

ATLAS DEL MEDIO HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE TOLEDO

ATLAS DEL MEDIO HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE TOLEDO

FERNANDO DÍAZ BLANCO

Agradecimientos

La redacción del presente “ATLAS DEL MEDIO HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE TOLEDO” ha sido posible gracias a la Beca de Ayuda a la Investigación sobre temas geológicos del Servicio de Medio Ambiente de la Excma. Diputación de Toledo.

El objetivo de dicha beca es contribuir al desarrollo de la investigación y el conocimiento de la geología de la provincia de Toledo.

ÍNDICE

MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	2
3.	POBLACIÓN	5
4.	FISIOGRAFÍA	7
5.	GEOLOGÍA	8
5.1.	El Macizo Hespérico o Ibérico	8
5.1.1.	Montes de Toledo	9
5.1.2.	Sistema Central.....	10
5.2.	Las cuencas o depresiones cenozoicas.....	10
5.2.1.	Depresión-Fosa del Tajo.....	12
5.3.	Unidades de transición o mixtas	12
5.4.	Las coberteras mesozoicas	13
5.5.	Depósitos recientes y formaciones superficiales	13
6.	TECTÓNICA	15
7.	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	17
8.	HIDROGEOLOGÍA	18
8.1.	Generalidades.....	18
8.2.	Unidades Hidrogeológicas	18
8.2.1.	Cuenca del Tajo	18
8.2.1.1.	Unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid-Talavera”	21
8.2.1.2.	Unidad hidrogeológica 3.08 “Ocaña”	39
8.2.1.3.	Unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar”	52
8.2.1.4.	Zonas de baja permeabilidad	63
8.2.2.	Cuenca del Guadiana	63
8.2.2.1.	Unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira”	66
8.2.2.2.	Unidad hidrogeológica 4.02 “Lillo-Quintanar”	73
8.2.2.3.	Unidad hidrogeológica 4.03 “Consuegra- Villacañas”	78
8.2.2.4.	Unidad hidrogeológica 4.07 “Bullaque”	87
8.2.2.5.	Zonas de baja permeabilidad	91

ÍNDICE (Cont.)

9.	CONTAMINACIÓN POR NITRATOS.....	92
9.1.	Descripción	92
9.2.	Zona Lillo –Quintanar - Ocaña - Consuegra - Villacañas	92
9.3.	Madrid-Talavera-Tiétar.....	93
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	95
10.1.	Publicaciones	95
10.2.	Páginas web	95

APÉNDICE

1. PLANTA GEOLÓGICA DE LA PROVINCIA DE TOLEDO

1. Introducción

Con el presente Atlas del Medio Hídrico de la provincia de Toledo se pretende establecer una idea general de las características geológicas, geomorfológicas, tectónicas e hidrogeológicas, prestando especial atención al aspecto hidrogeológico, de cara a un uso adecuado y sostenible de las aguas subterráneas distribuidas a lo largo de la provincia de Toledo

La variabilidad geológica que caracteriza la provincia de Toledo hacen de ella una de las provincias un patrimonio geológico más diversos de toda la Península Ibérica, considerando como tal a los monumentos naturales, constituidos por formaciones ffsiográficas, geológicas y biológicas, entre los que se pueden citar los Montes de Toledo, el meandro del Tajo y la sierra de los Yebenes.

2. Antecedentes

Las primeras obras en las que se puede reconocer el aprovechamiento de las aguas subterráneas en España corresponden a asentamientos de la Edad del Bronce son las galerías de Gata y El Argar y el acueducto de Los Millares, todas ellas en Almería, según datos extraídos del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (1995).

Años más tardes, los romanos dejaron ya numerosos testimonios de obras de ingeniería hidráulica, con las que utilizaron las surgencias de fuentes y manantiales y también los propios ríos.

Fueron, sin embargo, los árabes los que introdujeron en España el aprovechamiento del agua del subsuelo a mayor escala, utilizando galerías casi horizontales excavadas en terrenos blandos, a través de las cuales se drenaba y aprovechaba el agua subterránea. Sirva como ejemplo las galerías árabes que se conservan de este tipo en las localidades de Ocaña y la Puebla de Montalbán, ambas de la provincia de Toledo, y que pueden considerarse los primeros aprovechamientos de las aguas subterráneas en la provincia, proporcionando una idea de la gran importancia que ha tenido a lo largo de los tiempos esta agua.

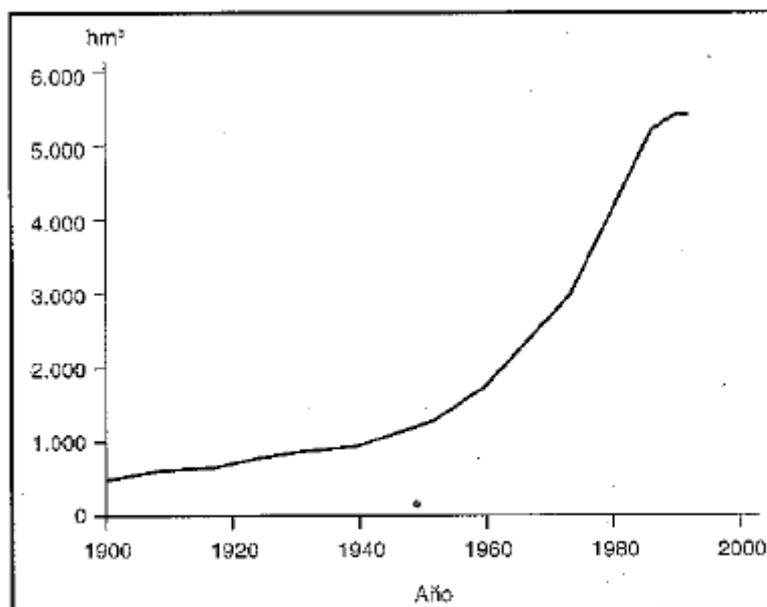
Entrado el siglo XIX llegan a España la teoría y la práctica de los pozos artesianos, abriéndose pozos de centenares de metros en muchas ciudades de España, con los que se buscaba el artesianismo del agua para evitar las labores de elevación hasta a superficie.

Pero el tirón fuerte se produce a finales de los años 50 gracias a la comercialización de los grupos motobombas y al parque de maquinaria de sondeos del Instituto Nacional de Colonización.

Allá por el 1990, según datos proporcionados por el ITGE, el volumen de agua subterránea suministrado en España para uso urbano se cifra en unos 1 080 hectómetros cúbicos por año, con lo que se abastecen del orden de 12 millones de habitantes, es decir, más del 30% de la población nacional de entonces, pudiendo hablar de cifras que rondan los 36 hm³/año en la cuenca del Tajo y 59 hm³/año en la del Guadiana, siendo la cuenca del Tajo un de las cuencas que menor dependencia presentan de las aguas subterráneas.

En cuanto a los datos de aguas subterráneas empleadas para riego y/o uso industrial las cifras crecen sustancialmente, con valores de 4000 hm³/año para riegos agrícolas y 400hm³/año para uso industrial. Es posible hablar de valores del orden de 15 y 650 hm³/años para agricultura y ganadería y de 45 y 2 hm³/años para uso industrial, en la cuenca del Tajo y del Guadiana respectivamente.

En resumen, los volúmenes globales de aguas subterráneas de Castilla la Mancha del año 1990 se estiman en 350 hm³/año, pudiendo hablar de un valor del orden de 70 hm³/año en la provincia de Toledo.



Evolución del aprovechamiento de las aguas subterráneas en España

A pesar de que la provincia de Toledo se puede enmarcar dentro de las provincias con menor dependencia de las aguas subterráneas, este guión está sufriendo un cambio importante a raíz de una serie de aspectos que se enumeran a continuación:

- **Sequías:** En los últimos años la Península Ibérica ha registrado dos de los episodios más secos de los que se tienen registros meteorológicos. El primero de estos episodios, entre 1990 y 1993, acarreó restricciones de abastecimiento a más del 30% de la población. El segundo de estos episodios se corresponde con el que se está desarrollando en la actualidad. Como consecuencia de estas sequías se requirió de una forma alternativa de abastecimiento a la población, a la industria y al regadío, recurriendo para suplir este déficit a las aguas subterráneas.
- **Cambio ideológico en la agricultura:** En los últimos años los cultivos de secano predominantes en la región (vid y olivo entre otros) están sufriendo una transformación en su método de cultivo, con el objeto de aumentar la producción, empleándose el riego por goteo con aguas subterráneas.
- **Ilegalidad de explotaciones:** Parece correcto incluir este punto aquí ya que un valor cercano al 45% de las extracciones de aguas subterráneas son ilegales y no se incluyen en las cifras de aprovechamiento de las aguas subterráneas.

A lo largo del presente documento se pretende establecer una caracterización de la provincia de Toledo que permita acometer un estudio de las características hidrogeológicas de la provincia de cara a un uso adecuado y sostenible de las aguas subterráneas distribuidas a lo largo de la provincia de Toledo.

3. Población

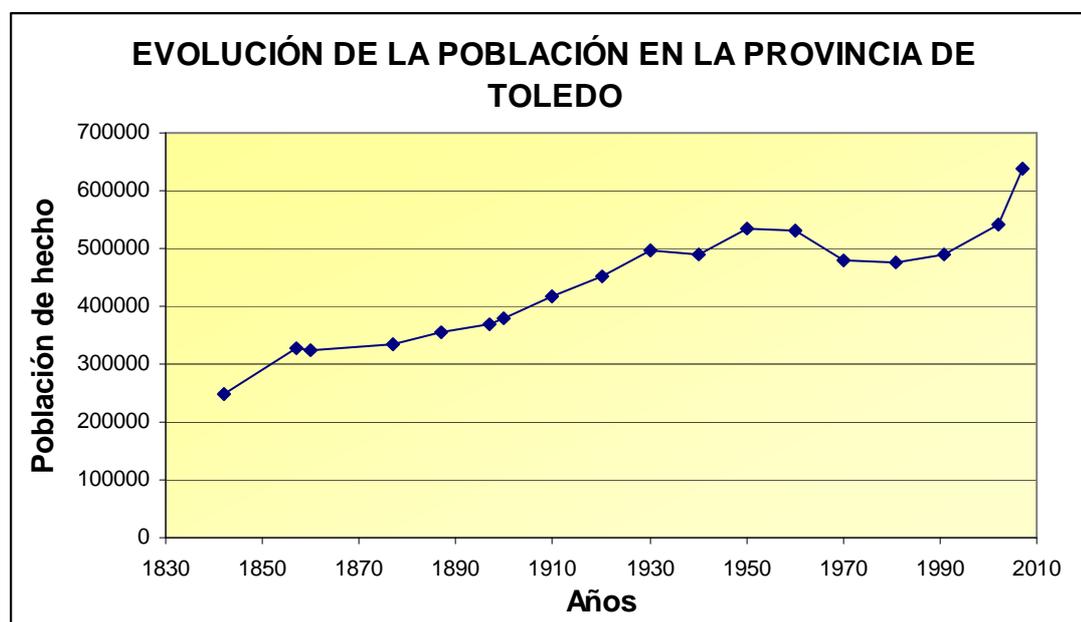
Un aspecto a tener en cuenta a la hora de realizar un estudio de las aguas subterráneas es conocer la demografía de la zona de estudio.

La población de hecho de la provincia de Toledo, según datos del Censo de Población del Instituto Nacional de Estadística a fecha de 1 de enero de 2007, era de 639 621 habitantes.

Los valores proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística referidos a la evolución demográfica de la provincia de Toledo son:

Población	1842	1857	1860	1877	1887	1897	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1991	2001
De Hecho	..	328755	323782	335038	359562	370012	376814	413217	442933	489396	480008	527474	521637	468925	471806	491117	..
De Derecho	246556	333971	356398	369830	380025	417921	450601	496510	490385	533654	532583	477732	474634	489543	541379
Hogares	63193	83747	81087	92435	98974	99247	101653	107964	111935	123352	117997	144886	141477	130729	138387	152031	185817

A continuación se incluye un gráfico en el que se representa la evolución demográfica total de la provincia de Toledo.



Observando el análisis de la evolución demográfica provincial es posible distinguir tres etapas claramente diferenciadas:

- De 1840 a 1950 se caracteriza por un progresivo crecimiento demográfico, a excepción de la década de 1910-1920, debido a la epidemia de gripe de 1918, alcanzándose en

1950 la cifra de 533.654 habitantes, la máxima población registrada en la provincia de Burgos.

- De 1950 a 1975 el número de habitantes de la provincia de Toledo desciende en casi 60.000 habitantes, periodo coincidente con una época de transformación y modernización del sistema productivo en el que se evidencia un éxodo rural masivo hacia las nuevas industrias de Toledo Capital y Talavera de la Reina, y hacia las principales áreas industriales del país, especialmente Madrid, País Vasco y Cataluña.

Como se indica, en este periodo se produce una nueva distribución de la población en el ámbito provincial, evidenciándose un afianzamiento de los dos grandes municipios de la provincia: Talavera de la Reina y Toledo.

4. FISIOGRAFÍA

La complejidad orográfica de la provincia de Toledo condiciona la existencia de un medio natural caracterizado por una gran diversidad climatológica, botánica, hidrológica, edafológica y geológica que hacen de esta provincia un lugar con gran Patrimonio Natural.

Esta diversidad espacial de la provincia de Toledo, con sus 15 368 km², queda marcada por la confluencia de tres de las grandes regiones fisiográficas de la península: El Macizo Hespérico o Ibérico, las cuencas o Depresiones Cenozoicas y las Coberteras Mesozoicas, siendo sus características fisiográficas más destacadas:

- La elevada altitud media, situándose en torno a los 590 m de altitud media, con una distribución altimétrica bastante bien zonada.
- Un 40,9% de la superficie total de la provincia se sitúa a cotas comprendidas entre 201 y 600 m.s.n.m; 56,1% a cotas comprendidas entre 601 y 1000m; y el 3% restante a cotas por encima de los 1000m.
- La presencia de fuertes contrastes espaciales, entre las sierras o relieves montañosos pertenecientes a la zona Centroibérica del Macizo Hespérico y a las Coberteras Mesozoicas en el extremo suroriental de la provincia, que contrastan con la Fosa del Tajo (depresión terciaria).
- Los terrenos más elevados se localizan preferentemente en la mitad meridional (las plataformas de la Mesa de Ocaña-Tarancón, la meseta cristalina de Toledo y las elevaciones de los Montes de Toledo); las zonas de menor cota corresponden a la mitad septentrional (campillas, terrazas y vegas de los ríos principales asociados a la depresión del Tajo). En contraste con esta clara distribución altimétrica destacar la presencia de terrenos llanos en la mitad meridional (llanuras de la Mancha) y elevaciones montañosas en la mitad septentrional (Sierra de San Vicente).

