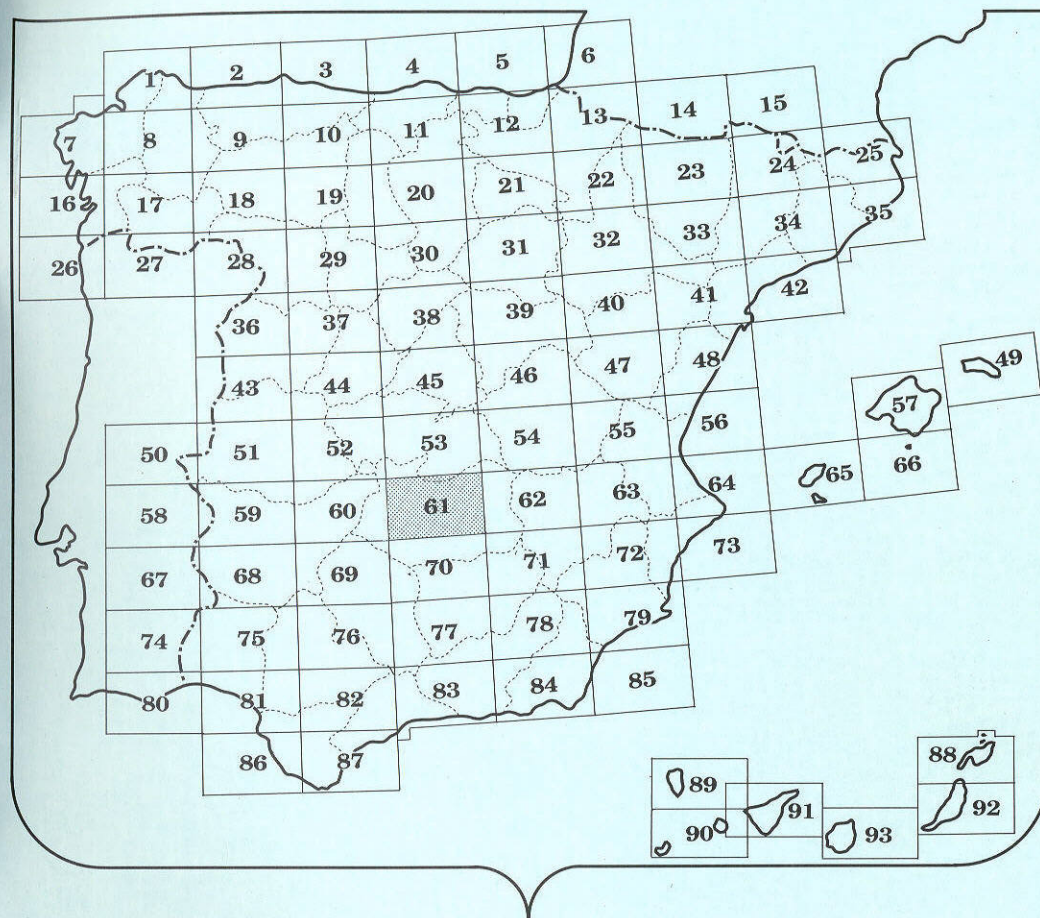




INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - 28003-MADRID



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



**Mapa
Hidrogeológico
de España**
E. 1/200.000

61

CIUDAD REAL

32147



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Mapa Hidrogeológico de España

E. 1/200.000

CIUDAD REAL

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria y Energía - Doctor Fleming, 7 - 28036 Madrid

IMPRIME: GRÁFIBER

Depósito Legal: M-25186-1985

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. MARCO GEOLOGICO	3
2.1. LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)	3
2.1.1. Características Generales	3
2.1.2. La Depresión de la Llanura Occidental Manchega	4
2.1.2.1. Materiales de borde y de zócalo	5
2.1.2.2. Materiales de relleno de la fosa	7
2.1.3. Disposición estructural	9
2.2. CAMPOS DE MONTIEL (SISTEMA-24)	10
2.2.1. Características Generales	10
2.2.2. Disposición estructural	11

2.3. CUENCA DEL RIO BULLAQUE (SISTEMA-22)	12
2.3.1. Características Generales	12
2.3.2. Disposición estructural	13
3. HIDROGEOLOGIA	13
3.1. LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)	13
3.1.1. Unidades hidrogeológicas	13
3.1.1.1. Acuífero superior carbonatado	14
3.1.1.2. Acuífero intermedio detrítico	15
3.1.1.3. Acuíferos profundos	15
3.1.1.4. Relación entre los acuíferos superior e inferior y con los sistemas acuíferos circundantes	16
4. UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	17
4.1. UTILIZACION DEL AGUA SUBTERRANEA EN LA LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)	17
4.2. UTILIZACION DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO BULLAQUE (SISTEMA-22)	19
4.3. UTILIZACION DEL AGUA EN LA DENOMINADA CUENCA DEL JABALON	19
5. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANES EN EL SISTEMA ACUIFERO DE LA LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23), ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO	19
6. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	21

6.1. SISTEMA ACUIFERO DE LA LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)	21
6.2. SISTEMA ACUIFERO DE LA CUENCA DEL RIO BULLAQUE (SISTEMA-22)	22
6.3. CUENCA DEL JABALON	22
7. PRINCIPALES FOCOS DE CONTAMINACION	23
7.1. CONSIDERACIONES GENERALES	23
7.2. CONTAMINACION AGRICOLA	23
7.3. CONTAMINACION INDUSTRIAL	24
7.4. CONTAMINACION URBANA	26
8. BIBLIOGRAFIA	27

1 INTRODUCCION

Una de las misiones específicas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de febrero.

Desde 1970 el IGME viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y estableciendo los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección y sentando las bases para la integración de los recursos hidráulicos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el IGME como informes de síntesis a los que acompaña una cartografía específica, de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a los Organismos Oficiales.

En base a los datos disponibles, se ha considerado el gran interés que presenta la publicación de mapas de síntesis hidrogeológica a escala 1/200.000 en forma de Hojas de la cuadrícula topográfica oficial, en aquellas regiones en las que la información es más completa y abundante.

El objetivo del Mapa Hidrogeológico a escala 1/200.000 es, por una parte, mostrar en síntesis las características hidrogeológicas y de explotación de los acuíferos, y por otra ofrecer la información que permita la realización de estudios de mayor detalle.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrología basadas en las normas UNESCO sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por lo tanto cotejables y comparables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa pueda entenderse con una sucinta memoria explicativa. Con objeto de facilitar la labor de todo aquel que se interese en una información más detallada sobre la región cubierta por la Hoja, se incluye una lista de referencias bibliográficas, que comprende no sólo los libros o informes publicados, sino todos aquellos documentos editados en reducido número de ejemplares y disponibles para su consulta en el Centro de Documentación del IGME.

