-medicinales y aguas de bebidas envasadas de la provincia de Jaén. Existe un estudio más exhaustivo realizado por el IGME pero aún no está disponible. También se determina la existencia de aguas termales en la provincia.

Bajo el nombre de aguas minerales se agrupan todas aquellas aguas que están declaradas como minero-medicinales, aguas minero-industriales, aguas termales o aguas de bebida envasadas.

En la provincia de Jaén se han reconocido un total de 49 puntos (35 manantiales, 10 pozos y 4 sondeos). Esta provincia ha tenido también una dilatada tradición de baños, prueba de ello son los 13 puntos de baños que se han inventariado que actualmente están abandonados o destruidos y que son los Baños de Frailes; El Saladillo (Villacarrillo); La Muela (Linares); La Salvadora (Jamilena); Cabeza Grande (Santisteban del Puerto); Fuente Álamo (Alcalá la Real); La Aliseda (Santa Elena); La Encina, (Andújar); Baños de Jabalcuz y Jerez (Jaén); Baños de Martos, Baños del Pipe y de La Higuera (Chiclana de Segura) y Baños de Lorenzo (Arbuniel).

Actualmente las estaciones balnearias en activo se reducen a cuatro: Baños de San Andrés (Canena), Montesordo (La Carolina), Nuestra Señora del Collado (Santisteban del Puerto) de instalaciones bastante precarias y el Balneario de Marmolejo, el de mayor renombre de la provincia; en él existen tres pozos: San Luis, Buena

Aguas mineromedicinales y aguas de bebida envasada

Registro	Denominación	Población	X(UTM)	Y(UTM)	Naturaleza	Uso ¹	Litología ²	Caudal l/s	Facies ³
1840-2-0023	Baños de Fuente Álamo	23002	408900	4147350	MT	SU	MYC	0,02	C-c
1839-6-0026	Fuente del Espino	23003	404150	4157850	PO	RE	BOM	0,00	-
1836-7-0011	Fuente de la Encina	23005	417050	4211175	PO	SU	TEA	0,00	C-c
1835-2-0001	Venta Quemada	23005	404700	4234675	MT	SU	PSM	0,02	-
2037-1-0013	Fuente Gallego	23009	458875	4202750	PO	SU	ARM	0,01	A-c
2235-5-0007	Fuente Pinilla	23012	516150	4232800	MT	RE	CMP	1,05	A-ab
2036-5-0001	Balneario de San Andrés	23020	457175	4211400	PO	BB	AMM	0,20	A-c
1839-7-0026	Fuente Encina Hermosa	23026	412250	4158100	MT	SU	MCT	0,03	-
1939-7-0025	Fuente La Hontana	23026	416300	4154200	MT	SU	OLT	0,07	B-a

³ MT: manantial, M2: manantial (2 puntos), M3: manantial (3 puntos), SO: sondeo, PO: pozo, PS: pozo surgente, GA: galería, OT: otros.

⁴ MYC: margas y yesos del Keuper, FRG: fracturación en granito, BOM: brechas con olistolitos del Mioceno, CGP: contacto granito-Permotrias, TEA: terraza aluvial, CMS: calizas mesozoicas. Prebético-Subbético, PSM: paleozónico de Sierra Morena, FDM: formaciones detríticas Mocoeno, ARM: areniscas del Mioceno, COT: contacto Trías, CMP: calizas mesozoicas prebéticas, FDT: formación detrítica terciaria, AMM: areniscas y margas del Mioceno, CAM: conglomerados y areniscas. Mioceno, MCT: material carbonatado del Trías, MTP: materiales triásicos - paleozoicos de Sierra Morena, OLT: olistostoma del Triásico, FCC: Flysch carbonatado del Cretácico, ARP: areniscas del Permotrias, CCD: complejo calizo dolomítico prebético, ACP: areniscas y cuarcitas del Paleozoico, CSU: calizas mesozoicas. Subbético, ALC: aluvial cuaternario.

⁵ A: bicarbonatada, B: sulfatada, C: clorurada, a: cálcica, b: magnésica, c: sódica.