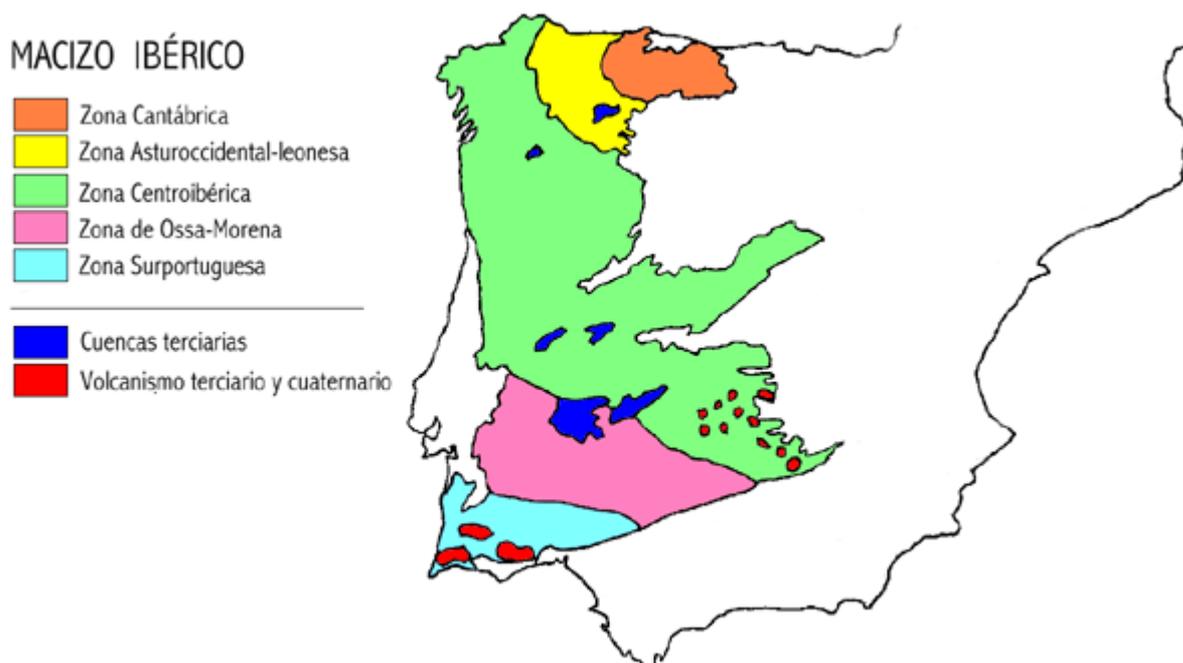
5. GEOLOGÍA

Desde el punto de vista general de las características geológicas, tal como se indicó en el apartado de fisiografía, dentro de la provincia de Toledo se han distinguido las siguientes unidades:

5.1. EL MACIZO HESPÉRICO O IBÉRICO

En la provincia de Toledo los materiales correspondientes a esta etapa evolutiva aparecen localizados tanto en el dominio de los Montes de Toledo y sus rampas y plataforma septentrionales, como en el Sistema Central, representado por el Bloque del Piélagos y sus plataformas y rampas occidentales.

A continuación se incluye un mapa de la Península Ibérica donde puede comprobarse la extensión del Macizo Hespérico.



Fuente: www.geoiberia.com

Tanto los Montes de Toledo como el Sistema Central pertenecen a la zona estructural denominada zona Centroibérica, cuyos rasgos característicos son la presencia de rocas plutónicas (grandes batolitos de granitoides) recubiertos por rocas metamórficas, de grado de transformación variable (de casi nulo a alto), así como el carácter discordante entre las

formaciones del ciclo Hercínico (formaciones paleozoicas) y el substrato sobre el que se apoyan prehercínico (preordovícico).

Los materiales preordovícicos que constituyen el substrato (Precámbricos y Cámbricos) son de medio a bajo grado de transformación metamórfica y esencialmente de carácter detrítico, predominando las pizarras y en menor medida las grauvacas, areniscas y conglomerados, aunque en ocasiones aparecen niveles carbonatados y volcánicos.

Hacia el norte, donde se sitúan las rampas y plataformas septentrionales de los Montes de Toledo y Bloque del Piélago, aumenta el grado de metamorfismo de estos materiales preordovícicos, apareciendo esquitos, metacuarcitas, mármoles, incluso gneis y migmatitas, que son abundantes en la mitad septentrional de la meseta cristalina de Toledo.

Por su parte, los sedimentos paleozoicos del ciclo hercínico, que como anteriormente se indicó se sitúan discordante con el substrato prehercínico (materiales preordovícicos descritos en los dos párrafos anteriores), son las formaciones predominantes de las diferentes sierras que constituyen los Montes de Toledo. Estos sedimentos paleozoicos se tratan de series Ordovícicas, aunque en algunas zonas pueden presentar tránsito al Silúrico, esencialmente detríticas, y de bajo a muy bajo grado de transformación metamórfica. Es posible hablar de una serie tipo de muro a techo constituida por conglomerados, areniscas, cuarcitas y pizarras (Ordovicio inferior) sobre las que se sitúa una serie de pizarras con intercalaciones de areniscas y cuarcitas con restos de fauna marina.

Los principales afloramientos de rocas plutónicas del ciclo hercínico, principalmente granitoides biotíticos de grano medio a grueso, se localizan en el dominio del Sistema Central y en la meseta cristalina de Toledo, apareciendo también afloramientos dispersos en los Navalmorales, El Puente del Arzobispo-Oropesa, etc.

5.1.1. *Montes de Toledo*

Son los terrenos del Macizo Hespérico constituidos por los materiales paleozoicos y prepaleozoicos que sufrieron diferentes grados de transformación metamórfica (en general baja).

La fracturación tardihercínica es la responsable de la compartimentación y elevación de este macizo montañoso; sin embargo, la erosión diferencial ha originado unos relieves de sierra y depresiones dispuestas según la directriz general del plegamiento hercínico (NE-SO y NNE-SSO):

- Los relieves de sierra culminan en crestos definidos por los materiales silíceos, generalmente ortocuarcitas, al ser esta una roca muy resistente a la erosión
- Por su parte, las depresiones están asociadas a las rocas más erosionables, generalmente pizarras. Las vertientes y fondos de estas depresiones suelen estar recubiertas por potentes niveles de derrubios, depósitos recientes entre los que destacan las rañas.

Esta erosión diferencias y el relieve originado por la misma, permite diferenciar unidades de menor rango dentro de los Montes de Toledo, tal es el caso de la Sierra de Altomira situada al oeste de la provincia en el límite entre Extremadura y la provincia de Toledo, en la que destacan Riscos Altos (1324 m) y Risco de las Moras (1279 m).

5.1.2. *Sistema Central*

Son los terrenos del Macizo Hespérico que corresponde a los terrenos predominantemente constituidos por materiales granitoides y cuyo relieve está determinado por la fracturación tardihercínica que al reactivarse originó unos macizos montañosos de bloques seriados (horst y graben), concluyendo el proceso con la denudación de los bloques elevados constituyendo los piedemontes. El resultado es un relieve escalonado, es decir, un sistema de planicies sucesivas separadas por sus correspondientes escarpes o laderas.

En la provincia de Toledo dichos relieves corresponden a la alineación más meridional de todas las que componen las Sierras de Gredos, es decir, las de las Sierras de San Vicente-La Higuera-Peña de Cenicientos, así como la depresión intramontañosa que queda entre esa alineación y la fundamental de la Sierra de Gredos.

En este sector toledano del Sistema Central, las unidades de mayor rango que conforman el relieve son: la depresión intramontañosa (Valle del Tietar); las rampas y plataformas (Navamorcuende, Montesclaros - Navalcán, Marrupe - Mejorada, Almorox - Nombela - Garciotún - San Román de los Montes); el horst de la Sierra de San Vicente y sus elevaciones asociadas (planicies y laderas); y el corredor depresión del río Guayervas.

5.2. **LAS CUENCAS O DEPRESIONES CENOZOICAS**

Las cuencas o depresiones cenozoicas de la provincia de Toledo están constituidas por la Fosa del Tajo y las plataformas de transición entre estas y las planicies de la Mancha (plataformas y depresiones de los valles del río Algodor y Cigüela), aunque es más correcto identificar estas últimas como unidad de transición.

Son las depresiones rellenadas por los sedimentos coetáneos a la elevación de los relieves de la Meseta, que en este caso provienen del Sistema Central, de los Montes de Toledo y de la Sierra de Altomira; y que presentan espesores de hasta 2,5-3,5 km, pero que en la provincia de Toledo no superan los 1000 – 1500 m.

Se trata de materiales depositados por cursos fluviales que emergían de los relieves y se expandían por la llanura (abanicos aluviales) y que en ocasiones llegaban a formar lagunas efímeras en el centro de la cuenca.

Las facies correspondientes a estos ambientes de sedimentación presentan una progresión granulométrica desde los bordes, donde aparecen los elementos más groseros, hacia el centro de la cuenca donde aparecen los elementos más finos que dan paso a los depósitos evaporíticos y químicos de las facies lacustres. Así en la zona de contacto entre el Macizo Hespérico y la Fosa del Tajo se diferencian unas arenas arcosas de granulometría gruesa y con facies conglomeráticas en las salidas de los antiguos canales (facies proximales de los abanicos aluviales), conocidas como “Facies Madrid”, en las que su área fuente está fundamentalmente constituida por materiales graníticos) y otras conocidas como “Facies Toledo” que se diferencian de la Facies Madrid en su composición, ya que su área fuente es mayormente metamórfica.

Hacia el interior de la cuenca estas arenas disminuyen rápidamente de tamaño de grano (facies medias del abanico) y comienzan a tener importantes niveles de depósitos de tamaño fino de arcillas y limos propios de llanuras de inundación (facies distales del abanico), que dan paso por último a las facies lagunares constituidas por depósitos evaporíticos y químicos del interior de la cuenca.

Al contrario de lo que ocurre en los bordes, donde los depósitos son bastante homogéneos y con una morfología lenticular, en el interior de la cuenca (facies lagunares) aparecen niveles bien diferenciados y con continuidad suficiente como para separar una serie de formaciones o tramos, distinguiéndose una unidad inferior o salina correspondiente a un episodio de sedimentación lacustre fuertemente evaporítica, una unidad intermedia representada por facies lacustres en las que predominan carbonatos de agua dulce y yesos detríticos; y una unidad superior representada por facies palustre-lacustre en las que predominan los carbonatos en forma de calizas de páramo. Sobre las calizas de páramo parece un nivel de depósitos detríticos asociados a los procesos recientes de génesis de las rañas y las terrazas fluviales.

5.2.1. *Depresión-Fosa del Tajo*

Esta depresión comprende los terrenos de las cuencas cenozoicas que albergan los materiales coetáneos con la reactivación durante la orogenia alpina del Sistema Central y los Montes de Toledo.

Se trata de una cuenca basculada hacia el suroeste, cuyo relieve está determinado por las plataformas o mesetas (páramos); las lomas (planicies de campiña), sobre los cuales aparecen algunos relieves residuales o cerros testigos de la planicie superior; y los valles fluviales con sus correspondientes vegas y sistemas de terrazas.

La Fosa o Depresión del Tajo en la provincia de Toledo se caracteriza por:

- La morfología de artesas fluviales constituidas por las vegas y su sistema de terrazas, tal es el caso de los ríos Alberche, Tajo, Guadarrama, etc.
- Las depresiones semiendorreicas tal es el caso de la Campana de Oropesa y las comarcas de la Sagra.
- Las lomas divisorias entre los cauces de los ríos, tal es el caso de las campiñas de Mérida, Fuensalida, Torrijos, La Sagra, Lagartera, etc.
- Las altiplanicies o páramos entre las que destaca la mesa de Ocaña – Tarancón.

5.3. **UNIDADES DE TRANSICIÓN O MIXTAS**

Parece correcto hacer una distinción entre las unidades de transición o mixtas entre el Macizo Hespérico (Sistema Central y Montes de Toledo) y la cuenca mesozoica de la Fosa del Tajo, aunque algunas ya se describieron anteriormente, debido a la dificultad de establecer un límite físico entre ellas y las peculiaridades que presentan. Destacan:

- Rañas: Planicies de piedemonte originadas por abanicos aluviales emergentes de los relieves cuarcíticos y que se localizan indistintamente sobre los materiales del Macizo Hespérico o de la depresión Fosa del Tajo.
- Meseta Cristalina de Toledo: Superficie de erosión que comporta algunos relieves residuales tipo inselberg
- Plataformas, corredores y de presiones de los ríos Algodor y Cigüela, que forman un corredor de transición entre las depresiones del Tajo y Guadiana, concretamente entre la altiplanicie de los páramos de Ocaña-Tarancón y las plataformas de la Mancha. Están compuestas por una serie de unidades menores, destacando las depresiones del

bajo Algodor y arroyo Melgar, las plataformas de Villacañas, las vegas de los ríos Cigüelas y Riansares, y las campiñas y depresiones semiendorreicas de la cuenca del río Cigüela.

5.4. LAS COBERTERAS MESOZOICAS

Las coberteras mesozoicas en la provincia de Toledo aparecen en el extremo suroriental de la misma (Mancha Toledana).

Se trata de relieves predominantemente calcáreos que forman plataformas y lomas. Mientras que las plataformas continúan hacia el sur en las plataformas del Campo de Criptana, las lomas son la prolongación de la Sierra de Altomira.

Las coberteras mesozoicas representan el límite oriental del Macizo Hespérico, dando paso a los relieves alpinos. Presentan una estructura de plegamiento apretado de orientación general norte-sur.

Es posible hablar de una serie de techo a muro constituida por margas abigarradas con yesos e intercalaciones de bancos de arenisca de edad Triásica; calizas y calizas dolomíticas de edad Jurásica; arenas y limonitas del Cretácico Inferior; calizas dolomíticas, dolomías y margas del Cretácico Superior.

Otros sedimentos mesozoicos son los constituidos por areniscas y conglomerados altamente silicificados (arenas silíceas) que aparecen en afloramientos dispersos del borde septentrional de la meseta cristalina de Toledo y también en algunas áreas de la Plataforma de Navalcán – Navamorcuende, datándose en el Cretácico Superior y Paleógeno

5.5. DEPÓSITOS RECIENTES Y FORMACIONES SUPERFICIALES

Completan el conjunto de los materiales presentes en la provincia de Toledo las formaciones superficiales o depósitos recientes, de edades Cuaternario y Plioceno, que tapizan fosilizando a todos los materiales más antiguos.

Es posible hablar de:

- Rañas: Depósitos de abanico de piedemonte
- Aluviones de la red fluvial incluyendo los fondos de valle y sistema de terrazas.
- Depósitos lagunares y mixtos de depresiones semiendorreicas

- Depósitos de vertiente (colusiones y canchales)
- Glacis de recubrimiento

En los casos en que cualquiera de estas formaciones se enmarque dentro de la Fosa del Tajo es común incluirlos dentro de la misma y no diferenciarlos.

6. Tectónica

Para conocer los antecedentes tectónicos de la provincia de Toledo hay que retomar el tiempo al ciclo hercínico, orogenia durante la cual tuvieron lugar las fases de deformación tectónica, metamorfismo e inyección magmática, que dieron lugar a la actual constitución de la provincia.

El metamorfismo y plegamiento (fase hercínica de deformación dúctil) implicó la formación de las grandes estructuras de dirección NO-SE a NNO-SSE que controlan buena parte del relieve actual.