2 MARCO GEOLOGICO

2.1 LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)

2.1.1 Características generales

Para una mejor comprensión de la hidrogeología de la Hoja de Ciudad Real, resulta imprescindible conocer el marco hidrogeológico regional del Sistema Acuífero de la "Llanura Occidental Manchega", Sistema núm. 23 del Mapa Nacional de Síntesis de Sistemas Acuíferos, definido por el IGME en 1971.

La Llanura Occidental Manchega corresponde a una depresión geológica entre regiones muy características y rellena de materiales de origen continental muy posteriores.

Está ubicada en la parte meridional del Macizo Hespérico en el límite de éste con las estribaciones más meridionales de la Cordillera Ibérica y Sierra Morena. La depresión ocupa la parte meridional de la Submeseta Castellana Sur y está rodeada por ésta y por las estribaciones de la Sierra de Altomira, Montes de Toledo, Extremadura, Sierra Morena y Campos de Montiel. Los materiales de estas unidades dan su aspecto característico al entorno de la depresión. En algunos casos los materiales circundantes se prolongan por el zócalo donde imbrican entre sí.

La depresión corresponde a un relleno de materiales continentales: conglomerados, margas, arcillas, arenas y calizas, recubiertos parcialmente por rañas, piedemontes y cuaternarios muy característicos.

Al Noreste limita con la Sierra de Altomira, región de la submeseta con pliegues de origen ibérico y formada por materiales mesozoicos que aumentan considerablemente de espesor hacia el Este.

Al Noroeste, limita con las estribaciones meridionales de los Montes de Toledo, alineación montañosa formada por materiales paleozoicos y precámbricos.

Al Oeste, la región natural de Extremadura con penillanuras extensas interrumpidas por relieves serranos residuales y abruptos, región de dominio absoluto de cuarcitas y pizarras de edad Paleozoico.

En la zona de transición Montes de Toledo-Llanura Occidental Manchega, existen aparatos volcánicos de basaltos y coladas volcánicas originados desde el Mioceno al Cuaternario antiguo.

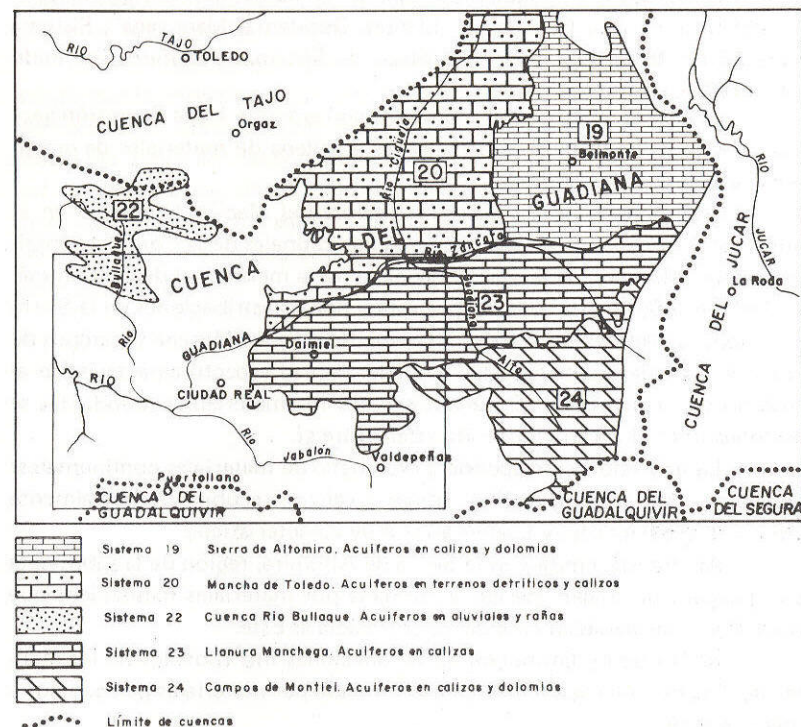
Al Sur, la depresión limita con la misma región extremeña y las estribaciones septentrionales de Sierra Morena, parte más meridional del

Macizo Hespérico, con materiales principalmente Cámbricos y Silúricos.

Al Sureste, los Campos de Montiel, penillanura formada por materiales mesozoicos, principalmente Jurásicos.

Al Este, la depresión de la Llanura Occidental Manchega se prolonga hacia la Llanura Oriental Manchega (Llanos de Albacete).

ESQUEMA SISTEMAS ACUIFEROS CUENCA ALTA DEL GUADIANA



2.1.2 La Depresión de la Llanura Occidental Manchega

La serie geológica de esta área comprende materiales paleozoicos, mesozoicos, terciarios y cuaternarios, existen también afloramientos de rocas volcánicas en el límite Oeste. Los primeros de ellos, paleozoicos y mesozoicos forman los bordes y el sustrato de la Llanura y los otros,

terciarios, cuaternarios y materiales volcánicos son los que rellenan la depresión.

2.1.2.1 MATERIALES DE BORDE Y DE ZOCALO

Los bordes y sustrato de la Llanura Occidental Manchega están formados de Poniente a Levante sucesivamente por materiales Paleozoicos, Triásicos, Jurásicos, Cretácicos y eventualmente Paleógenos.

La sucesión estratigráfica es la siguiente:

1. Paleozoico

En cuanto a litología, está formado por niveles de cuarcitas de espesor y coloración variable. Localmente, puede presentar algún nivel de areniscas, pizarras o calizas.

Se presenta formando estructuras anticlinales y sinclinales de amplio radio y fracturación intensa. La orientación predominante de los pliegues es E-W y la fracturación presenta dos juegos importantes con dirección NW-SE y E-W y las correspondientes perpendiculares a los anteriores con dirección NE-SW y N-S.

Los afloramientos más importantes se sitúan en el extremo occidental y Sur y juegan un importante papel en el funcionamiento hidrogeológico.

La permeabilidad de estos materiales es baja y el interés hidrogeológico, como tal formación acuífera, reducido.

2. Triásico

Formado por arcillas rojas y verdes, areniscas, conglomerados, calizas dolomíticas blanquecinas y yesos. Se encuentra fosilizando un paleorelieve del paleozoico y su potencia es variable pudiendo llegar a los 300 m. Los conglomerados y los yesos pueden faltar localmente. Se asocia al Keuper y aflora al Sureste de Manzanares y al Sur de La Solana.

3. Jurásico

Formado en la base por carniolas, dolomías y calizas dolomíticas con un espesor de 70 a 120 m. A continuación dolomías y arcillas con una potencia de unos 100 m. A continuación calizas con crinoides y espesor

del orden de 25-30 m. A continuación calizas y margocalizas que cambian lateralmente, hacia el Este a arcillas rojas y verdes con una potencia de 50 m. La serie finaliza con un tramo de calizas con niveles oolíticos y crinoides, con una potencia de 50 a 100 m. Aflora exclusivamente en el borde nororiental de La Solana y se prolonga por debajo de toda la serie terciaria de la Llanura Manchega.