Aguas mineromedicinales y aguas de bebida envasada (continuación)



Registro	Denominación	Población	X(UTM)	Y(UTM)	Naturaleza	Uso ¹	Litología ²	Caudal l/s	Facies ³
2135-2-0005	Balneario La Higuera	23029	498050	4241400	PO	SU	ARP	0,02	-
2135-2-0005	Balneario La Higuera	23029	498050	4241400	MT	SU	ARP	0,02	-
2134-7-0001	Baños del Pipe	23029	501925	4243600	GA	SU	ACP	0,00	-
1940-1-0022	Virgen de las Mercedes	23033	425700	4148575	MT	SU	ALC	0,10	-
1936-1-0018	Fuente Agria	23039	427250	4216850	PS	SU	FRG	0,10	A-ca
1936-1-0012	Fuente del Rumblar	23039	426800	4215950	MT	UD	CGP	0,50	A-a
2138-2-0005	Agua Apestosa	23045	493990	4178825	SO	SU	CMS	0,10	-
1936-5-0001	Cortijo San Luis	23049	431625	4209625	SO	SU	FDM	10,00	-
1938-5-0004	Balneario de Jabalcúz	23050	428100	4177175	MT	SU	CMS	1,00	B-a
1938-5-0036	Baños de Jerez	23050	428200	4177350	MT	RE	CMS	2,00	B-b
1838-8-0007	Baños de la Salvadora	23051	420025	4177700	PS	SU	CMS	4,00	A-a
1935-3-0001	Balneario de Montesordo	23024	445250	4238675	PO	BL	PSM	0,00	-
1935-3-0001	Balneario de Montesordo	23024	445250	4238675	GA	BL	PSM	0,00	-
1935-4-0008	Pilar Viejo	23024	448750	4237700	MT	GA	COT	0,08	-
1936-7-0015	Baños de la Muela	23055	445850	4210000	MT	RE	FDT	0,00	-
1936-3-0024	Fuente del Huevo	23055	446500	4218200	MT	TA	CAM	0,00	-
1939-1-0010	Arroyo Cerezo	23099	429275	4167400	GA	AB	CMS	1,00	A-a
1939-1-0025	Caño Gordo	23099	429750	4167375	MT	AB	CSU	1,40	A-a
1939-1-0024	Fuente del Llorón	23099	429375	4167525	MT	SU	CSU	1,50	A-a
1736-8-0004	Arroyos: Moyanico, Seco y Cañas	23059	394500	4213025	M3	PE	MTP	0,30	A-a
1736-8-0005	Fuente Agria, San Luis y Buena Esperanza	23059	395500	4212750	M3	BA	MTP	0,50	B-c
1736-8-0006	Fuente La Paz o El Ecijano	23059	394025	4213325	MT	EN	MTP	1,10	A-a
1736-8-0007	Fuente los Perros	23059	395500	4212950	MT	SU	MTP	0,00	-
1736-8-0008	Fuente de los Socialistas	23059	395500	4212500	PO	ME	MTP	0,00	A-c
1736-8-0009	Sondeo 102	23059	394470	4213000	SO	PE	MTP	0,14	-
1736-8-0010	Sondeo 103	23059	394475	4213025	SO	PE	MTP	0,09	-
1838-7-0014	Baños de Martos	23060	416750	4171800	M2	SU	FCC	0,07	C-c
1935-4-0007	Fuente Herrumbrosa	23076	449350	4242575	MT	SU	PSM	1,00	B-ac
1935-4-0006	Fuente La Salud	23076	448800	4242200	MT	SU	PSM	0,03	-
1935-4-0005	Fuente de San José	23076	449500	4242850	MT	SU	PSM	0,20	B-ac
1934-8-0002	Salto de Calderones	23076	448125	4249100	MT	SU	PSM	0,30	-
1934-8-0001	Salto del Fraile	23076	449200	4249000	MT	AB	PSM	6,00	A-a
1934-7-0003	Salto de Padilla	23076	447200	4248200	MT	AB	PSM	4,00	-
2035-4-0001	Baños de Nuestra Señora de Collado	23079	482600	4238025	PO	EU	PSM	0,00	A-a
2135-1-0009	Baños de Cabeza Grande	23079	484725	4241150	GA	SU	PSM	0,00	CB-a
2235-7-0002	Fuente La Mina, Fuente del Cerezo y el Torcal	23081	533100	4227400	MT	SU	CCD	1,00	-
2135-8-0015	Virgen de las Angustias, de la Presentación y de la Esperanza	23084	512025	4228350	MT	SU	CMS	1,00	A-ab
2136-7-0037	Baños del Saladillo	23095	499050	4213900	MT	SU	CMP	0,10	C-c

Tabla 11

Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997.