Durante la etapa de deformación frágil de la fase tardihercínica se produce la fracturación responsable de las grandes fallas de desgarre que modificaron las estructuras anteriores gracias a la aparición de una red de fracturas de dirección NE-SO y NNE-SSO, NO-SE y NNO-SSE, E-O y N-S que son las responsables de la elevación de los macizos montañosos actuales, durante la reactivación del relieve en la Orogenia Alpina que se describe más abajo.

Los terrenos que hoy forman la provincia de Toledo permanecen emergidos a lo largo del Mesozoico, siendo área fuente de los materiales que iban a parar al mar de Tethys, aunque como se evidencia en la formación mesozoica del área de Altomira, el dominio de la cuenca del mar de Tethys llegó en algunos momentos hasta el sector más oriental de lo que es hoy la provincia.

A finales del Mesozoico y principios del Cenozoico comienzan los primeros impulsos de la Orogenia Alpina, que se manifiesta mediante la reactivación del relieve a favor de los antiguos desgarres tardihercínicos.

Inicialmente se trata de pequeños abombamientos que ondulan y elevan toda la Meseta, pero a consecuencia de la agudización de los impulsos tectónicos conduce a una reactivación del terreno ocurrida a lo largo del Neógeno, que no afecta por igual a todas las regiones, de ahí que en los lugares donde los hundimientos fueron más ostensibles aparecieran grandes cuencas sedimentarias (Fosa del Tajo), y donde las elevaciones fueron más importantes aparecieran los Macizos montañosos de los Montes de Toledo y Sistema Central, quedando como plataformas las zonas donde la afección tectónica fue menor.

Tras esto se inicia la etapa actual o de modelado que genera morfologías como niveles de terrazas, valles de incisión lineal (gargantas, barrancos, etc.), vertientes tapizadas de bloques o canchales, cretas y crestones, llanuras de bloques, entre otros.

Algunos de ellos encuentran su explicación en erosiones y depósitos asociados a cauces, mientras que otros son debidos a la erosión diferencial sobre las formaciones de pizarras y cuarcitas o los materiales graníticos.

7. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Desde el punto de vista hidrográfico la provincia de Toledo pertenece en su mayoría a la cuenca del río Tajo, y en menor proporción a la del Guadiana.

Dentro de la cuenca del Tajo, además del río que la da nombre, los principales cauces de la provincia de Toledo, todos ellos afluentes del río Tajo, son el Guadarrama, Alberche, Algodor, Torcón, Pusa y Sangrera entre otros.

A la cuenca del Guadiana pertenecen los ríos Cigüela, y Riansares que drenan la Mancha Toledana, así como varios arroyos de las cuencas del Bullaque y Estona, que drenan la vertiente meridional de los Montes de Toledo.

8. Hidrogeología

8.1. GENERALIDADES

Una definición de unidad hidrogeológica puede ser: “Uno o varios acuíferos que se agrupan a efectos de conseguir una administración del agua racional y eficaz”.

En la provincia de Toledo, cuyo territorio lo comparten dos cuencas hidrográficas; Tajo y Guadiana, se han definido un total de siete unidades hidrogeológicas, así como un conjunto de formaciones de baja permeabilidad que si bien disponen de capacidad para satisfacer demandas puntuales, no poseen un volumen de recursos utilizables a escala regional.

La UH La Alcarria no será objeto del presente documento al presentar una superficie inferior al km² dentro de la provincia de Toledo.

8.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

8.2.1. Cuenca del Tajo

La cuenca del Tajo discurre por dos países europeos; España y Portugal. La superficie de España es de 55.645 km², lo que supone el 69% del total de la cuenca. Dentro de España, su ámbito territorial pertenece a cinco comunidades autónomas; Aragón, Madrid, Castilla-León, Extremadura y Castilla-La Mancha, que totalizan 11 provincias, situándose casi la mitad de su superficie española en Castilla la Mancha.

A continuación se incluye una distribución territorial de la cuenca del Tajo extraída de la Confederación hidrográfica del Tajo:

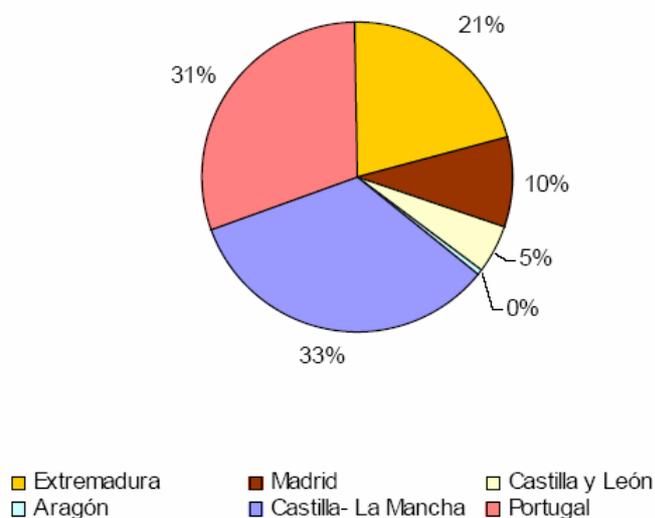


A continuación se incluye un cuadro en el que se refleja la participación en extensión y demografía de cada Comunidad en el conjunto del ámbito de la cuenca en España, e inversamente, la participación que ello supone respecto del total de cada Comunidad.

Autonomías	Participación en el conjunto				% Respecto autonomías	
	Extensión (Km ²)	%	Habitantes	%	Extensión	Población
Extremadura	16.738	30,1	383.461	6,3	40,2	36,5
Madrid	7.983	14,4	5.030.958	82,5	99,8	100,0
Castilla y León	3.987	7,2	96.320	1,6	4,2	4,1
Aragón	238	0,4	1.190	0,0	0,5	0,1
Castilla la Mancha	26.699	48,0	587.184	9,6	33,7	34,4
Total	55.645	100,0	6.099.113	100,0		

Nota: Datos de nº de habitantes de la cuenca del 2005.

En el siguiente gráfico se incluye este mismo aspecto pero referido a la totalidad de la cuenca (España y Portugal).



En la cuenca del Tajo, el aprovechamiento de recursos subterráneos ha sido tradicionalmente poco explotado salvo excepciones como el sistema de abastecimiento de Madrid.

No obstante, en la práctica puede hablarse de una explotación conjunta debido al proceso natural de interacción entre las fases superficial y subterránea, gracias al cual un porcentaje

apreciable de la aportación natural pasa por una fase subterránea, contribuyendo de esta forma al mantenimiento del flujo de base de los ríos.

La cuenca hidrográfica del Tajo cuenta con un total de 13 unidades hidrogeológicas que se enumeran a continuación:

- UH 01 Albarracín-Cella-Molina de Aragón
- UH 02 Tajuña-Montes Universales
- UH 03 Torrelaguna-Jadraque
- UH 04 Guadalajara
- UH 05 Madrid-Talavera
- UH 06 La Alcarria
- UH 07 Entrepeñas
- UH 08 Ocaña
- UH 09 Tiétar
- UH 10 Talaván
- UH 11 Zarza de Granadilla
- UH 12 Galisteo
- UH 13 Moraleja

De las 13 Unidades Hidrogeológicas existente, cinco de ellas son de tipo carbonatado (UH 01 Albarracín-Cella-Molina de Aragón, UH 02 Tajuña-Montes Universales, UH 03 Torrelaguna-Jadraque, UH 06 La Alcarria y UH 08 Ocaña), mientras que las restantes son de tipo detrítico (UH 04 Guadalajara, UH 05 Madrid-Talavera, UH 07 Entrepeñas, UH 09 Tiétar, UH 10 Talaván, UH 11 Zarza de Granadilla, UH 12 Galisteo y UH 13 Moraleja)

Del total de unidades hidrogeológicas de la cuenca del Tajo únicamente la Unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar”, la Unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid-Talavera”; la Unidad hidrogeológica 3.08 “Ocaña” y una pequeña parte de la Unidad hidrogeológica 3.06 “La Alcarria” se enmarcan dentro de la provincia de Toledo.

La UH La Alcarria no será objeto del presente documento al presentar una superficie inferior al km² dentro de la provincia de Toledo.

8.2.1.1. Unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid-Talavera”

8.2.1.1.1. Identificación y localización geográfica

Límites geográficos

La suma importancia en el presente estudio de la unidad hidrogeológica definida por el IGME como U.H. 3.5 “Madrid-Talavera” radica en el tamaño de la unidad, con una superficie poligonal de 6.081,52 km² de los cuales un 29,3% (1784,22 km²), se enmarcan dentro de la Comunidad de Madrid y el resto a la provincia de Toledo (4297,3 km²). Estos 4297,3 km² suponen el 39,5 % de la superficie total de la provincia de Toledo.

Este acuífero detrítico constituido por un depósito alternante de arenas, arcillas, limos, margas calizas y gravas del Terciario y Cuaternario, ocupa las cuencas del Jarama - Manzanares, Guadarrama, Alberche, y Margen izquierda del Tajo.

Dentro de la provincia de Toledo ocupa la parte septentrional y central de la misma, enmarcándose dentro de los términos municipales de Alcaudete de la Jara, Alcolea de Tajo, Aldeanueva de Barbarroya, Almorox, Argés, Belvís de la Jara, Calera y Chozas, Castillo de Bayuela, Cervera de los Montes, Gálvez, Garciotún, Mejorada, Navahermosa, Los Navalmorales, Los Navalucillos, Nombela, Nuño Gómez, Olías del Rey, Oropesa, Pepino, La Puebla de Montalbán, San Martín de Montalbán, Torrecilla de la Jara y Torrico.

Superficie total poligonal (km²): 6 081,52

Madrid	1 784,22 (29,3 % del total)
Toledo	4 297,30 (70,7 % del total)

Superficie aflorante (km²):

Municipios incluidos totalmente: El Álamo, Arroyomolinos, Batres, Boadilla del Monte, Casarrubuelos, Cubas, Majadahonda, Navalcarnero, Serranillos del Valle, Sevilla la Nueva, Villamanta, Villamantilla, Villanueva de Perales, Villaviciosa de Odón, Albarreal de Tajo, Alcabón, Arcicollar, Barcience, Burujón, Camarena, Camarerilla, Cardiel de los Montes, Carmena, El Carpio de Tajo, Carranque, Carriches, El Casar de Escalona, Cazalegas, Cebolla, Cedillo del Condado, Los Cerralbos, Chozas de Canales, Erustes, Escalona, Escalonilla, Fuensalida, Gerindote, Las Herencias, Hormigos, Huecas, Illán de Vacas, Lominchar, Lucillos, Malpica de Tajo, Maqueda, La Mata, Méntrida, Resegar, Montearagón, Noves, Otero, Portillo de Toledo, La Pueblanueva, Quismondo, Recas, Rielves, San Bartolomé de las Abiertas, Santa Cruz de Retamar, Santa Olalla, La Torre de Esteban Hambran, Torrijos, Valmojado, Las Ventas de Retamosa, Villamiel de Toledo, Villarejo de Montalbán, El Viso de San Juan y Santo Domingo-Caudilla.

Municipios incluidos parcialmente: Aldea del Fresno, Algete, Colmenar Viejo, Galapagar, Navas del Rey, Paracuellos de Jarama, San Agustín de Guadalix, Valdetorres de Jarama, Villa del Prado, Villanueva de la Cañada, Alcaudete de la Jara, Alcolea de Tajo, Aldeanueva de Barbarroja, Almorox, Argés, Belvís de la Jara, Calera y Chozas, Castillo de Bayuela, Cervera de los Montes, Gálvez, Garciotún, Mejorada, Navahermosa, Los Navalmorales, Los Navalucillos, Nombela, Nuño Gómez, Olías del Rey, Oropesa, Pepino, La Puebla de Montalbán, San Martín de Montalbán, Torrecilla de la Jara y Torrico.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos totalmente: Albarreal de Tajo, Alcabón, Arcicollar, Barcience, Burujón, Camarena, Camarerilla, Cardiel de los Montes, Carmena, El Carpio de Tajo, Carranque, Carriches, El Casar de Escalona, Cazalegas, Cebolla, Cedillo del Condado, Los Cerralbos, Chozas de Canales, Erustes, Escalona, Escalonilla, Fuensalida, Gerindote, Las Herencias, Hormigos, Huecas, Illán de Vacas, Lominchar, Lucillos, Malpica de Tajo, Maqueda, La Mata, Méntrida, Resegar, Montearagón, Noves, Otero, Portillo de Toledo, La Pueblanueva, Quismondo, Recas, Rielves, San Bartolomé de las Abiertas, Santa Cruz de Retamar, Santa Olalla, La Torre de Esteban Hambran, Torrijos, Valmojado, Las Ventas de Retamosa, Villamiel de Toledo, Villarejo de Montalbán, El Viso de San Juan y Santo Domingo-Caudilla.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos parcialmente: Alcaudete de la Jara, Alcolea de Tajo, Aldeanueva de Barbarroja, Almorox, Argés, Belvís de la Jara, Calera y Chozas, Castillo de Bayuela, Cervera de los Montes, Gálvez, Garciotún, Mejorada, Navahermosa, Los Navalmorales, Los Navalucillos, Nombela, Nuño Gómez, Olías del Rey, Oropesa, Pepino, La Puebla de Montalbán, San Martín de Montalbán, Torrecilla de la Jara y Torrico.

Delimitación geológica

Desde el punto de vista geológico la unidad hidrogeológica Talavera-Madrid corresponde a una de las depresiones intracontinentales de edad terciaria existente en la Península Ibérica de unos 6000 km² cuadrados de extensión y con una potencia que oscila entre los 200 m en los alrededores de Talavera hasta los 3000 m en el área del Pardo.

Limita al norte y noroeste con los granitos del Sistema Central; al oeste con la Unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar”. Al sur y sureste limita con las pizarras, areniscas y conglomerados precámbricos y las cuarcitas, conglomerados, calizas y pizarras predominantes en el Cámbrico, Ordovícico y Silúrico además de los granitos intrusivos que constituyen los Montes de Toledo. Al noreste limita con la Unidad hidrogeológica 3.04 “Guadalajara”, que al igual que la UH 3.05 “Madrid-Talavera” esta constituida por Arenas, arcillas, margas, yesos, conglomerados y calizas de edad Terciario-Cuaternario.

Litología dominante: Arenas, arcillas, limos, margas, calizas y gravas de edad Terciario-Cuaternaria.