4. Cretácico

Formado en la base por un tramo que se inicia con margas y arenas con intercalaciones de dolomías y brechas (posible facies Weald), por arcillas y arenas de la típica facies Utrillas con sus colores ocre y amarillento, con una potencia para todo el tramo muy variable, desde unos pocos metros hasta más de 50 m. A continuación localmente, se sitúan unas calizas detríticas, con frecuencia dolomitizadas, a las que sigue un nivel de margas arcillo-arenosas y arcillas. A continuación, y en afloramientos fuera de la Hoja de Ciudad Real, afloran unas calizas duras con algún nivel margo-calizo intercalado. En el borde Norte del Sistema Acuífero, donde el Cretácico tiene importancia, su potencia aumenta considerablemente de Oeste a Este pasando de espesores de 10 m a 3 o 4 veces mayor. Un hecho similar aunque quizá no tan relevante puede que ocurra en el sustrato del Sistema. Dentro de la Hoja, los afloramientos se reducen a puntos situados al Noroeste de Manzanares.

5. Paleógeno

Encima del Cretácico superior se encuentran en el borde N, y fuera de los límites de la Hoja, unos niveles de conglomerados y areniscas grisáceas cuyos cantos son de calizas secundarias y que poseen abundante cuarzo, con intercalaciones de calizas y arcillas limosas y con una potencia de 100-180 m.

6. Rocas ácidas

Dentro de este tipo de rocas se pueden diferenciar los granitos propiamente dichos y los pórfidos cuarcíferos. El granito aflora en muy pequeña extensión en la zona de Valdepeñas y se presenta en grandes láminas de biotita, que destacan sobre el fondo feldespático. Los pórfidos se presentan de forma clástica, y sus afloramientos tienen muy poca extensión.

2.1.2.2 MATERIALES DE RELLENO DE LA FOSA

Los materiales que rellenan la fosa son fundamentalmente miocenos, recubiertos en grandes zonas por formaciones detríticas posteriores.

1. Terciario-Mioceno

Se inicia con unos niveles de conglomerados de cuarcitas y pizarras de matriz areno-arcillosa que no afloran en superficie y que rellenan los surcos que han dejado las prominencias paleozoicas en la parte Oeste del Sistema. Su potencia es muy variable siendo los espesores límites, deducidos por sondeos de 0 a 225 m.

A los niveles anteriores, le siguen unas series detríticas finas, arcillas y arenas, de color rojo y ocasionalmente negros. Su potencia oscila entre 10 y 90 m; sobre éstos suele aparecer una formación yesífera que alterna con margas blancas y de potencia variable entre 10 y 30 m.

Sobre los materiales descritos con anterioridad, se deposita un tramo calcáreo, que desde una perspectiva hidrogeológica se ha subdividido en dos, aunque cronoestratigráficamente sean equivalentes. El primero de ellos eminentemente margoso, se indenta con el tramo inferior de yesos y un segundo nivel más calcáreo y que suele coincidir con el tramo superior, constituye el acuífero principal de la Llanura. En este último tramo se pueden distinguir dos tipos de calizas, el inferior formado por calizas detríticas, ligeramente arenosas y el superior, formado por calizas blancas muy puras y en general muy karstificadas. La potencia de la totalidad del tramo calcáreo es muy variable alcanzando un espesor máximo de 100 m. Son frecuentes los cambios laterales de facies.

2. Pliocuaternalio

Se pueden diferenciar dos tramos, uno formado por materiales detríticos, arenas, limos arenosos, margas-arenosas, localmente con yesos y calizas detríticas, con potencia variable que puede alcanzar hasta 200 m, otro, formado por rañas de cantos rodados de hasta 10 m de potencia, con piedemontes de cantos angulosos de cuarcita con matriz de arcilla, por derrubios de pendiente, por suelos y por coluviones que alcanzan gran desarrollo junto con piedemontes en la parte Sur de la cuenca.

3. Cuaternario

Se han denominado materiales cuaternarios a los aluviales de los ríos y sedimentos depositados en las lagunas. Están formados por gravas, arenas, limos, arcillas y yesos con una potencia máxima de unos 20 m. En las zonas de los cauces fluviales próximos a materiales duros se forman terrazas de reducida extensión y de cantos angulosos que son consecuencia del débil dinamismo fluvial.

El río Guadiana tiene su nacimiento en los Ojos del Guadiana, al Noreste de Daimiel junto a la carretera de Manzanares-Villarrubia de los Ojos. Su nacimiento es de tipo "fondo de roca" y se presenta en una hondonada rodeada de materiales calizos.

El cauce que el río Guadiana presenta a lo largo de todo su tramo, hasta su unión con el Cigüela, no es un cauce de erosión normal, sino que se debe a la erosión kárstica por disolución de las calizas y es consecuencia del drenaje del acuífero de la Llanura Manchega. El río no puede encajarse y por disolución de las calizas, lo que hace es ampliar su cauce lateralmente.

La existencia de un umbral paleozoico situado aguas abajo, más hacia el Oeste, condiciona el nivel de base del proceso erosivo cuaternario, en el cual el río no es capaz de erosionar, lo cual implica, por un lado que los relieves cuaternarios no hayan sufrido un efecto erosivo importante y por otro, determinan la existencia de amplias zonas encharcables, entre las que destacan las Tablas de Daimiel.

4. Rocas hipogénicas

El extremo Sur-occidental de la Hoja 1/200.000 de Ciudad Real, está ocupado por el denominado geográficamente "Campo de Calatrava". Dicho "Campo", constituye una zona que separa dos entidades geológico-morfológicas muy diferentes; por un lado, el paisaje desarrollado sobre materiales paleozoicos del Macizo Hespérico en la llamada Penillanura Extremeña, con personalidad propia dentro de la Meseta Inferior y uno de cuyos rasgos más característicos, es la existencia de una importante actividad volcánica; por otra parte, las formaciones neógenas de la gran depresión manchega hacia el Este.

La inestabilidad tectónica del "Campo de Calatrava" se ha manifestado en una serie de desniveles de las unidades que constituyen el basamento y una sucesión de fases volcánicas que, al menos desde el Mioceno, han ido sucediéndose hasta muy entrado el Cuaternario.

En general, se trata de coladas basálticas y depósitos formados por productos piroclásticos que en ocasiones incluyen elementos de pizarras o de cuarcitas.

La permeabilidad de estas formaciones es muy variable, según se trate de coladas de lavas o de basaltos. En conjunto, su permeabilidad es media-baja.

2.1.3 Disposición estructural

La Llanura Occidental Manchega constituye una gran fosa rellena por materiales miocenos y pliocuaternarios. El sustrato está formado por materiales que son prolongación de las unidades geológicas vecinas. Así, el Paleozoico lo es de los Montes de Toledo; el Triásico, Jurásico y Cretácico lo es de los Campos de Montiel y estribaciones de la Sierra de Altomira.