Aguas mineromedicinales y aguas de bebida envasada (continuación)

Registro	Denominación	Población	X(UTM)	Y(UTM)	Naturaleza	Uso ¹	Litología ²	Caudal l/s	Facies ³
1938-5-0037	El Prado	23050	428550	4178260	MT		CMS	30,00	B-a
1938-5-0037	Isabel II	23038	439100	4177800	MT		CMS	0,00	-
1939-4-0013	Nacimiento de Arbuniel	23018	452325	4164460	MT		CMS	400,00	B-a
1939-4-0012	Baños de Lorenzo Vázquez	23018	452950	4166400	MT		OLT	0,00	C-c

Tabla 11

Fuente: Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, 1997.

Esperanza y Fuente Agría, que dan agua a los agüistas.

Referente a las plantas de agua envasada en explotación, en la provincia, existen las siguientes:

- En el término de Marmolejo: Agua de Marmolejo, S.A. (Balneario) y Agua de la Paz o El Ecijano.
- En Villanueva del Arzobispo están Virgen de las Angustias, Virgen de la Presentación y Virgen de la Esperanza.
- Grupo de la Pandera en Los Villares.
- Existe además un expediente de solicitud de envasado: Fuentepinilla en Beas de Segura.

Del grupo de manantiales restantes, su uso es diverso: bien en abastecimiento urbano a La Carolina (Saltos de Padilla y del Freile), venta de agua en cubas de Fuente Gallego (Baeza) (actualmente Sanidad ha prohibido su venta por su contenido en amoníaco), para regadío, etc... De utilidad pública se han declarado nueve manantiales en esta provincia.

Sólo se conoce la existencia de un manantial termal, el de los baños de Jabalcuz.

5. PRINCIPALES PLANES Y PROYECTOS, ACTUALES Y FUTUROS

PROYECTO/PLAN: Modificación de los acuíferos y unidades hidrológicas.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN: Estatal.

ENTIDAD PROMOTORA: Instituto Geológico y Minero de España, IGME. (Ministerio de Ciencia y Tecnología).

ESTADO DE EJECUCIÓN: En espera de aprobación por el Consejo del Agua.

DESCRIPCIÓN/OBJETIVOS: Se propone la creación de nuevas Unidades Hidrogeológicas: *Ahillo-Caracolera* en la cual se encontrarían las subunidades del Ahillo y la Caracolera, incluida hasta ahora dentro de la unidad de Mentidero-

Montesinos; también la de *Grajales-Pandera-Cárcel*, en la que quedarían incluido los acuíferos de Grajales-La Pandera y Cárcel, incluidas hasta ahora en la unidad de Mentidero-Montesinos; otra unidad para definir es la *Gracia-Ventisquero*, en la que quedarán incluidos los acuíferos de Gracia-Morenita, Cornicabra y Ventisquero, incluidos hasta ahora en los Montes Orientales; así como la de *Larva Guadahortuna*, en la cual quedarían incluidas las subunidades de Larva-Solera y Gante-Santerga.

PROYECTO/PLAN: Plan Director de Infraestructuras de Andalucía, 1997-2007.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN: Autonómico.

ENTIDAD PROMOTORA: Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía.

ESTADO DE EJECUCIÓN: En ejecución.

DESCRIPCIÓN/OBJETIVOS: Las medidas propuestas en el Plan por la Consejería de Obras Públicas y Transportes son:

- Corregir la sobreexplotación en el acuífero de Jaén.
- Corregir la sobreexplotación mediante recarga artificial en el acuífero de Mancha Real-Pegalajar.
- Corregir la sobreexplotación en el acuífero de Bedmar-Jódar.
- Captaciones para paliar la sequía, en el acuífero de Cazorla.
- Recarga artificial en el aluvial del Guadalquivir.
- Desarrollar una gestión integrada de los recursos superficiales y subterráneos, evitando la sobreexplotación de acuíferos.
- Instalación de las redes de control hidrogeológico, piezométrico y de calidad (prioridad elevada).