Otras litologías: -

Otras características

8.2.1.1.2. Caracterización de las masas de agua

Geología/Hidrogeología

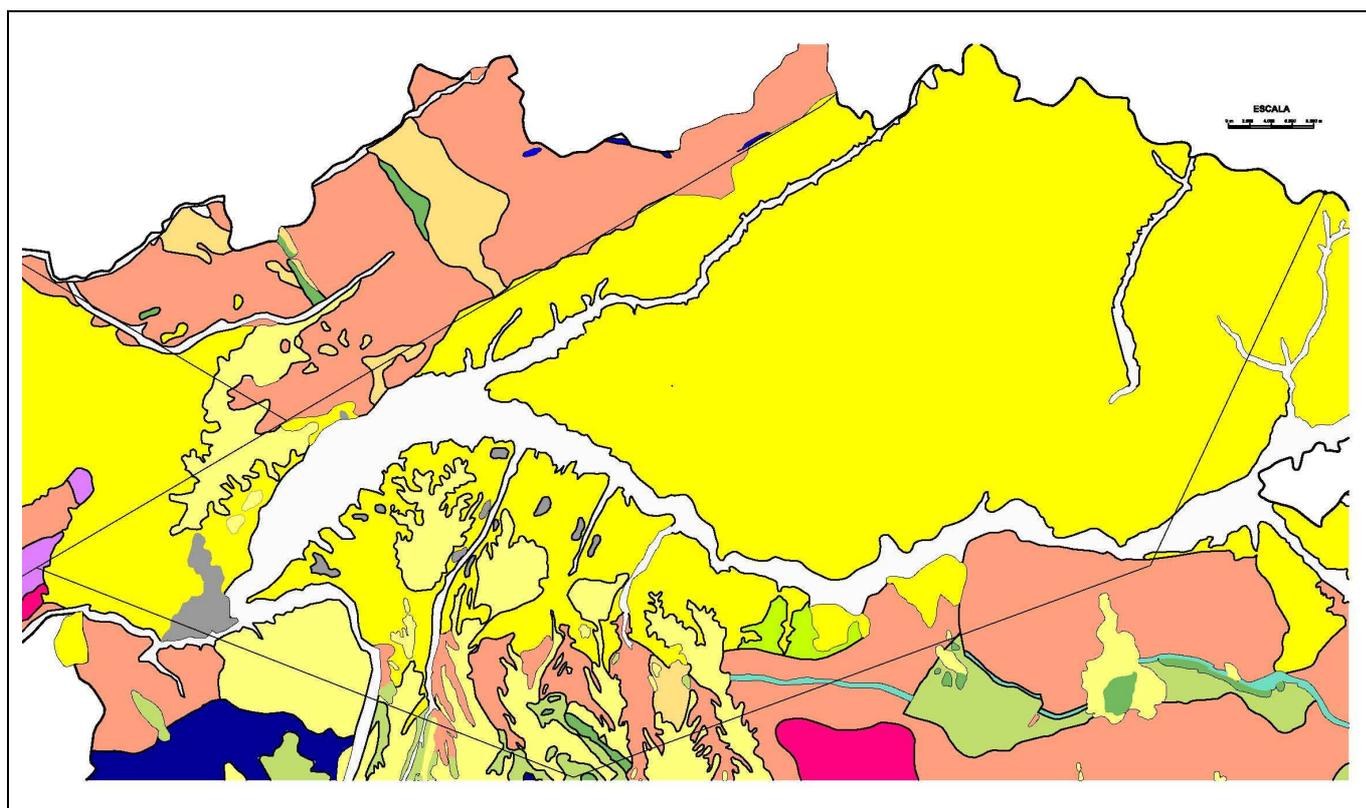
Desde el punto de vista geológico la unidad hidrogeológica Talavera-Madrid corresponde a una de las depresiones intracontinentales de edad terciaria existente en la Península Ibérica de unos 6000 km² cuadrados de extensión y con una potencia que oscila entre los 200 m en los alrededores de Talavera hasta los 3000 m en el área del Pardo.

El análisis sedimentológico evidencia un modelo evolutivo de un clima semiárido y en ambiente continental de carácter progradante, que engloba desde depósitos de abanicos aluviales de naturaleza arcósica (facies detríticas medias y distales) a depósitos palustres arcillosos, carbonatados y sepiolíticos (orla de abanico) y depósitos lacustres evaporíticos (de centro de cuenca).

Aunque se puede considerar que todo el complejo del terciario funciona como un único acuífero, las facies detríticas son las más interesantes desde el punto de vista del aprovechamiento de las aguas subterráneas, tanto por la cuantía de las aguas como la buena calidad.

El principal material acuífero está formado por los sedimentos Terciarios y Cuaternarios constituidos por Arenas, arcillas, limos, margas, calizas y gravas, con potencias que oscila entre los 200 m en los alrededores de Talavera hasta los 3000 m en el área del Pardo.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid - Talavera” en la provincia de Toledo.



- | | |
|--|---|
| | Aluvial: Arenas, arcillas, cantos y gravas |
| | Otros depósitos cuaternarios |
| | Rañas y depósitos Pliocenos |
| | Mioceno: Arenas, arcillas, cantos, margas y yesos |
| | Cretácico: Yesos, arenas, calizas, margas, dolomias y yesos |
| | Silúrico: Cuarzitas y pizarras |
| | Ordovícico: Cuarzita armoricana, pizarras y areniscas |
| | Cámbrico: Conglomerados, cuarzitas pizarras, calizas y areniscas |
| | Precámbrico: Pizarras, grauvacas, areniscas y conglomerados |
| | Granito |
| | Granito glandular |
| | Roca metamórfica indiferenciada |

Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid - Talavera” en la provincia de Toledo.
Elaboración propia

Zona no saturada

La zona no saturada lo constituyen los materiales Terciarios y Cuaternarios constituidos por Arenas, arcillas, limos, margas y en menor medida, calizas y gravas, con espesores que oscila entre los 200 m en los alrededores de Talavera hasta los más de 3000 m en el área del Pardo (Comunidad de Madrid).

Nivel impermeable de base

El impermeable de base de esta unidad viene definido por los materiales paleozoicos y precámbricos constituidos por pizarras, grauvacas, areniscas y cuarcitas.

A escala más local, considerando la explotación de los lentejones arcóscicos permeables que se encuentran inmersos de modo aleatorio en una matriz de carácter arcillo-limoso, es correcto entender como nivel de base local la matriz arcillosa dentro de la que se enmarca los citados lentejones.

Tipo de acuífero

La totalidad de los materiales que constituyen la unidad hidrogeológica constituyen a nivel general un acuífero libre, de gran espesor, heterogéneo y anisótropo.

A escala más local, considerando la explotación de los lentejones arcóscicos permeables que se encuentran inmersos de modo aleatorio en una matriz de carácter arcillo-limoso, es más correcto hablar de un acuífero mixto.

Recarga y descarga

La recarga del acuífero se produce fundamentalmente por infiltración del agua de lluvia y de la infiltración de la escorrentía superficial, y en menor medida de los retornos de riego.

Mención especial en el apartado de recarga, a pesar de representar cantidades poco importante, la recarga subterránea mediante pozos profundos, que se encuentra muy desarrollado principalmente en la Comunidad de Madrid.

La descarga natural se produce hacia los ríos, a través de manantiales, siendo muy importante en esta unidad la descarga antrópica mediante bombeos, estimándose valores próximos a los 200 hm³/año.

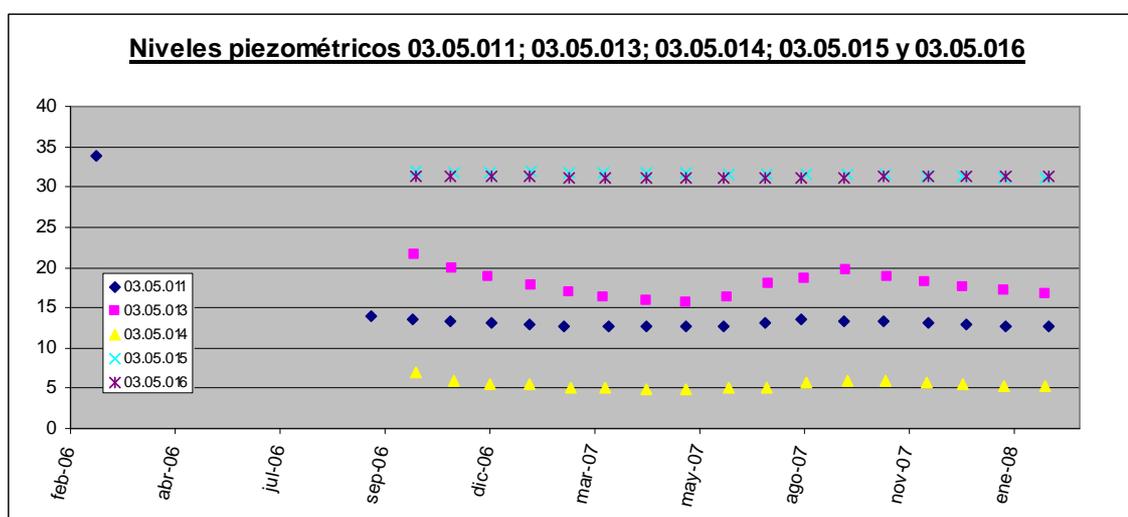
Piezometría

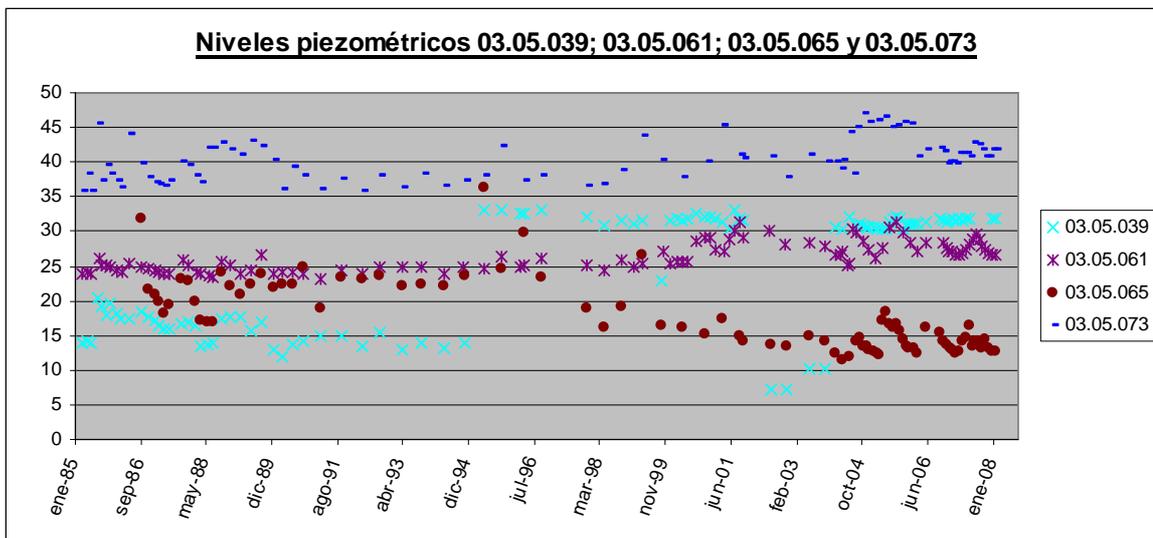
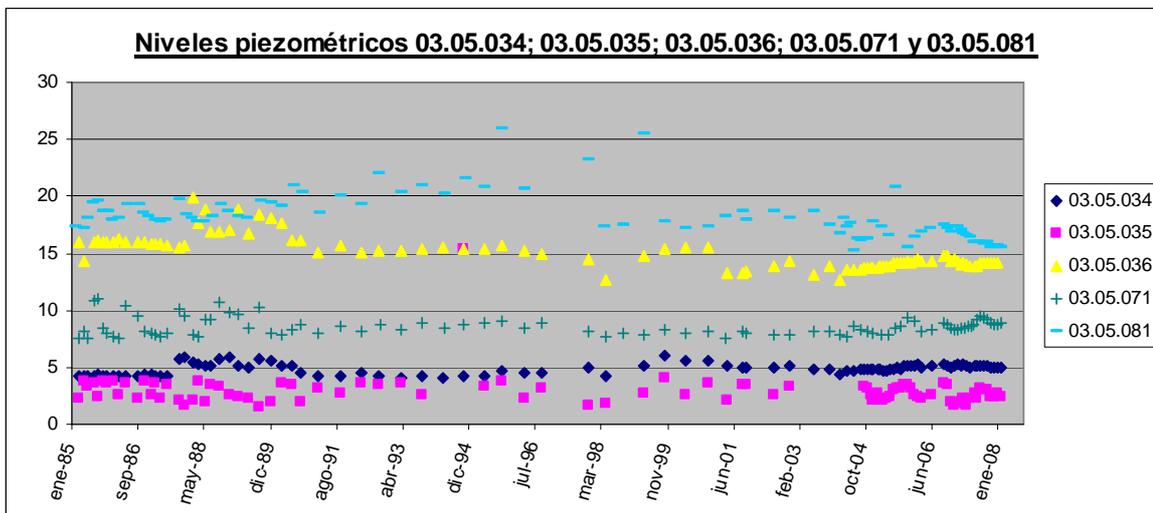
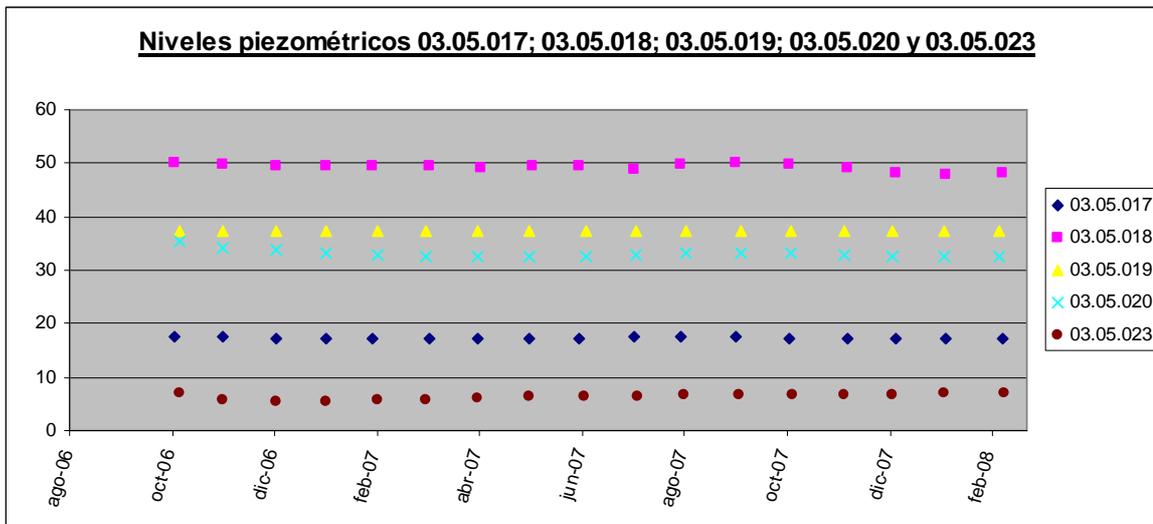
Superficie piezométrica regional de esta unidad es sensiblemente paralela a la topografía, con pequeñas variaciones asintóticas en las proximidades de poscauces principales.