En los bordes y zócalo, las series paleozoicas están plegadas y falladas según una dirección NW-SE. Sobre éstas, los materiales triásicos en discordancia tanto con las series infrayacentes, como con el Jurásico. La disposición del Jurásico, Lías hacia el SW y Malm hacia el NE, nos hablan de un progresivo hundimiento de la cuenca y una amortiguación de la tectónica de tipo Ibérico, debido a la proximidad del Trías sobre el zócalo paleozoico más rígido. El Cretácico, que ya es el Medio, se dispone discordantemente sobre el Jurásico aumentando su potencia hacia el Este y conservando las directrices ibéricas.

Ya en la fosa, los materiales de relleno se depositan prácticamente subhorizontales. La máxima profundidad de la misma se localiza en el borde Norte del sistema donde se desarrollan uno o varios surcos que han sido rellenados por el conglomerado basal. La tectónica del Terciario, es simple en conjunto, con deformaciones de tipo local y cuyo origen hay que buscarlo o bien en la influencia del zócalo Paleozoico (se observa que los pliegues terciarios presentan suaves ondulaciones con dirección predominante E-W, la misma que las estructuras paleozoicas), o bien, en los procesos diagenéticos entre materiales de distinta competencia, lo cual origina asientos diferenciales.

En conjunto toda la serie neógena, presenta un suave basculamiento hacia el W, de edad postmiocena y con importantes efectos en su funcionamiento hidrogeológico.

Posiblemente, ya en épocas recientes, se ha producido un débil levantamiento de todo el conjunto del "Campo de Calatrava" lo que ha agudizado la existencia de amplias zonas encharcadas en la Llanura.

2.2 CAMPOS DE MONTIEL (SISTEMA-24)

2.2.1 Características generales

La penillanura de los Campos de Montiel está formada por una serie de pliegues de estilo ibérico arrasados por la erosión, y de edad jurásica con un suave buzamiento hacia el NE, dirección a la cual van apareciendo los materiales sucesivos más modernos.

De antiguo a moderno, la serie estratigráfica es la siguiente:

1. Triásico

Sobre materiales paleozoicos plegados por la Orogenia Hercínica, con posterioridad a un basculamiento general hacia el SE, se inicia un ciclo erosivo de tipo fluvio-lacustre que rellena las depresiones topográficas existentes.

Generalmente las facies del Sur son areniscosas sin yesos, mientras que las occidentales contienen yesos (canteras de La Solana).

Las facies basales de conglomerados y areniscas deben de corresponderse con el Buntsandstein, mientras que las facies más altas con yesos deben corresponder al Keuper.

2. Jurásico

El Campo de Montiel, está formado casi exclusivamente por materiales jurásicos y a pesar de no aflorar dentro de la Hoja toda la serie, si se considera de interés su descripción.

En la base un tramo de 15-25 m de dolomías en lajas finas, el cual no siempre está presente.

Un segundo nivel de dolomías y carnional rosadas con alternancia de arcillas rojas, que hacia la zona oriental se destacan en un nivel de arcillas potentes (unos 10 m) conteniendo yesos (Lagunas de Pinilla). Estos dos primeros niveles se atribuyen al Hettangiense-Sinemuriense pues le siguen unos 25 m, de calizas microcristalinas con lingulinas, crinoides y braquiópodos que podrían corresponder al Sinemuriense-Bliensbachense.

Estas calizas están recubiertas por una secuencia rítmica de calizas y margo-calizas con arcillas verdes y rojas en su parte superior. Este nivel no ha proporcionado fósiles, pero debe de corresponderse con el

Toarciense. Su potencia varía desde no existir por erosión en la zona occidental del sistema hasta un desarrollo de 40-50 m en la zona más oriental.

A estas margocalizas le siguen un nivel oolítico con fauna de Toarciense superior en la base, por lo que debe corresponder ya a un Dogger. Su potencia máxima visible es de 40 m en la zona oriental. Existe un afloramiento en la carretera de Las Lagunas de Ruidera a Argamasilla en el P.K. 4,5, que contiene una brecha con fauna de Malm (Kimmeridgiense).

3. Cretácico

Por medio de una clara discordancia en el borde Norte del Campo de Montiel se extienden unas arenas que por su facies recuerdan a las formaciones tipo Utrillas, por lo cual este nivel representa la transgresión del Cretácico inferior-medio sobre los niveles jurásicos.

La potencia del Utrillas es variable, aunque en la parte visible se observa una potencia del orden de 50-80 m.

Con posterioridad al Utrillas, una facies caliza que comprende desde el Cenomanense al Santoniense se depositó en los bordes del Sistema y su desarrollo más importante es hacia el centro de la Llanura Manchega.

2.2.2 Disposición estructural

La aparente simplicidad de la meseta de los Campos de Montiel, se ve alterada si se efectúan observaciones de detalle.

En efecto, el valle del río Guadiana Alto es un anticlinal en cuya charnela aflora el Keuper, que por erosión ha dado lugar a la formación del valle.

En general, la tectónica no afecta de manera espectacular. Las fallas son muchas pero de escasa entidad y casi siempre ortogonales a los pliegues. Probablemente no se han formado diapiros por el escaso espesor de sedimentos que lo recubre, pero básicamente la tectónica es una respuesta del Keuper subyacente a empujes de estilo ibérico.

El Cretácico sigue la misma tónica que el Jurásico, pero sus pliegues no pueden observarse más que en el borde occidental al Sur de Tomelloso y Suroeste de Argamasilla.

En conjunto, la disposición estructural es una mesa ligeramente deformada, con un hundimiento progresivo hacia el Noroeste, en donde sucesivamente van apareciendo niveles superiores.

El hundimiento hacia el Noroeste, sí parece ser debido a un juego de zócalo probablemente como respuesta al empuje bético, cuyas manifestaciones se encuentran a pocos kilómetros del borde Sur de la mesa.

2.3 CUENCA DEL RIO BULLAQUE (SISTEMA-22)

2.3.1 Características generales

Parcialmente comprendido dentro de la Hoja de Ciudad Real ya que aflora únicamente al orden del 20 por ciento del sistema en su extremo noroccidental.

El río Bullaque es uno de los principales afluentes del río Guadiana. Desemboca por su margen derecha en Puente Luciana, aguas abajo de Ciudad Real y una vez que el curso del río ha penetrado en materiales paleozoicos.

1. Paleozoico

Constituye el zócalo de todos los sedimentos terciarios y cuaternarios. Formado esencialmente por cuarcitas, que afloran en los relieves más destacados, junto con pizarras y esquistos.

2. Neógeno

Sus niveles, afloran únicamente en la mitad Sur de la cuenca. Consisten en arenas finas y areniscas cuarzosas, con abundantes intercalaciones de margas y arcillas. Localmente pequeños niveles de conglomerados. El conjunto presenta tonalidad amarillo-rojiza.

3. Pliocuaternalio indiferenciado

Engloba materiales detríticos de sedimentación continental moderna, rañas, piedemontes y quizá algún nivel de antiguas terrazas. Salvo en este último caso, lo constituyen cantos angulosos depositados tras un muy corto transporte y compactados por un alto contenido limo-arcilloso procedente de la erosión y alteración de las cuarcitas y pizarras paleozoicas que constituyen el área fuente.