PROYECTO/PLAN: Plan Hidrológico del Guadalquivir, 1995.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN: Andalucía, Castilla La Mancha, Extremadura y Murcia.



ENTIDAD PROMOTORA: Ministerio de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

ESTADO DE EJECUCIÓN: En proyecto y en distintos grados de ejecución.

DESCRIPCIÓN: Este Plan afecta a toda la cuenca del Guadalquivir, en el presente apartado se ha extraído aquellos planes que afectan a la provincia de Jaén.

La utilización conjunta de las aguas superficiales y subterráneas para optimizar la explotación de los recursos hídricos requiere una serie de actuaciones encaminadas, por una parte, a potenciar su utilización y, por otra, a evitar su sobreexplotación, son:

- Inclusión dentro del Programa de Actualización del Inventario Hidrogeológico (PAIH) de las unidades hidrogeológicas (UH) de la Sierra de Cazorla-Segura-Quesada.
- Implantación de redes de control de aguas subterráneas.
- Normas y concesiones de unidades hidrogeológicas relacionadas con embalses.
- Actuaciones de recarga artificial. Instituto Geológico Minero de España, IGME. (Ministerio de Ciencia y Tecnología).

PROYECTO/PLAN: Varios de investigación.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN: Provincial.

ENTIDAD PROMOTORA: Instituto Geológico y Minero de España, IGME (Ministerio de Ciencia y Tecnología).

ESTADO DE EJECUCIÓN: En proyecto y en distintos grados de ejecución.

DESCRIPCIÓN/OBJETIVOS: Investigación y desarrollo de la unidad hidrogeológica de Quesada-Castril; cualquier actuación sobre esta unidad debe contemplar el carácter de suministro medioambiental a los Parques Naturales en que esta unidad se encuentra enclavada. Sin embargo, hay actuaciones que deberían emprenderse, entre las que cabe citar:

- Investigación de los acuíferos del Jurásico Superior, especialmente en la subunidad de la Sierra de Segura, ya que es previsible que almacenen un elevado volumen de

reservas. Habría que incluir la Cuenca del Segura hacia la que estas formaciones tienen continuidad.

- Idéntica investigación debería hacerse en el substrato jurásico de la subunidad de la Sierra Seca, que permitiría aportar recursos adicionales a la cuenca del Guadiana Menor.
- Investigación en las relaciones acuífero-embalses y definición precisa de los balances hídricos.

PROYECTO/PLAN: Estudio del capital hidrogeológico de la provincia de Jaén. Proyecto nº 117 del Plan Estratégico de la provincia de Jaén.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN: Provincial.

ENTIDAD PROMOTORA: Diputación Provincial de Jaén.

ESTADO DE EJECUCIÓN: En ejecución.

DESCRIPCIÓN/OBJETIVOS: Los objetivos son proporcionar una herramienta para la adecuada gestión y explotación de las aguas subterráneas y disminuir la dependencia de las superficies.

Para ello se está elaborando un exhaustivo atlas hidrogeológico, donde se refleja la ubicación, capacidad de almacenamiento, ritmo de recargas y descargas, posibilidades de explotación, etc., de los sistemas de acuíferos.

PROYECTO/PLAN: Elaboración de un Plan Director de Aprovechamiento de Acuíferos. Proyecto nº 118 del Plan Estratégico de la provincia de Jaén.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN: Provincial.

ENTIDAD PROMOTORA: Fundación "Estrategias para el desarrollo económico y social de la provincia de Jaén". Agentes implicados: Junta de Andalucía, Ministerio de Medio Ambiente, Diputación Provincial de Jaén, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y asociaciones para el desarrollo rural.

ESTADO DE EJECUCIÓN: No iniciado.

DESCRIPCIÓN/OBJETIVOS: El objetivo es llevar a cabo una adecuada gestión y explotación de los acuíferos. Para ello se elaborará un Plan provincial que regule el uso de las aguas subterráneas.