Se cuenta con un gran número de puntos de control de niveles piezométricos del Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid-Talavera”, concretamente un total de 75, de los cuales se localizan en la provincia de Toledo un total de 31, cuyos datos se incluyen en la siguiente tabla:

Unidad hidrogeológica	Código piezómetro	Localidad de ubicación	Provincia	Coordenadas			Fecha inicio medición	Nº medidas
				UTM X	UTM Y	Cota msnm		
3.05 "Madrid – Talavera"	03.05.011	Novés	Toledo	388.367	4.433.218	525	22-02-2006	19
	03.05.013	Calera y Chozas	Toledo	328.420	4.415.990	0	23-10-2006	17
	03.05.014	Santa Olalla	Toledo	373.993	4.431.569	0	24-10-2006	17
	03.05.015	Cardiel de los Montes	Toledo	358.072	4.436.209	0	24-10-2006	17
	03.05.016	Escalonilla	Toledo	387.159	4.422.143	0	24-10-2006	17
	03.05.017	Portillo de Toledo	Toledo	394.818	4.436.700	0	21-10-2006	17
	03.05.018	Santa Cruz del Retamar	Toledo	395.528	4.443.790	0	21-10-2006	17
	03.05.019	Malpica de Tajo	Toledo	366.723	4.415.730	0	24-10-2006	17
	03.05.020	El Carpio de Tajo	Toledo	376.253	4.416.222	0	24-10-2006	17
	03.05.021	La Puebla de Montalbán	Toledo	385.203	4.414.439	0	24-10-2006	17
	03.05.022	Alcañizo	Toledo	321.002	4.418.685	0	No hay	0
	03.05.023	La Pueblanueva	Toledo	353.944	4.420.787	0	24-10-2006	17
	03.05.025	Hormigos	Toledo	376.886	4.439.488	469	15-12-2007	3
	03.05.034	Lucillos	Toledo	363.263	4.430.547	450	22-03-1985	97
	03.05.035	Lucillos	Toledo	363.215	4.430.548	450	22-03-1985	91
	03.05.036	Lucillos	Toledo	363.215	4.430.548	450	22-03-1985	96
	03.05.037	Las Herencias	Toledo	335.483	4.414.562	379	15-12-2007	3
	03.05.038	Torrijos	Toledo	389.711	4.426.873	530	20-11-2007	4
	03.05.039	Méntrida	Toledo	400.031	4.458.463	523	22-03-1985	102
	03.05.061	Escalona	Toledo	380.791	4.444.740	450	27-03-1985	101
	03.05.062	Otero	Toledo	373.170	4.431.662	458	01-10-1993	51
	03.05.063	Maqueda	Toledo	380.425	4.434.676	456	24-11-1997	55
	03.05.064	Carriches	Toledo	377.936	4.425.149	565	18-11-1997	41
	03.05.065	Barciencia	Toledo	395.185	4.425.692	502	19-09-1986	88
	03.05.070	Camarena	Toledo	405.912	4.438.033	580	19-11-1997	49
	03.05.071	Chozas de Canales	Toledo	409.969	4.438.434	570	22-03-1985	89
	03.05.072	Villaluenga de la Sagra	Toledo	421.006	4.431.085	550	19-11-1997	54
	03.05.073	Olías del Rey	Toledo	413.970	4.422.555	580	22-03-1985	90
03.05.074	Toledo	Toledo	419.936	4.414.955	463	19-11-1997	45	
03.05.081	Illescas	Toledo	430.167	4.445.055	415	28-02-1985	90	
03.05.082	Escalonilla	Toledo	386.236	4.417.734	537	22-03-1985	60	

A continuación se adjunta un gráfico representativo de la profundidad del nivel freático para alguno de los puntos de control.





De estos gráficos es posible deducir de una manera general la estabilidad de los niveles freáticos de esta unidad en la zona enmarcada dentro de la provincia de Toledo.

Además es posible asegurar a un nivel más local la sensibilidad del nivel freático a las variaciones estacionales, consecuencia del aumento de volúmenes bombeados y descenso de recargas en épocas estivales, registrándose un retardo entre la precipitación y la recarga del acuífero casi inmediata (menos de 3-5 días).

Parámetros hidráulicos

La permeabilidad media horizontal del acuífero detrítico es del orden de 0,1 a 0,25 m/día y la permeabilidad media vertical equivalente para el conjunto alternante de capas arenosas y arcillosas es del orden de 50 a 200 veces inferior que la horizontal.

Su baja permeabilidad vertical provoca un comportamiento hidráulico más parecido a un acuitardo.

La transmisividad varía del orden de 5 a 200 m²/día, pudiendo hablar de valores más frecuentes los comprendidos entre 1 y 25 m²/día (de bajas a muy bajas).

El coeficiente de almacenamiento característico de la unidad varía entre 0.01-0.001 y el caudal específico de 0,27 l/s/día según datos del IGME.

8.2.1.1.3. Calidad de las aguas/Hidroquímica

Las aguas subterráneas de esta unidad se clasifican como Bicarbonatada cálcica, Bicarbonatada sódica, Bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica y Bicarbonatada magnésica en función de la proximidad a los macizos del Sistema Central (al norte) o los Montes de Toledo (al sur).

Se clasifican como aguas generalmente aceptables para abastecimiento y para riego como variables entre C2S1, C2S2, C3S1, C1S1 que corresponden a aguas de media a baja salinidad, con algún nivel puntual de alta salinidad; y contenido en sodio bajo con algún valores puntuales que llegan alcanzar un contenido medio.

Los contenidos en nitratos de las aguas de esta unidad varían de 0 a 310 mg/l, pudiendo hablar de un valor medio de contenido en nitratos del orden de 24 mg/l. Los valores máximos de conductividad se sitúan en torno a 4750 µS/cm, pero es más correcto hablar de valores medios en torno a 612 µS/cm.

Las aguas subterráneas de esta unidad no presentan focos de contaminación reseñables, únicamente con carácter puntual aparecen altos contenidos en nitratos asociados a la agricultura, pero que también muestran una localización puntual, especialmente en torno a las vegas de los ríos y arroyos, no llegando a superar los 310 mg/l.

Al respecto destacar la aparición alrededor de los años 80 y 90 de numerosas urbanizaciones en las que la ausencia de red de alcantarillado llevó consigo la ejecución de fosas séptica y pozos negros, algunos de las cuales proporcionan los valores puntuales más elevados en relación al contenido en nitratos registrados en esta unidad.

Con carácter disperso también es reseñable la presencia de contaminación de origen industrial que se evidencia por contenidos anómalos de metales disueltos en las aguas subterráneas.

A continuación se incluye un listado de los parámetros de cálculo de la hidroquímica de las aguas subterráneas de la unidad hidrogeológica UH 3.05 “Madrid-Talavera” en la provincia de Toledo (no se han incluido parámetros de cálculo de otras provincias y/o comunidades autónomas), extraídos de la red de control de las aguas subterráneas conjunta entre la Confederación Hidrográfica del Tajo y el Ministerio de Medio Ambiente.

También se incluyen los valores de cálculo extraídos para la obtención de los gráficos (Piper, Schoeller-Berkaloff y clasificación de las aguas para riego que se incluye más abajo.



	Fecha	20-mar-07	21-mar-07	21-mar-07	21-mar-07	21-mar-07	21-mar-07	21-mar-07	22-mar-07	26-mar-07	26-mar-07	21-mar-07	20-mar-07
	Pozo	15_08	15_07	15_01	15_06	15_05	15_05	15_03	12_03	15_17	15_15	15_14	15_13
Coord	x	395498	386226	320412	376859	383115	335610	314133	406348	418115	413838	328853	429997
Coord	y	4434404	4417399	4416744	4439824	4438546	4425057	4412901	4461785	4417553	4422452	4414638	4444978
DATOS DE PARTIDA													
CE uS/cm		928.00	1123.00	602.00	759.00	546.00	369.00	638.00	501.00	835.00	1024.00	844.00	1154.00
pH		7.60	7.30	6.90	7.30	7.50	8.00	8.10	7.10	7.70	7.50	7.80	7.20
TAC		258.00	324.00	239.00	220.00	202.00	46.00	244.00	187.00	263.00	246.00	354.00	232.00
DUR		307.00	387.00	197.00	257.00	177.00	58.00	41.00	154.00	265.00	315.00	329.00	479.00
TSD		595.00	720.00	385.00	485.00	350.00	235.00	410.00	320.00	535.00	655.00	540.00	740.00
aniones	mg/l												
HCO3-	314.76	395.28	291.58	268.40	246.44	56.12	297.68	228.14	320.86	300.12	431.88	283.04	
SO4=	114.00	73.00	11.00	64.00	32.00	3.00	18.00	3.00	75.00	146.00	13.00	288.00	
Cl-	75.00	62.00	39.00	26.00	20.00	73.00	41.00	3.00	48.00	23.00	48.00	28.00	
NO3-	71.00	55.00	21.00	53.00	34.00	1.00	8.00	44.00	34.00	57.00	24.00	41.00	
sum aniones	574.76	585.28	362.58	411.4	332.44	133.12	364.68	278.14	477.86	526.12	516.88	640.04	
cationes	mg/l												
Na+	69.00	74.00	46.00	45.00	41.00	36.00	119.00	26.00	44.00	42.00	52.00	77.00	
K+	3.00	6.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00	6.00	6.00	2.00	5.00	
Ca++	90.00	66.00	56.00	60.00	51.00	20.00	8.00	45.00	55.00	52.00	84.00	101.00	
Mg++	20.00	54.00	14.00	26.00	12.00	2.00	5.00	10.00	31.00	45.00	29.00	55.00	
sum cationes	182	200	118.00	132	106	61	134	83	136	145	167	238	
	mg/l												
NH4+	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	4.3	0.046	0.046	0.11	0.05	0.046	0.046	
Cl+NO3-	146	117	60	79	54	74	49	47	82	80	72	69	
Na+ + K+	72	80	48	46	43	39	121	28	50	48	54	82	



Fecha	20-mar-07	21-mar-07	22-mar-07	26-mar-07	26-mar-07	21-mar-07	20-mar-07						
Pozo	15_08	15_07	15_01	15_06	15_05	15_05	15_03	12_03	15_17	15_15	15_14	15_13	
Coord x	395498	386226	320412	376859	383115	335610	314133	406348	418115	413838	328853	429997	
Coord y	4434404	4417399	4416744	4439824	4438546	4425057	4412901	4461785	4417553	4422452	4414638	4444978	
VALORES EXTRAIDOS A PARTIR DE LOS DATOS DE PARTIDA													
aniones (meq/l)	meq/l												
HCO3-	5.16	6.48	4.78	4.40	4.04	0.92	4.88	3.74	5.26	4.92	7.08	4.64	
SO4=	2.38	1.52	0.23	1.33	0.67	0.06	0.38	0.06	1.56	3.04	0.27	6.00	
Cl-	2.11	1.75	1.10	0.73	0.56	2.06	1.15	0.08	1.35	0.65	1.35	0.79	
NO3-	1.15	0.89	0.34	0.85	0.55	0.02	0.13	0.71	0.55	0.92	0.39	0.66	
Cl-+NO3-	3.26	2.63	1.44	1.59	1.11	2.07	1.28	0.79	1.90	1.57	1.74	1.45	
sum aniones	10.79	10.63	6.45	7.32	5.82	3.05	6.54	4.60	8.72	9.53	9.09	12.09	
cationes(meq/l)	meq/l												
Na+ + K+	3.08	3.37	2.05	1.98	1.83	1.64	5.23	1.18	2.07	1.98	2.31	3.48	
Na+	3.00	3.22	2.00	1.96	1.78	1.57	5.17	1.13	1.91	1.83	2.26	3.35	
K+	0.08	0.15	0.05	0.03	0.05	0.08	0.05	0.05	0.15	0.15	0.05	0.13	
Ca++	4.50	3.30	2.80	3.00	2.55	1.00	0.40	2.25	2.75	2.60	4.20	5.05	
Mg++	1.65	4.46	1.16	2.15	0.99	0.17	0.41	0.83	2.56	3.72	2.40	4.55	
sum cationes	9.23	11.13	6.01	7.13	5.38	2.81	6.04	4.26	7.38	8.30	8.91	13.07	
aniones(%)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
HCO3-	47.81	60.93	74.15	60.10	69.43	30.11	74.63	81.36	60.30	51.63	77.89	38.38	
SO4=	22.01	14.30	3.55	18.21	11.46	2.05	5.73	1.36	17.91	31.92	2.98	49.63	
Cl-	19.57	16.42	17.04	10.00	9.68	67.31	17.66	1.84	15.50	6.80	14.87	6.52	
NO3-	10.61	8.34	5.25	11.68	9.42	0.53	1.97	15.44	6.29	9.65	4.26	5.47	
Cl-+NO3-	30.19	24.76	22.30	21.68	19.11	67.84	19.64	17.28	21.79	16.45	19.13	11.99	
sum aniones	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
cationes(%)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Na+ + K+	33.34	30.28	34.14	27.80	34.11	58.49	86.53	27.75	28.01	23.85	25.95	26.59	
Na+	32.50	28.90	33.29	27.44	33.16	55.76	85.69	26.55	25.93	22.00	25.38	25.61	
K+	0.83	1.38	0.85	0.36	0.95	2.73	0.85	1.20	2.08	1.85	0.57	0.98	
Ca++	48.76	29.64	46.60	42.07	47.44	35.62	6.62	52.84	37.27	31.33	47.14	38.63	
Mg++	17.91	40.08	19.26	30.13	18.45	5.89	6.84	19.41	34.72	44.82	26.90	34.77	
sum cationes	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Relaciones iónicas													
rNa/rK	39.10	20.97	39.10	76.50	34.85	20.40	101.15	22.10	12.47	11.90	44.20	26.18	
rMg/rCa	0.37	1.35	0.41	0.72	0.39	0.17	1.03	0.37	0.93	1.43	0.57	0.90	
rSO4/rCl	1.12	0.87	0.21	1.82	1.18	0.03	0.32	0.74	1.16	4.69	0.20	7.61	
rCl/rHCO3	0.41	0.27	0.23	0.17	0.14	2.24	0.24	0.02	0.26	0.13	0.19	0.17	
icb	-0.46	-0.93	-0.87	-1.71	-2.25	0.20	-3.52	-12.98	-0.53	-2.06	-0.71	-3.41	
Kr	4.93	5.17	4.00	3.87	3.47	0.95	2.12	3.16	4.24	3.98	5.95	4.77	
INDICE SAR	1.7	1.6	1.4	1.2	1.3	2.1	8.1	0.9	1.2	1.0	1.2	1.5	

Fecha	20-mar-07	20-mar-07	20-mar-07	20-mar-07	26-mar-07	22-mar-07	22-mar-07	22-mar-07	22-mar-07	21-mar-07	20-mar-07	20-mar-07	20-mar-07
Pozo	15_11	15_09	15_10	15_18	15_27	15_26	15_23	15_20	15_25	15_24	15_21	15_19	15_19
Coord x	412364	397835	414362	403993	379988	366304	398951	333396	373086	396308	408027	413259	413259
Coord y	4448978	4430119	4439683	4445506	4424419	4424046	4455569	4402400	4431132	4447428	4437373	4441105	4441105