El origen de estas formaciones cabe imaginarlo como una capa de inundación (Sheet-flood) o bien como pequeños arroyos diseminados por toda la superficie (riel-wash) de forma que toda el área se encuentra barrida y erosionada a la vez sin llegar a estar verdaderamente disecada.

4. Aluvial

Comprende la terraza reciente del río Bullaque y sus afluentes. Alcanza una considerable extensión en la región central del sistema: Robledo-Las Islas. Su disposición se debe a que el río al entrar en zona llana disminuye su competencia y la de sus principales afluentes produciéndose fenómenos de aluvionamiento, en ocasiones de gran desarrollo lateral. Los niveles de gravas son limpios y muy bien rodados. Están cubiertos normalmente por una acumulación de limos y arcillas depositados por aguas lentas de la decrecida que cierra cada ciclo erosivo. El espesor del acuífero no parece sobrepasar los 5-6 m.

2.3.2 Disposición estructural

La región presenta un estructura muy sencilla. Las zonas deprimidas por la historia geológica anterior al Neógeno, han sido rellenadas por sedimentos continentales procedentes de la erosión de las sierras paleozoicas. El resultado ha sido la formación de extensas llanuras, en las que esporádicamente sobresale el zócalo.

La alineación de la tectónica principal —pliegues y fallas— tiene una clara orientación NW-SE a lo largo de toda la región.

3 HIDROGEOLOGIA

3.1 LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)

3.1.1 Unidades hidrogeológicas

En el sistema acuífero de la Llanura Occidental Manchega se pueden diferenciar básicamente dos unidades hidrogeológicas principales. La superior, formada por un tramo calcáreo del Mioceno superior, los niveles detríticos del Cuaternario, Plioceno, Pliocuaternalio y materiales volcáni-

cos relacionados con ellos. La inferior compuesta por materiales calcáreos y dolomíticos de edad cretácica y, esencialmente, jurásica.

Entre ambas unidades existe un nivel intermedio, cuyo comportamiento es más de acuitardo que de acuífero y formado por niveles detríticos gruesos y finos del Mioceno inferior y del Cretácico en F. Utrillas.

El nivel superior sería un acuífero libre alimentado por infiltración directa de la lluvia y lateralmente por los sistemas acuíferos vecinos y cuyas salidas naturales son la evaporación, el drenaje del río Guadiana y la escorrentía subterránea a la cuenca del Júcar. El nivel inferior sería semi-confinado, libre o confinado y su equilibrio vendría determinado por sus relaciones con el nivel superior, sistemas acuíferos laterales y escorrentía subterránea a la cuenca del Júcar.

3.1.1.1 ACUIFERO SUPERIOR CARBONATADO

1. Materiales acuíferos

El nivel acuífero superior se extiende por unos 5.000 km² de la superficie total del sistema.

Los materiales que lo componen son calizas y margas del Mioceno superior, niveles detríticos del Cuaternario, Pliocuatnario, Plioceno y materiales volcánicos relacionados con estos.

La distribución espacial de estos materiales sigue el estilo de una cuenca lacustre en subsidencia. Sus características generales serían: espesor máximo en el centro de la zona lacustre, mayor contenido de calizas en la misma zona y disminución del espesor y contenido calizo hacia los bordes donde las facies serían ya claramente margosas e incluso detríticas. En el borde Sur estos niveles se acúan y han sido erosionados en parte, y sobre ellos se han instalado niveles detríticos mal clasificados provenientes de la erosión de las calizas del Campo de Montiel.

Estos materiales, aunque con características hidrogeológicas muy distintas están conectados entre sí formando un acuífero libre y constituyen el acuífero superior carbonatado.

2. Volumen de embalse

El cálculo del volumen de embalse, se ha realizado mediante la integración de los volúmenes medidos entre las distintas líneas de isopacas.

El volumen total calculado es de unos 200 km³ lo que representa un espesor medio de acuífero de 35 m.

Si se tiene en cuenta que la superficie piezométrica está a una profundidad media de 14 m (según datos de 1974), resulta un espesor medio saturado de 21 m, con lo que el volumen medio de acuífero, permanentemente mojado, es de 110 km³.

Aplicando el coeficiente de almacenamiento del 10 por ciento, se obtiene un volumen de reserva de agua embalsada de 11.000 hm³.

3.1.1.2 ACUIFERO INTERMEDIO DETRITICO

Se pueden distinguir dos tramos con diferente litología. El tramo superior es arcillo-arenoso con yesos y se extiende por debajo del acuífero superior cubriendo la casi totalidad del sistema. Su espesor es muy variable.

Las características hidrogeológicas de estos niveles individualizados, son desconocidas, no obstante, a partir de toda la información existente se deduce una transmisividad menor de 50 m²/día y un coeficiente de almacenamiento del orden de 1×10^{-3} y 1×10^{-4} .

En el tramo conglomerático el nivel piezométrico está por encima del nivel del acuífero superior siendo surgente en algunos casos.

3.1.1.3 ACUIFEROS PROFUNDOS

Se denominan acuíferos profundos a las formaciones calcáreas y dolomíticas del zócalo de la depresión.

En realidad se trata de tres acuíferos distintos separados entre sí por acuitardos más o menos potentes y de distinta naturaleza hidrogeológica.

De estos acuíferos, el superior está formado por calizas del Cretácico superior. Su potencia está comprendida entre 10 y 30 m. El acuífero intermedio, lo constituyen unas calizas oolíticas con una potencia comprendida entre 50-60 m. El acuífero más profundo es el formado por materiales calizo-dolomíticos del Jurásico inferior (Lías). El espesor de esta formación es de 60-90 m.

El conjunto acuífero, formado por estos tres niveles acuíferos y por otros mucho menos permeables, constituyen el acuífero inferior de La Llanura. Se extienden desde el centro al Este de la Llanura y tanto geológi-

ca como hidrogeológicamente son continuación de los sistemas acuíferos de los Campos de Montiel y de la sierra de Altomira con lo que están directamente relacionados.

1. Volumen de embalse

Aun cuando los acuíferos no mantienen espesores constantes, sino que se acuñan hacia el W y aumentan de espesor hacia el E, se puede considerar que los espesores indicados con anterioridad son de tipo medio y de validez aceptable.

El volumen de acuífero sería:

— En el acuífero calizo del Cretácico Superior:
 $1.850 \text{ km}^2 \times 25 \text{ m} = 46 \text{ km}^3$

— En el acuífero calizo del Jurásico:
 $1.000 \text{ km}^2 \times 60 \text{ m} = 60 \text{ km}^3$

— En el acuífero calizo-dolomítico del Lías:
 $3.600 \text{ km}^2 \times 80 \text{ m} = 288 \text{ km}^3$

— Total aproximado: 400 km^3 .