DATOS DE PARTIDA

CE uS/cm	927.00	1015.00	799.00	335.00	627.00	646.00	264.00	579.00	940.00	667.00	332.00	351.00	351.00
pH	6.90	7.10	7.50	7.10	7.20	7.80	7.10	8.40	7.10	6.90	7.80	7.30	7.30
TAC	193.00	257.00	211.00	125.00	287.00	268.00	55.00	145.00	287.00	116.00	134.00	161.00	161.00
DUR	431.00	362.00	270.00	121.00	259.00	212.00	74.00	180.00	347.00	221.00	83.00	119.00	119.00
TSD	595.00	650.00	510.00	215.00	400.00	415.00	170.00	370.00	600.00	425.00	210.00	225.00	225.00

aniones	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
HCO ₃ ⁻	235.46	313.54	257.42	152.50	350.14	326.96	67.10	176.90	350.14	141.52	163.48	196.42	196.42
SO ₄ ⁼	99.00	74.00	36.00	3.00	11.00	27.00	24.00	41.00	78.00	71.00	3.00	3.00	3.00
Cl ⁻	42.00	74.00	43.00	21.00	8.00	15.00	11.00	65.00	43.00	34.00	18.00	10.00	10.00
NO ₃ ⁻	150.00	111.00	108.00	13.00	35.00	37.00	16.00	17.00	53.00	45.00	12.00	12.00	12.00
sum aniones	526.46	572.54	444.42	189.5	404.14	405.96	118.1	299.9	524.14	291.52	196.48	221.42	221.42

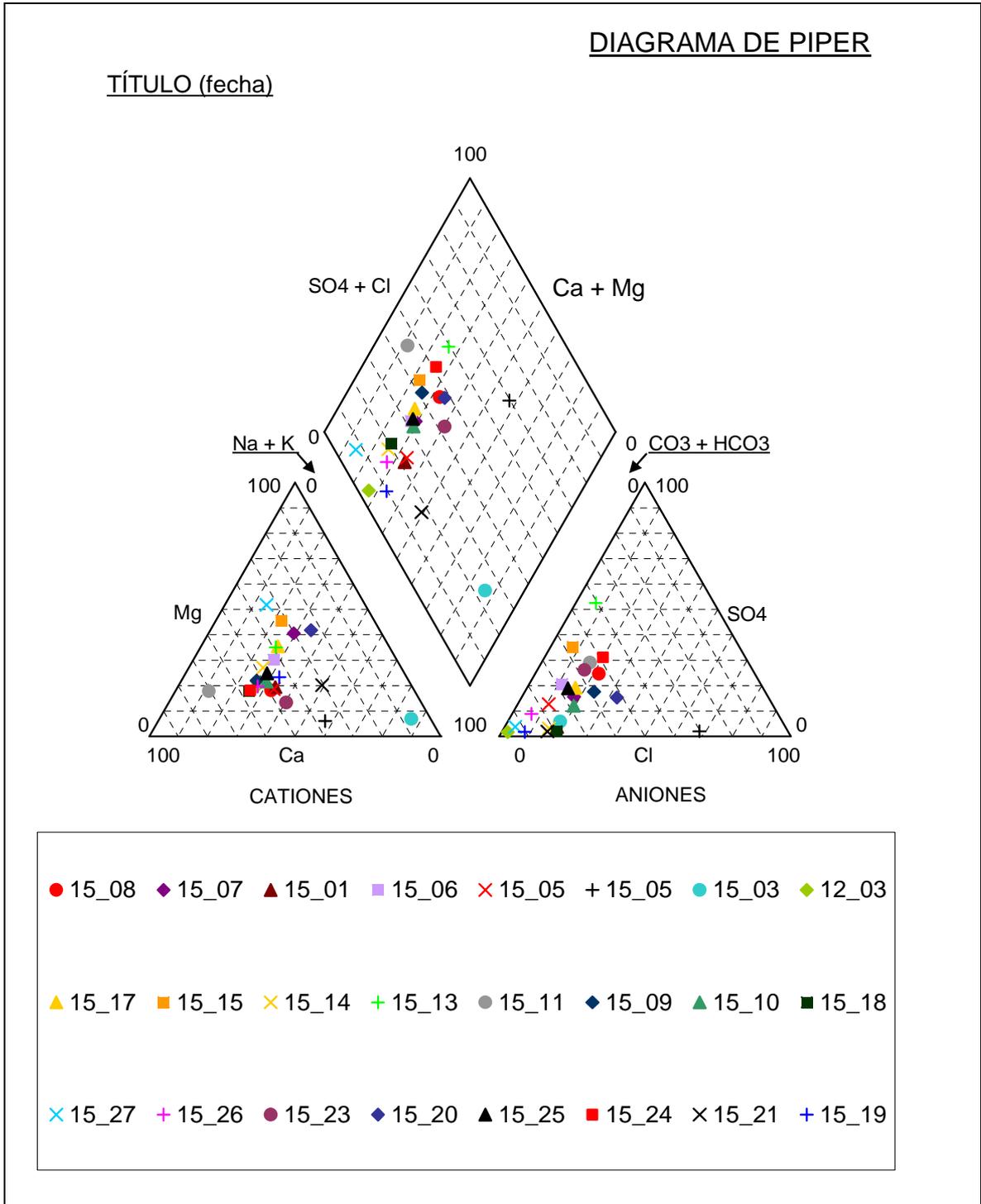
cationes	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Na ⁺	26.00	58.00	52.00	19.00	20.00	37.00	23.00	44.00	62.00	35.00	37.00	27.00	27.00
K ⁺	2.00	27.00	5.00	1.00	2.00	2.00	1.00	5.00	2.00	21.00	2.00	2.00	2.00
Ca ⁺⁺	138.00	102.00	75.00	37.00	41.00	62.00	23.00	26.00	91.00	67.00	20.00	31.00	31.00
Mg ⁺⁺	21.00	26.00	20.00	7.00	38.00	14.00	4.00	28.00	29.00	13.00	8.00	10.00	10.00
sum cationes	187	213	152	64	101	115	51	103	184	136	67	70	70

	mg/l												
NH ₄ ⁺	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	192	185	151	34	43	52	27	82	96	79	30	22	22
Na ⁺ + K ⁺	28	85	57	20	22	39	24	49	64	56	39	29	29



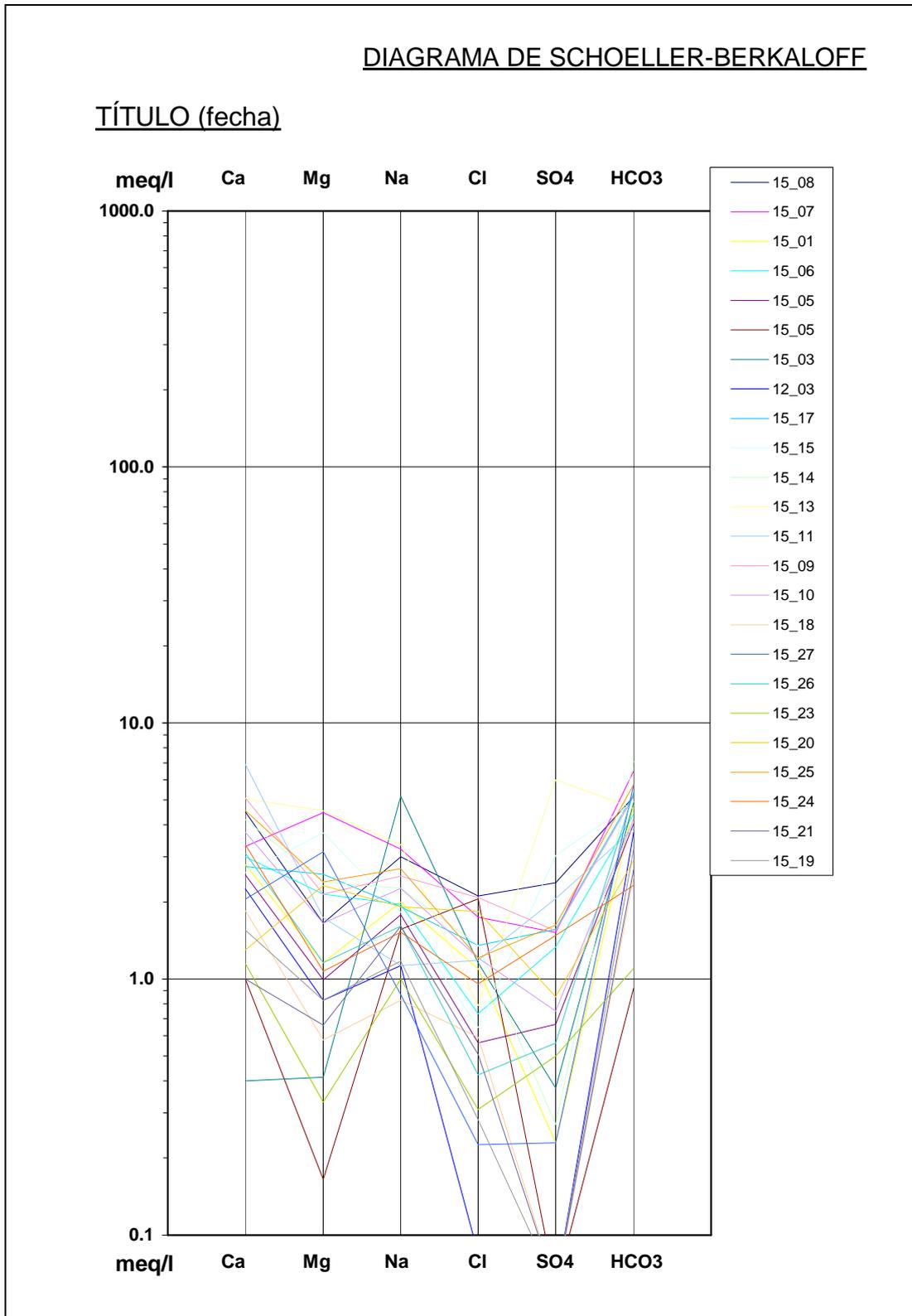
	Fecha	20-mar-07	20-mar-07	20-mar-07	20-mar-07	26-mar-07	22-mar-07	22-mar-07	22-mar-07	21-mar-07	20-mar-07	20-mar-07	20-mar-07
	Pozo	15_11	15_09	15_10	15_18	15_27	15_26	15_23	15_20	15_25	15_24	15_21	15_19
Coord	x	412364	397835	414362	403993	379988	366304	398951	333396	373086	396308	408027	413259
Coord	y	4448978	4430119	4439683	4445506	4424419	4424046	4455569	4402400	4431132	4447428	4437373	4441105
VALORES EXTRAIDOS A PARTIR DE LOS DATOS DE PARTIDA													
aniones (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
HCO3-	3.86	5.14	4.22	2.50	5.74	5.36	1.10	2.90	5.74	2.32	2.68	3.22	
SO4=	2.06	1.54	0.75	0.06	0.23	0.56	0.50	0.85	1.63	1.48	0.06	0.06	
Cl-	1.18	2.08	1.21	0.59	0.23	0.42	0.31	1.83	1.21	0.96	0.51	0.28	
NO3-	2.42	1.79	1.74	0.21	0.56	0.60	0.26	0.27	0.85	0.73	0.19	0.19	
Cl-+NO3-	3.60	3.87	2.95	0.80	0.79	1.02	0.57	2.11	2.07	1.68	0.70	0.48	
sum aniones	9.52	10.56	7.92	3.36	6.76	6.94	2.17	5.86	9.43	5.48	3.44	3.76	
cationes (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	
Na+ + K+	1.18	3.21	2.39	0.85	0.92	1.66	1.03	2.04	2.75	2.06	1.66	1.23	
Na+	1.13	2.52	2.26	0.83	0.87	1.61	1.00	1.91	2.70	1.52	1.61	1.17	
K+	0.05	0.69	0.13	0.03	0.05	0.05	0.03	0.13	0.05	0.54	0.05	0.05	
Ca++	6.90	5.10	3.75	1.85	2.05	3.10	1.15	1.30	4.55	3.35	1.00	1.55	
Mg++	1.74	2.15	1.65	0.58	3.14	1.16	0.33	2.31	2.40	1.07	0.66	0.83	
sum cationes	9.82	10.46	7.79	3.28	6.11	5.92	2.51	5.65	9.69	6.48	3.32	3.60	
aniones(%)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
HCO3-	40.53	48.69	53.26	74.32	84.92	77.21	50.74	49.49	60.86	42.31	77.84	85.69	
SO4=	21.65	14.60	9.47	1.86	3.39	8.10	23.06	14.58	17.23	26.98	1.82	1.66	
Cl-	12.42	19.75	15.29	17.59	3.33	6.09	14.29	31.25	12.84	17.47	14.73	7.50	
NO3-	25.40	16.96	21.99	6.23	8.35	8.60	11.90	4.68	9.06	13.24	5.62	5.15	
Cl-+NO3-	37.82	36.71	37.27	23.82	11.69	14.68	26.20	35.93	21.91	30.71	20.35	12.65	
sum aniones	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
cationes(%)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Na+ + K+	12.04	30.71	30.66	25.96	15.07	28.05	40.92	36.09	28.34	31.76	49.98	34.02	
Na+	11.51	24.11	29.02	25.18	14.23	27.19	39.90	33.83	27.81	23.47	48.44	32.60	
K+	0.52	6.60	1.64	0.78	0.84	0.86	1.02	2.26	0.53	8.28	1.54	1.42	
Ca++	70.29	48.75	48.13	56.40	33.54	52.39	45.89	22.99	46.94	51.67	30.11	43.04	
Mg++	17.68	20.54	21.21	17.64	51.39	19.55	13.19	40.92	24.72	16.57	19.91	22.95	
sum cationes	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Relaciones iónicas													
rNa/rK	22.10	3.65	17.68	32.30	17.00	31.45	39.10	14.96	52.70	2.83	31.45	22.95	
rMg/rCa	0.25	0.42	0.44	0.31	1.53	0.37	0.29	1.78	0.53	0.32	0.66	0.53	
rSO4/rCl	1.74	0.74	0.62	0.11	1.02	1.33	1.61	0.47	1.34	1.54	0.12	0.22	
rCl/rHCO3	0.31	0.41	0.29	0.24	0.04	0.08	0.21	0.63	0.21	0.41	0.19	0.09	
icb	0.00	-0.54	-0.97	-0.44	-3.09	-2.93	-2.31	-0.11	-1.27	-1.15	-2.27	-3.35	
Kr	4.68	5.13	4.06	2.26	4.07	4.47	1.12	2.22	5.31	2.62	1.93	2.52	
INDICE	SAR	0.5	1.3	1.4	0.7	0.5	1.1	1.2	1.4	1.4	1.0	1.8	1.1

A partir de los datos anteriormente expuestos se obtiene el diagrama de Piper y el diagrama de Schoeller-Berkaloff:

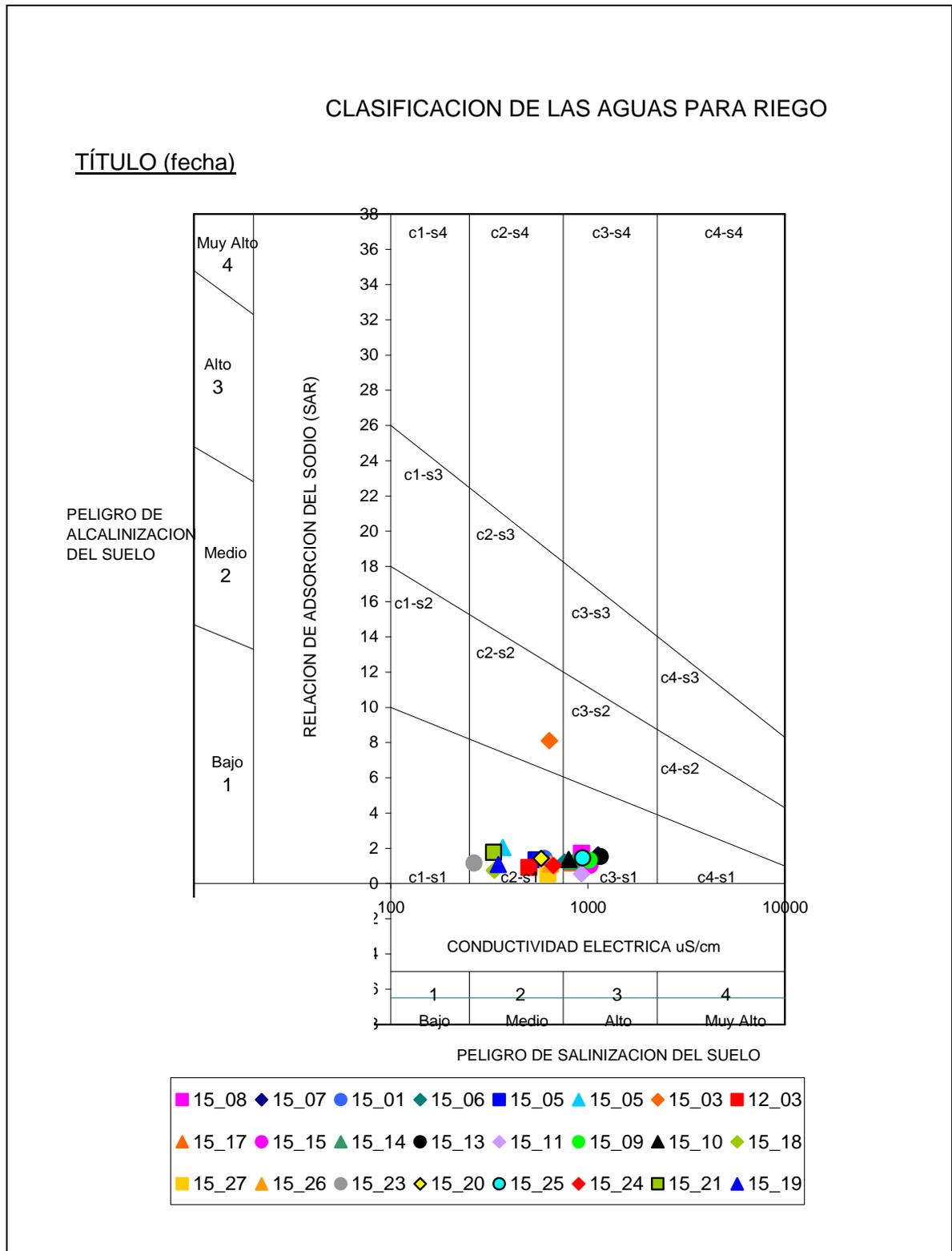


En dicho diagrama, que permite representar tres componentes (aniones y cationes) de forma simultánea, es posible indicar la predominancia de aguas bicarbonatadas cálcicas y

magnésicas en las muestras analizadas para la unidad hidrogeológica UH 3.05 “Madrid-Talavera” en la provincia de Toledo.



Del diagrama de Schoeller-Berkaloff, que representa el valor en miliequivalentes por litro (meq/l) de distintos aniones y cationes, utilizando una escala logarítmica, y uniendo los puntos mediante una secuencia de líneas es posible comprobar la baja-media salinidad de las aguas.



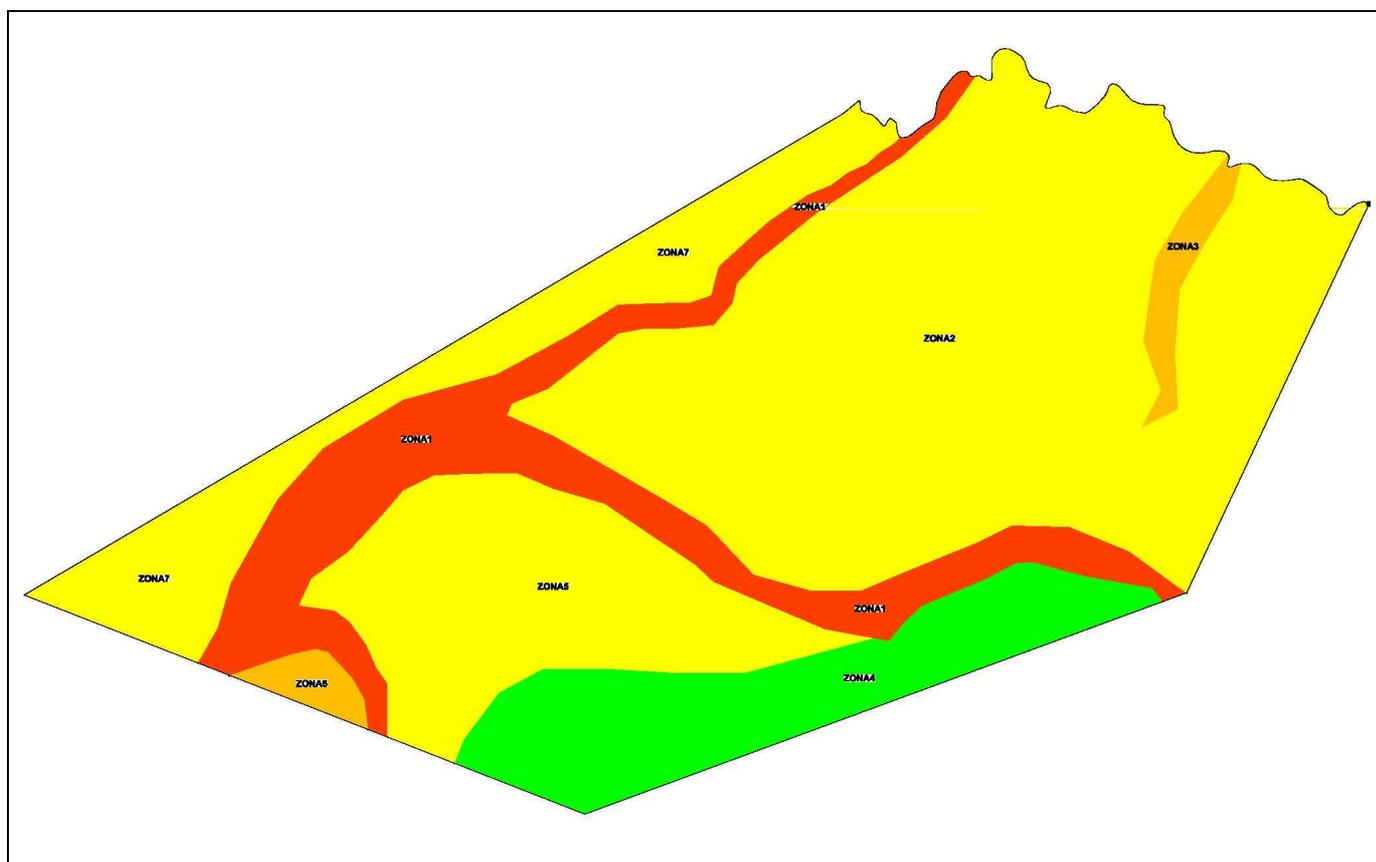
Del gráfico de la clasificación de las aguas para riego, permite hablar de unas aguas clasificadas de forma predominante como C2S1 y C3S1, con algún valor puntual de mayor contenido en sodio (índice SAR).

8.2.1.1.4. Riesgos de contaminación

Para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 3.05 “Madrid - Talavera” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 7 zonas, tal como se refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



Zona 1: Vulnerabilidad muy alta

Zona 2: Vulnerabilidad moderada

Zona 3: Vulnerabilidad alta

Zona 4: Vulnerabilidad insignificante

Zona 5: Vulnerabilidad moderada

Zona 6: Vulnerabilidad alta

Zona 7: Vulnerabilidad moderada

Vulnerabilidad de los acuíferos de la Unidad hidrogeológica 3.05
“Madrid - Talavera” en la provincia de Toledo.
Elaboración propia

8.2.1.1.5. Zonas protegidas/Humedales

Dentro de esta unidad no se localizan un parque regional denominado “Cuenca Alta del Manzanares” situado en su totalidad en la Comunidad de Madrid, con una superficie de 113,7km² dentro de la UH 3.05 “Madrid-Talavera.

Destacar también las Lagunas de Belvís (provincia de Toledo), que a pesar de tener una superficie inferior a 0,2 km² presenta un gran valor ecológico.

Otra zona protegida es el Monte El Pardo en la Comunidad de Madrid, con una extensión de 10,354 km².

8.2.1.2. Unidad hidrogeológica 3.08 “Ocaña”

8.2.1.2.1. Identificación y localización geográfica

Límites geográficos

Al norte limita con el río Tajo y al este y sureste con la cuenca hidrográfica del Guadiana.

El límite al oeste lo constituyen las estribaciones (zonas de transición) de los Montes de Toledo.

Superficie total poligonal (km²): 1 213,29

Madrid	1,46	(0,1 % del total)
Cuenca	115,98	(9,6 % del total)
Toledo	1 095,84	(90,3 % del total)

Superficie aflorante (km²): -

Municipios incluidos totalmente: Cabañas de Yepes, Ciruelos y Villatobas.

Municipios incluidos parcialmente: Belinchón, Fuente de Pedro Naharro, Tarancón, Zarza de Tajo, Cabezasada, Dosbarrios, La Guardia, Noblezas, Ocaña, Villarrubia de Santiago y Yepes.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos totalmente: Cabañas de Yepes, Ciruelos y Villatobas.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos parcialmente: Cabezasada, Dosbarrios, La Guardia, Noblezas, Ocaña, Villarrubia de Santiago y Yepes.

Delimitación geológica

Al norte limita con los materiales aluviales cuaternarios del río Tajo y al este y sureste con la cuenca hidrográfica del Guadiana, no existiendo una delimitación geológica clara, en esta zona, entre las dos cuencas (Tajo y Guadiana) .

El límite al oeste lo constituyen las estribaciones (zonas de transición) de los Montes de Toledo, caracterizado por depósitos en forma de abanicos

Litología dominante: Arenas, areniscas, margas y calizas de edad Plioceno-Mioceno (litológicamente predomina los niveles carbonatados).

Otras litologías: Arenas y gravas de depósitos cuaternarios aluviales

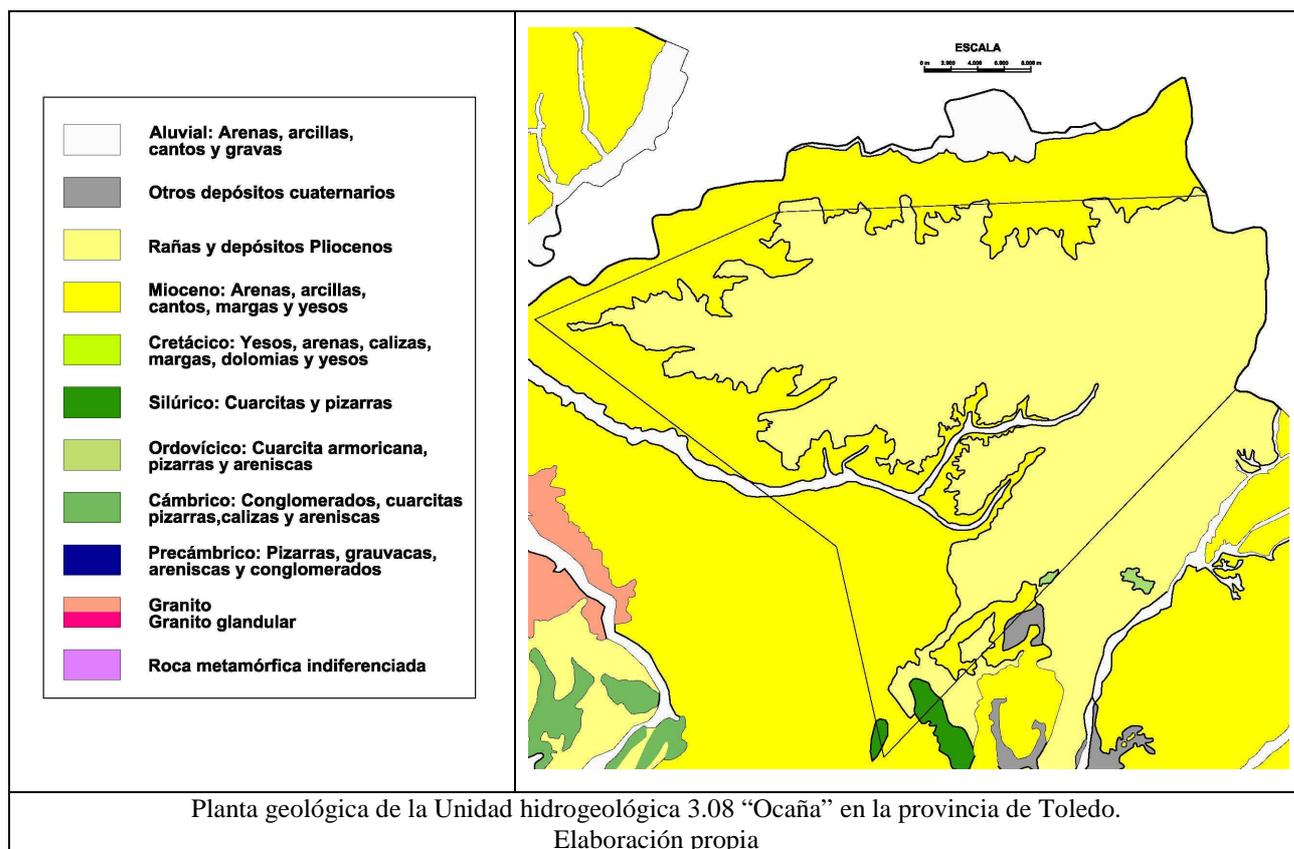
Otras características

8.2.1.2.2. Caracterización de las masas de agua

Geología/Hidrogeología

Geológicamente la superficie de esta unidad se caracteriza por una la planicies de piedemonte originadas por abanicos aluviales emergentes de los relieves cuarcíticos constituida por un depósito de Arenas, areniscas, margas y calizas de edad Plioceno-Mioceno, con espesores medios que no llegan a superar los 30 m.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 3.08 “Ocaña” en la provincia de Toledo.



Zona no saturada

La zona no saturada la constituyen los materiales Plioceno-Miocenos constituidos por Arenas, areniscas, margas y calizas de edad Plioceno-Mioceno, con espesores medios inferiores a los 30m.

Nivel impermeable de base

El impermeable de base de esta unidad viene definido por las arcillas rojas del mioceno medio y los yesos del mioceno inferior.

Tipo de acuífero

Se trata de un acuífero predominantemente carbonatado con un funcionamiento como acuífero mixto, donde se alternan zonas de funcionamiento del acuífero como libre, tal es el caso de los materiales cuaternarios asociados a depósitos aluviales y los materiales miocenos más superficiales, con otras en las que se evidencia un carácter confinado.

Recarga y descarga

La recarga de la unidad se produce principalmente mediante la infiltración del agua de lluvia y en menor medida de los retornos de riego.

La descarga natural se produce por manantiales y hacia los ríos.