Con este volumen de acuífero, totalmente saturado, aplicándole un coeficiente de almacenamiento medio de 4×10^{-3} , se obtiene un volumen de aguas embalsadas del orden de 1.500 hm^3 .

3.1.1.4 RELACION ENTRE LOS ACUIFEROS

SUPERIOR E INFERIOR

Y CON LOS SISTEMAS ACUIFEROS CIRCUNDANTES

El acuífero profundo de la Llanura Occidental Manchega, es continuación geológica de la Sierra de Altomira y del Campo de Montiel, no se ha detectado ningún accidente importante que pueda suponer una discontinuidad entre los mismos. En consecuencia existe una conexión hidráulica entre ellos.

Las relaciones entre este conjunto y el acuífero superior carbonatado, se realizan siempre a través de los bordes de la Llanura y del nivel

arcillo-arenoso del Mioceno. En consecuencia, el equilibrio del acuífero en conjunto, se establece a través del flujo que pasa por estas formaciones menos permeables.

Teniendo en cuenta que dada la divisoria de aguas subterráneas con la cuenca del Júcar hacia el W, los acuíferos profundos no tienen ninguna descarga, salvo los bombeos, y siendo éstos inferiores a la alimentación, condiciona que el sentido del flujo sea del acuífero inferior al superior, estableciéndose el equilibrio a través del acuífero superior y formando un conjunto que actúa como un embalse subterráneo, cuyo desagüe es el Guadiana.

4 UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

4.1. UTILIZACION DEL AGUA SUBTERRANEA EN LA LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)

En la Llanura Occidental Manchega, la utilización del agua subterránea se realiza, básicamente, en dos de los tres usos habituales de la misma: agricultura y abastecimiento. La utilización industrial es reducida y centrada en Alcázar de San Juan, Tomelloso y Manzanares. Su uso, se ha incluido dentro del apartado de abastecimiento.

En la Llanura Occidental Manchega habitan y se abastecen en parte del acuífero subyacente unos 300.000 hab (1970), los cuales utilizaban en el año 1974, $18,2 \text{ hm}^3/\text{año}$ de los que correspondían $11,2 \text{ hm}^3/\text{año}$ a suministros a partir de embalses de superficie. En 1981, comenzó, parte del suministro a Ciudad Real capital, a tener su origen en el acuífero de la Llanura ("Estudio hidrogeológico para abastecimiento a Ciudad Real, Febrero 1981". "Obras abastecimiento a Ciudad Real, mayo-junio 1981". IGME) y al hacer una evaluación para el año 1982 del consumo para abastecimiento urbano de aguas procedentes del acuífero, se estima entre 12 y $18 \text{ hm}^3/\text{año}$ para toda la Llanura Occidental. Dentro de los límites de la Hoja de Ciudad Real, y para el año 1982, el consumo para abastecimiento, se ha evaluado en $8,6 \text{ hm}^3/\text{año}$ y que satisface las necesidades de unas 188.000 personas.

Los regadíos a partir de aguas subterráneas, son los consumidores más importantes tal y como puede observarse en la siguiente evolución del número de hectáreas regadas dentro de los límites definidos para el sistema acuífero núm. 23 desde el año 1974 a 1982, son:

AÑO	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Nº									
hectáreas	34.000	38.000	46.500	50.000	60.000	71.000	70.500	70.500	76.742

* *Datos elaborados a partir de información de las Cámaras Agrarias.*

Asimismo, resulta de interés analizar la evolución de los consumos de agua en función del tipo de cultivo.

AÑO	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Consumo									
hm ³ /año	172	192	248	264	278	273	272	281	311

Dentro de los límites de la Hoja de Ciudad Real y para el año 1982, en los 12 términos municipales, que la integran, la cuantificación del número de hectáreas de regadío, ha sido de 54.903 y el consumo de agua de 202 hm³/año.

Los únicos regadíos con aguas superficiales dentro de los límites definidos como Sistema acuífero núm. 23, son los procedentes del embalse de Peñarroya, en el río Guadiana Alto, que puede atender una superficie máxima de regadío de unas 8.000 ha. El embalse de Gasset, sobre el río Becea auxiliado por el Canal de Bañuelos, contribuyen al abastecimiento a Ciudad Real y al regadío de unas 1.000 ha, fuera de los límites del Sistema núm. 23. El Embalse del Vicario, sobre el río Guadiana y con una capacidad actual de embalse de 6 hm³ tiene como prioridad fundamental la central térmica de Puertollano y para refrigeración de la misma.

4.2 UTILIZACION DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO BULLAQUE (SISTEMA-22)

El Sistema 22, Cuenca del río Bullaque, dentro de la Hoja de Ciudad Real, afecta, esencialmente a los términos municipales de Porzuna (2.300 hab), Alcoba (919 hab) y Fontanarejo (594 hab).

El consumo para abastecimiento se ha evaluado en 0,16 hm³/año, y para el regadío de las 624 ha en 4,65 hm³/año.

4.3 UTILIZACION DEL AGUA EN LA DENOMINADA CUENCA DEL JABALON

Dentro de los límites de la Hoja de Ciudad Real y en la denominada Cuenca del Jabalón, los principales términos municipales son Calzada de Calatrava (5.565 hab), Aldea del Rey (2.568 hab) y Granátula de Calatrava (1.329 hab), lo que suma un total de 20.229 hab (se excluye Valdepeñas que se abastece de aguas procedentes del Sistema 23), que consumen del orden de 1 hm³/año para abastecimiento y para el regadío de unas 3.134 ha el consumo se evalúa en 13,50 hm³/año.

5 BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL SISTEMA ACUIFERO DE LA LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23) ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento del Sistema se puede explicar por un balance de entradas y salidas.

Las entradas al Sistema son, la infiltración directa del agua de lluvia, aportaciones laterales a partir de los Sistemas acuíferos números 19 y 24, recarga a partir de infiltración de los ríos Azuer, Guadiana Alto y Córcales, y por último, infiltración de aguas superficiales importadas al sistema para regadíos y abastecimientos.

Las salidas del Sistema, son el bombeo neto para regadío y abastecimiento, el drenaje del río Guadiana, la evaporación de zonas encharcadas

y por último, considerando el concepto geográfico del sistema, el drenaje hacia la cuenca del Júcar.

Este último término, sin embargo, no se ha contabilizado en el balance ya que se ha limitado el mismo a la cuenca subterránea del río Guadiana.

El período analizado para el primer balance es de febrero de 1974 a febrero de 1975 y la cuantificación de los principales parámetros es:

BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS, SISTEMA-23 AÑO 1974

— Alimentación o recarga del acuífero

	hm ³ /año
. Infiltración de agua de lluvia	235
. Aportaciones laterales S-24	55
. Aportaciones laterales S-19	4
. Infiltración a partir de Ríos	15
. Retorno de riegos	11
TOTAL	320

— Salidas o descargas del acuífero

	hm ³ /año
. Bombeo neto para regadío	170
. Bombeo neto para abastecimiento	6
. Drenaje del Guadiana	80
. Pérdidas por evaporación	64
TOTAL	320

Se ha establecido un segundo balance medio de aguas subterráneas para el período de 1974-1982.

BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS, SISTEMA-23 PERIODO 1974-1982

— Alimentación o recarga del acuífero

	hm ³ /año
. Infiltración del agua de lluvia	196
. Recarga lateral S-24	48
. Infiltración de ríos y retorno de riegos	43
TOTAL	287

— Salidas o descargas del acuífero

	hm ³ /año
. Bombeo neto para regadío y abastecimiento	244
. Drenaje del Guadiana	60
. Evapotranspiración	13
TOTAL	317

Lo cual indica una disminución en las reservas del orden de 30 hm³, a lo largo del período considerado 1974-1982.

6 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

6.1 SISTEMA ACUIFERO DE LA LLANURA OCCIDENTAL MANCHEGA (SISTEMA-23)

La mayor parte de las aguas subterráneas del acuífero superior de la Llanura Occidental Manchega son de buena calidad tanto desde el punto de vista de abastecimiento urbano como de regadío.

Las zonas de calidad natural deficiente, se sitúan en los bordes Norte y Oeste del Sistema, en donde la influencia de los aluviales asociados a los ríos Cigüela y Záncara por la elevada concentración de iones, principalmente sulfatos, confieren a las aguas subterráneas una calidad deficien-

te. Otra zona con calidad química anómala, aunque en menor cuantía, es el área de influencia del río Azuer como consecuencia de la elevada concentración en sales de las aguas de este río y que proceden del lavado de los yesos del Trías, que al infiltrarse en el Sistema se incorporan a las aguas subterráneas.

Al Oeste del Sistema, los acuíferos formados por materiales volcánicos presentan calidad variable dependiendo de la zona de recarga y de los materiales sobre los que se intercala.

De modo muy general, el agua subterránea se va cargando en sales en el sentido del flujo subterráneo que en términos generales presenta una dirección E-W y en función de la relación entre materiales margosos y calcáreos que son afectados, localmente, por lentejones de yesos que imprimen al agua un mayor contenido en sulfatos y en residuo seco.

El nivel acuífero intermedio, por su propia naturaleza litológica, presenta calidades de agua muy variables, oscilando los valores de la conductividad entre 600 μ mhos/cm y 3.500 μ mhos/cm.

El nivel acuífero inferior, presenta en general buena calidad, no superando los 1,2 g/l, de residuo seco, salvo en aquellos puntos donde se dejan sentir los efectos de los yesos del Trías.

6.2 SISTEMA ACUIFERO DE LA CUENCA DEL RIO BULLAQUE (SISTEMA-22)

Todas las muestras de agua analizadas en este Sistema acuífero son de buena calidad, tanto para abastecimiento urbano como para regadío.

En general presentan débil mineralización, con valores de la conductividad que oscilan entre 300 y 1.100 μ mhos/cm; los valores de la dureza oscilan entre 10 y 62° F; los contenidos en ión nitrato oscilan entre 7 y 76 mg/l, y los contenidos en ión sulfato oscilan entre 0 y 180 mg/l.

A lo largo del período 1977-1982, no se observa ninguna tendencia a la degradación progresiva de la calidad.

6.3 CUENCA DEL JABALON

No se dispone dentro de esta cuenca de ningún punto de control periódico de la calidad del agua, pero se puede decir que asociado al Jabalón, el acuífero aluvial presenta valores de la conductividad que osci-

lan entre 600 y 3.000 μ mhos/cm y en el resto del acuífero terciario, las aguas son de mejor calidad, con valores extremos entre 500 y 1.500 μ mhos/cm.

7 PRINCIPALES FOCOS DE CONTAMINACION

7.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Dentro de la Hoja Hidrogeológica de Ciudad Real, se han establecido cuatro tipos de acuíferos en función de su vulnerabilidad frente a la contaminación.

1. Acuíferos de alta vulnerabilidad
(Llanura Manchega)
2. Acuíferos de media vulnerabilidad
(Cuenca del Jabalón)
3. Acuíferos de baja vulnerabilidad
(Cuenca del Bullaque)
4. Sin acuíferos de interés regional
(Resto de la Hoja)

El acuífero de la Llanura Occidental Manchega, debido esencialmente a que es un acuífero kárstico, muy transmisivo, en disposición subhorizontal y con nivel piezométrico relativamente alto, es un acuífero muy vulnerable frente a la contaminación, cosa que no ocurre en el resto de los acuíferos.

7.2 CONTAMINACION AGRICOLA

Se ha calculado el volumen total de abonos empleados en la campaña 1981 en los 12 municipios más importantes enclavados dentro del Sistema acuífero de la Llanura Occidental Manchega, ya que es en esta zona donde se ubica el 80 por ciento del regadío de toda la cuenca Alta del Guadiana. Los datos se han obtenido a partir de información de la Agencia de Extensión Agraria y teniendo en cuenta: a) Tipo de

cultivo, b) si es de secano o regadío, c) número de hectáreas y d) tipo de abono.

La superficie total cultivada en los 12 términos municipales, de secano y regadío, en 1981 se eleva a 327.754 ha de las cuales unas 65.000 lo son de regadío.

La cuantificación, resumida, del consumo de fertilizantes es:

A. Para cultivos de secano

	toneladas
1. P_2O_5	8.168
2. K_2O	6.688
3. Nitrato Amónico cálcico	4.856
4. Abonos complejos	3.201
5. Urea	939
6. Abonos orgánicos	363

B. Para cultivos de regadío

	toneladas
1. K_2O	5.786
2. P_2O_5	5.566
3. Nitrato Amónico Cálcico	5.386
4. Abonos complejos	2.672
5. Urea	727
6. Abonos orgánicos	451

Los apartados 3º, 4º y 5º expresan U.F. de Nitrógeno.

7.3 CONTAMINACION INDUSTRIAL

El apartado que más preocupa, proviene de los desechos de la industria alcoholera, que obtiene alcohol a partir de la destilación de los vinos.

Dentro de la Hoja, sólo se ubican dos industrias alcoholeras instaladas en Daimiel, pero se considera de interés, dado el volumen y naturaleza de los vertidos cuantificar por zonas los volúmenes de vinazas dentro del acuífero de la Llanura Manchega.

a) Zona de Daimiel

Dos industrias. Con una producción de vinazas del orden de 400 m³/día a lo largo de unos 6 meses/año. La mitad de este volumen se inyecta en el acuífero y la otra mitad se deposita en balsas de decantación.

b) Zona de Tomelloso-Argamasilla de Alba

Ocho industrias. Con una producción de vinazas del orden de 2.530 m³/día a lo largo de unos 6 meses/año. De este volumen, se inyectan en el acuífero del orden de 1.730 m³/día y unos 800 m³/día vierten a balsas de decantación.

c) Zona de Villarrobledo

Tres industrias. Con una producción de vinazas del orden de 750 m³/día a lo largo de 6 meses/año. De este volumen se inyectaron en el acuífero del orden de 50 m³/día y unos 700 se vierten en balsas de decantación.

d) Zona de Socuéllamos

Tres industrias. Con una producción de vinazas del orden de 500 m³/día a lo largo de 6 meses/año. De este volumen se inyectaron en el acuífero del orden de 50 m³/día y unos 500 van a las tuberías de alcantarillado.

e) Zona de Pedro Muñoz

Tres industrias. Con una producción de vinazas del orden 1.500 m³/día a lo largo de 6 meses/año. La totalidad del vertido va a parar a balsas de decantación.

f) Zona de Campo de Criptana

Una industria. Con una producción de vinazas del orden de 500 m³/día que se reparten entre balsas de evaporación, alcantarillado e inyección del subsuelo.

7.4 CONTAMINACION URBANA

En lo referente a residuos sólidos, no existen problemas puntuales salvo en el caso de Villarrobledo que elimina sus residuos en un vertedero incontrolado de propiedad municipal, el resto de poblaciones, lleva sus residuos a una de las tres plantas instaladas en la zona (Alcázar de San Juan, Ciudad Real y Bolaños) y fuera de los límites del sistema acuífero, por lo que las posibles incidencias contaminantes son escasas.

En lo referente a vertidos de aguas residuales urbanas, en la Cuenca Alta, no representan en cuanto a volumen total, una cifra excesivamente alta, que se evalúan entre 25 y 35.000 m³/día. En este volumen, no se incluyen los procedentes de Ciudad Real capital, que se evalúan entre 15 y 20.000 m³/día y que sin ningún tipo de tratamiento vierten en el río Guadiana ya fuera de los límites del sistema. No obstante, el bajo volumen de vertidos no implica que los mismos no puedan producir efectos de contaminación acusados y graves. La causa hay que buscarla en el escaso caudal de los cursos fluviales receptores de los mismos y que durante gran parte del año permanecen secos (río Azuer, Záncara, Cigüela), o con caudales de agua procedentes exclusivamente de estos vertidos residuales.

Los vertidos líquidos urbanos engloban, en ocasiones, restos de vertidos industriales (alcoholeras, almazaras, queseras, etc.), y al no poder sufrir una dilución por el escaso caudal de los ríos en períodos estivales provocan unos fuertes olores muy característicos en toda la zona. Este problema ha llevado a buscar soluciones alternativas y en la actualidad se trabaja en la implantación de los llamados "filtros verdes", que consiste en conducir dichos residuos a una zona preparada al efecto y cultivada con un tipo de árboles (en general chopos) capaces de aceptar aguas de calidad muy deficiente. De esta manera, los residuos sufren un proceso de "filtrado" y al mismo tiempo permiten el riego de choperas.

8 BIBLIOGRAFIA

ALVARADO, A. y HERNANDEZ PACHECO, F. (1934). Mapa Geológico de España. Hoja 760. Daimiel.

CARRERAS, F., OCAÑA, L., OLIVARES, J., VILLANUEVA, E., PORRAS, J., RUIZ CELAA, C. (1983). "Contaminación de las aguas subterráneas de la Llanura Manchega (S.A. núm. 23) por vertidos industriales derivados de la fabricación de alcohol". III Simposio de Hidrogeología. Madrid.

CARRERAS, F., OCAÑA, L., OLIVARES, J., VILLANUEVA, E., PORRAS, J., RUIZ CELAA, C. (1983). "Evolución del ión nitrato en las aguas subterráneas de la Llanura Central Manchega. (S.A. núm. 23)". III Simposio de Hidrogeología. Madrid.

IGME (1975). "Investigación geoelectrica de la Llanura Manchega". Sistema núm. 23.

IGME (1979). "Investigación hidrogeológica de la cuenca alta y media del Guadiana". Informe Técnico núm. 6. Memoria. Cuenca del río Bullaque. Sistema acuífero núm. 22.

IGME (1979). "Investigación hidrogeológica de la cuenca alta y media del Guadiana". Informe Técnico núm. 7. Memoria. La Llanura Manchega. Sistema acuífero núm. 23.

IGME-IRYDA (1979). "Modelo matemático de la Llanura Manchega".

IGME (1980). "Estudio hidrogeológico para abastecimiento con aguas subterráneas a Daimiel".

IGME (1980). "Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos de la Hoja 760. Daimiel".

IGME (1981). "Estudio hidrogeológico para abastecimiento con aguas subterráneas a Ciudad Real".

IGME (1981). "Estudio de las posibilidades hidrogeológicas de la comarca de Malagón (Los Cortijos, Fuente el Fresno y Malagón)".

IGME (1981). "Investigación de la contaminación de aguas subterráneas por vertidos industriales de fabricación de alcohol de la Cuenca Alta del río Guadiana". Sistema núm. 23.

IGME (1982). "Hoja hidrogeológica a escala 1:50.000, nº 760. Daimiel".

IGME (1983). "Evolución piezométrica de los acuíferos en la Cuenca Alta del Guadiana". Análisis del período 1974-1981. Colección Informe. Primer informe.

IGME (1983). "Modelo matemático de la Llanura Manchega".

MOLINA BALLESTEROS, E. (1975). "Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava". Ciudad Real. Trabajos sobre el Neógeno Cuaternario de la sección de Paleontología de vertederos humanos (I.L.M.-CSIC) Madrid.

OLIVARES TALENS, J., RUIZ CELAA, C. (1981). "Contaminación de acuíferos por interconexión. Importancia del control estratigráfico de los sondeos. Caso del abastecimiento con aguas subterráneas a Ciudad Real". 1ªs Jornadas sobre análisis y evolución de la contaminación de las aguas subterráneas en España. Barcelona.

OLIVARES TALENS, J., RUIZ CELAA, C. (1983). "Evolución de la calidad de las aguas subterráneas con el tiempo en los sistemas acuíferos definidos en la Cuenca Alta del Guadiana". III Simposio de Hidrogeología. Madrid.

OLIVARES TALENS, J., CARRERAS SUAREZ, F., RUIZ CELAA, C. (1984). "Abastecimiento compartido por aguas superficiales y subterráneas. Aplicación al abastecimiento de Ciudad Real". I Congreso Español de Geología. Segovia.

OLIVARES TALENS, J. (1984). "Medio ambiente y desarrollo. Necesidad de estudios de impacto ambiental. Zonas húmedas en la Cuenca Alta del Guadiana". I Congreso Español de Geología. Segovia.

VIRGOS SORIANO, L., MARTINEZ ALFARO, P.E., CARRERAS SUAREZ, F., RUIZ CELAA, C. (1983). "Análisis del funcionamiento hidrogeológico de la Llanura Manchega mediante un modelo digital bidimensional. (Sistema núm. 23)". III Simposio de Hidrogeología. Madrid.