La descarga artificial de bombeos, según el Plan Hidrológico se utiliza un volumen de 1,77hm³/año para regadío, a los que habría que añadir los 0,5 hm³/año que estima el IGME destinados a abastecimiento.

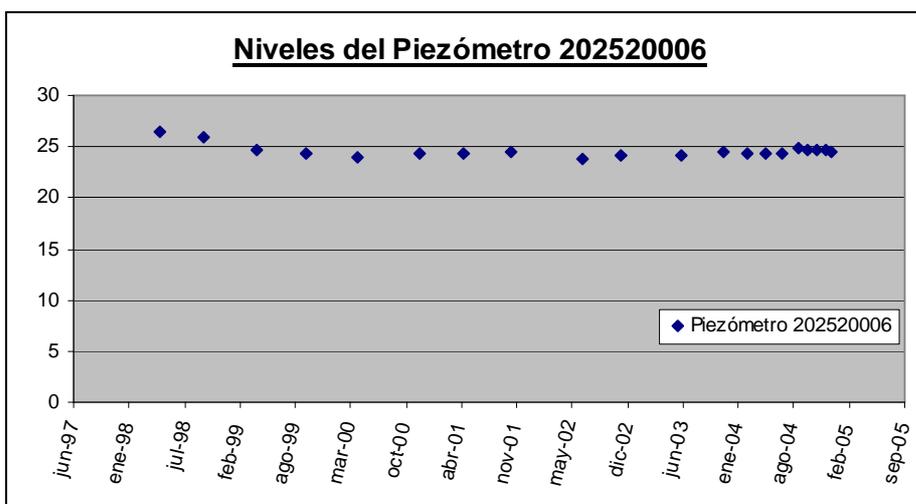
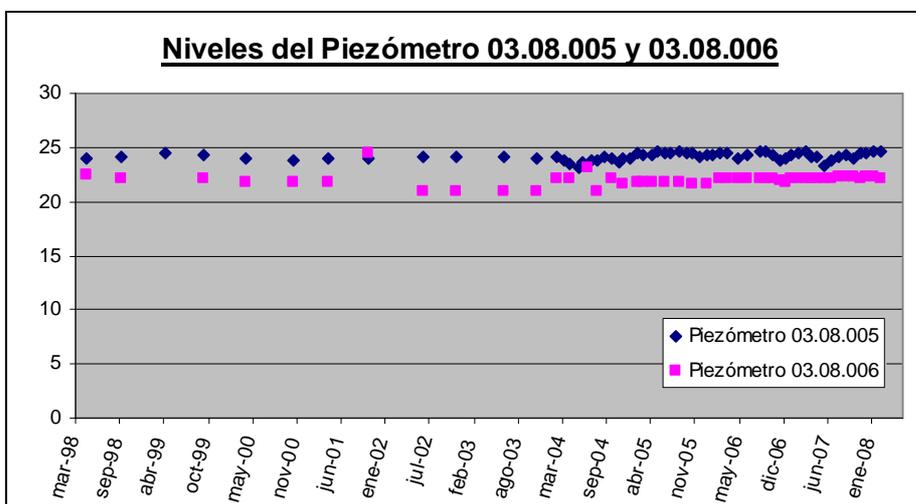
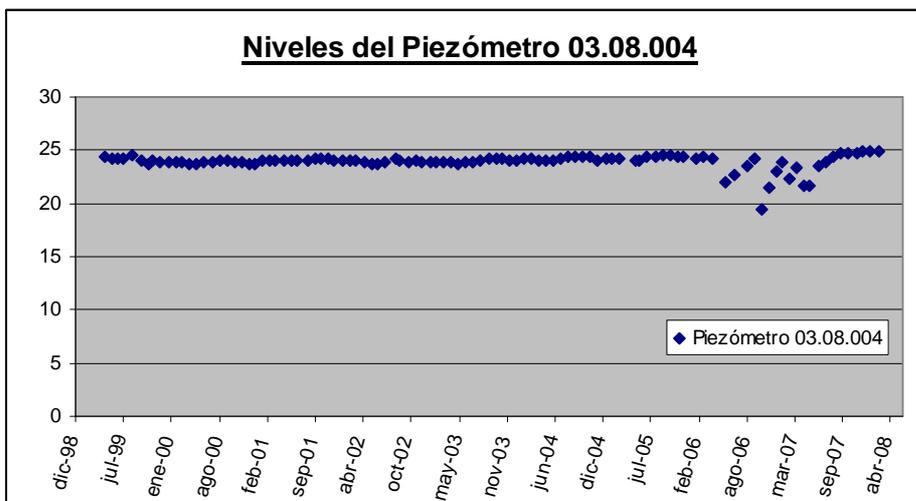
Piezometría

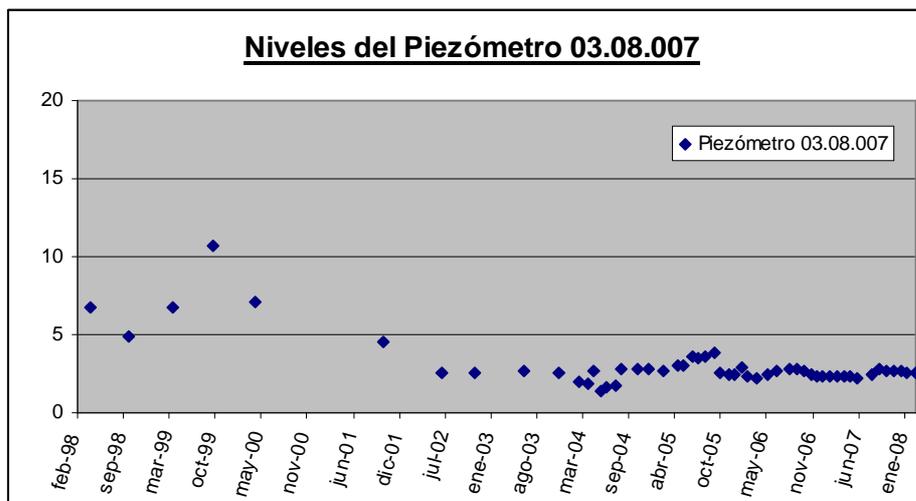
En esta unidad la superficie piezométrica se adapta a la topografía existente, con niveles freáticos muy próximos a la superficie en torno a los cauces.

Se cuenta con cinco puntos de control de niveles piezométricos del Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 3.08 “Ocaña” en la provincia de Toledo, cuyos datos se incluyen en la siguiente tabla:

Unidad hidrogeológica	Código piezómetro	Localidad de ubicación	Provincia	Coordenadas			Fecha inicio medición	Nº mediciones
				UTM X	UTM Y	Cota (msnm)		
Ocaña	03.08.004	Ocaña	Toledo	463.150	4.421.250	728	21-04-99	104
	03.08.005	Ocaña	Toledo	458.250	4.421.400	730	23-04-98	59
	03.08.006	Dosbarrios	Toledo	459.225	4.412.775	710	22-04-98	47
	03.08.007	Santa Cruz de la Zarza	Toledo	485.125	4.423.075	770	23-04-98	54
	202520006	Ocaña	Toledo	463.250	4.421.050	735	23-04-98	20

A continuación se adjunta un gráfico representativo de la profundidad del nivel freático para cada uno de los puntos de control.





De estos gráficos es posible deducir que esta unidad en la zona enmarcada dentro de la provincia de Toledo está sufriendo un ligero descenso de las reservas, suavizado en los últimos años, con una variación de los niveles freático muy condicionada por la estacionalidad.

De la misma manera indicar la influencia notable de las precipitaciones y de las explotaciones en los niveles del acuífero.

Parámetros hidráulicos

Transmisividad 50-750 m²/día.

Coefficiente de almacenamiento $1 \cdot 10^{-5} - 0,15$. El valor del coeficiente de almacenamiento S para el acuífero libre es 8-15% y para el confinado es 0.001-0.1%.

8.2.1.2.3. Calidad de las aguas/Hidroquímica

A pesar de la escasa extensión de la unidad (en relación a la UH 3.05 “Madrid-Talavera”, las aguas subterráneas de esta unidad presentan una gran variabilidad desde el punto de vista de la facies químicas que la caracteriza, pudiendo hablar de unas aguas que van de Sulfatada cálcica a Bicarbonatada cálcica y Clorurada cálcica, con etapas intermedias de facies Sulfatada-bicarbonatada cálcica y Sulfatada sódico-cálcica.

El empleo de las aguas de esta unidad para abastecimiento es a menudo objetable, así con limitaciones al tipo de cultivo en el caso de riego, todo ellos como consecuencia su alto contenido en nitratos (según datos del IGME nivel mínimo de 48 mg/l y valores medios muy elevados) y aniones y cationes disueltos.

Los contenidos en nitratos de las aguas de esta unidad varían de 48 a 250 mg/l, con valores medio situados en torno a 91 mg/l. En cuanto a los valores de conductividad se enmarcan dentro del rango comprendido entre 609 y 3211 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pudiendo adoptar valores medios de 1655 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las aguas subterráneas de esta unidad presentan focos de contaminación asociados a altos contenidos en nitratos, sulfatos y nitritos, valores que encuentran su explicación en características naturales acentuados por actividades agrícolas, que se evidencian por altos contenidos en compuestos nitrogenados.

Destacar los altos contenidos en sales (intrusión salina continental) como consecuencia de la disolución de los yesos situados en el nivel impermeable de base de la unidad.

A continuación se incluye un listado de los parámetros de cálculo de la hidroquímica de las aguas subterráneas de la unidad hidrogeológica UH 3.08 "Ocaña" en la provincia de Toledo (no se han incluido parámetros de cálculo de otras provincias y/o comunidades autónomas), extraídos de la red de control de las aguas subterráneas conjunta entre la Confederación Hidrográfica del Tajo y el Ministerio de Medio Ambiente.

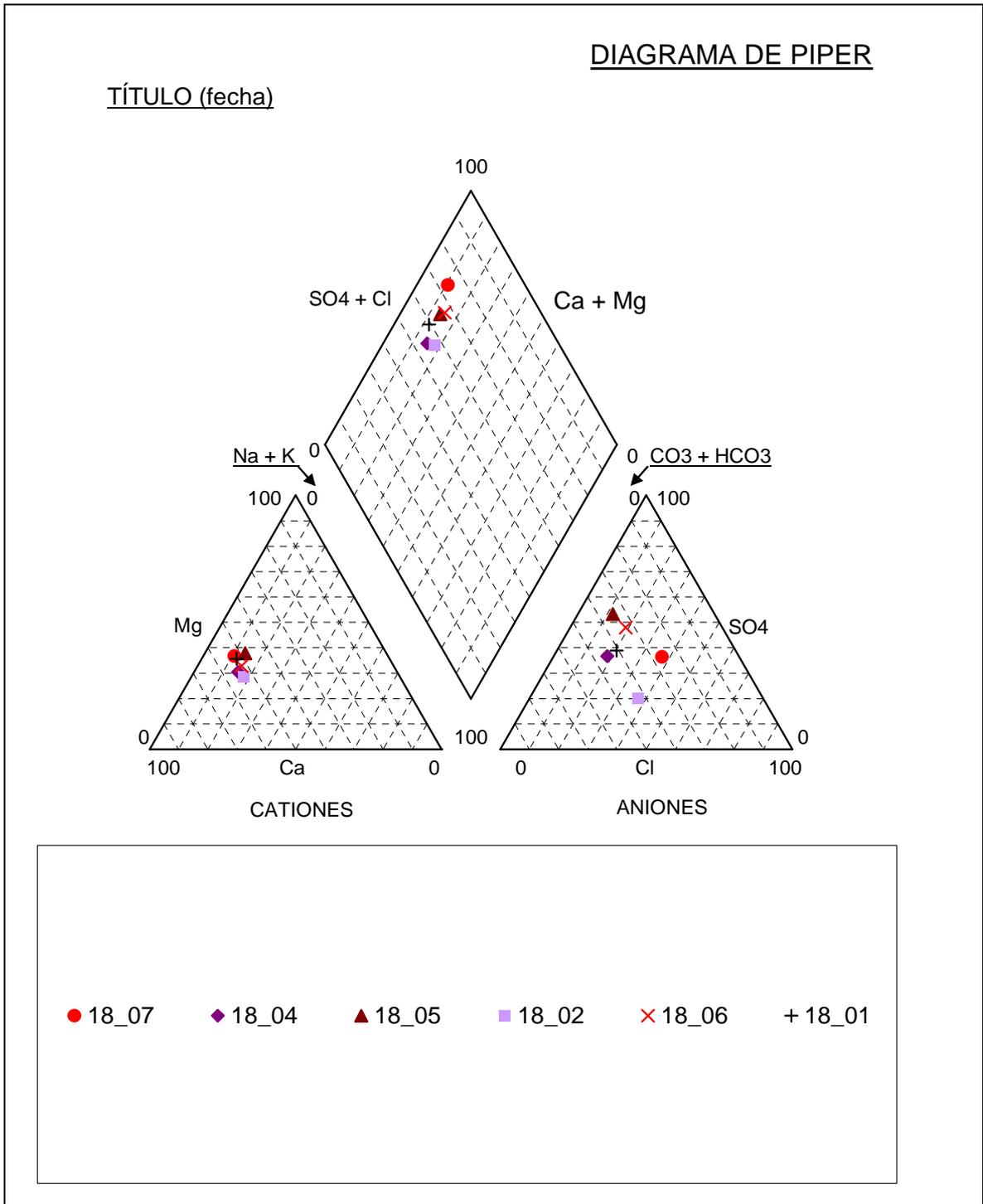
También se incluyen los valores de cálculo extraídos para la obtención de los gráficos de Piper, Schoeller-Berkaloff y clasificación de las aguas para riego que se incluye más abajo.

Fecha	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07
Pozo	18_07	18_04	18_05	18_02	18_06	18_01
Coord x	456720	459694	484624	473033	458944	462200
Coord y	4423852	4415525	4425048	4415973	4410940	4425424
DATOS DE PARTIDA						
CE uS/cm	748.00	936.00	1065.00	1074.00	1034.00	1060.00
pH	8.20	7.80	7.60	7.30	7.40	7.60
TAC	122.00	227.00	216.00	252.00	192.00	233.00
DUR	411.00	494.00	525.00	437.00	533.00	478.00
TSD	480.00	600.00	680.00	690.00	660.00	680.00
aniones	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
HCO ₃ ⁻	148.84	276.94	263.52	307.44	234.24	284.26
SO ₄ ⁼	162.00	178.00	317.00	113.00	268.00	214.00
Cl ⁻	86.00	31.00	36.00	106.00	38.00	50.00
NO ₃ ⁻	63.00	60.00	29.00	86.00	71.00	57.00
sum aniones	459.84	545.94	645.52	612.44	611.24	605.26
cationes	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Na ⁺	21.00	39.00	37.00	42.00	42.00	29.00
K ⁺	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00
Ca ⁺⁺	97.00	127.00	118.00	114.00	131.00	114.00
Mg ⁺⁺	41.00	43.00	56.00	37.00	50.00	47.00
sum cationes	162	212	214	196	226	192
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
NH ₄ ⁺	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	149	91	65	192	109	107
Na ⁺ + K ⁺	24	42	40	45	45	31

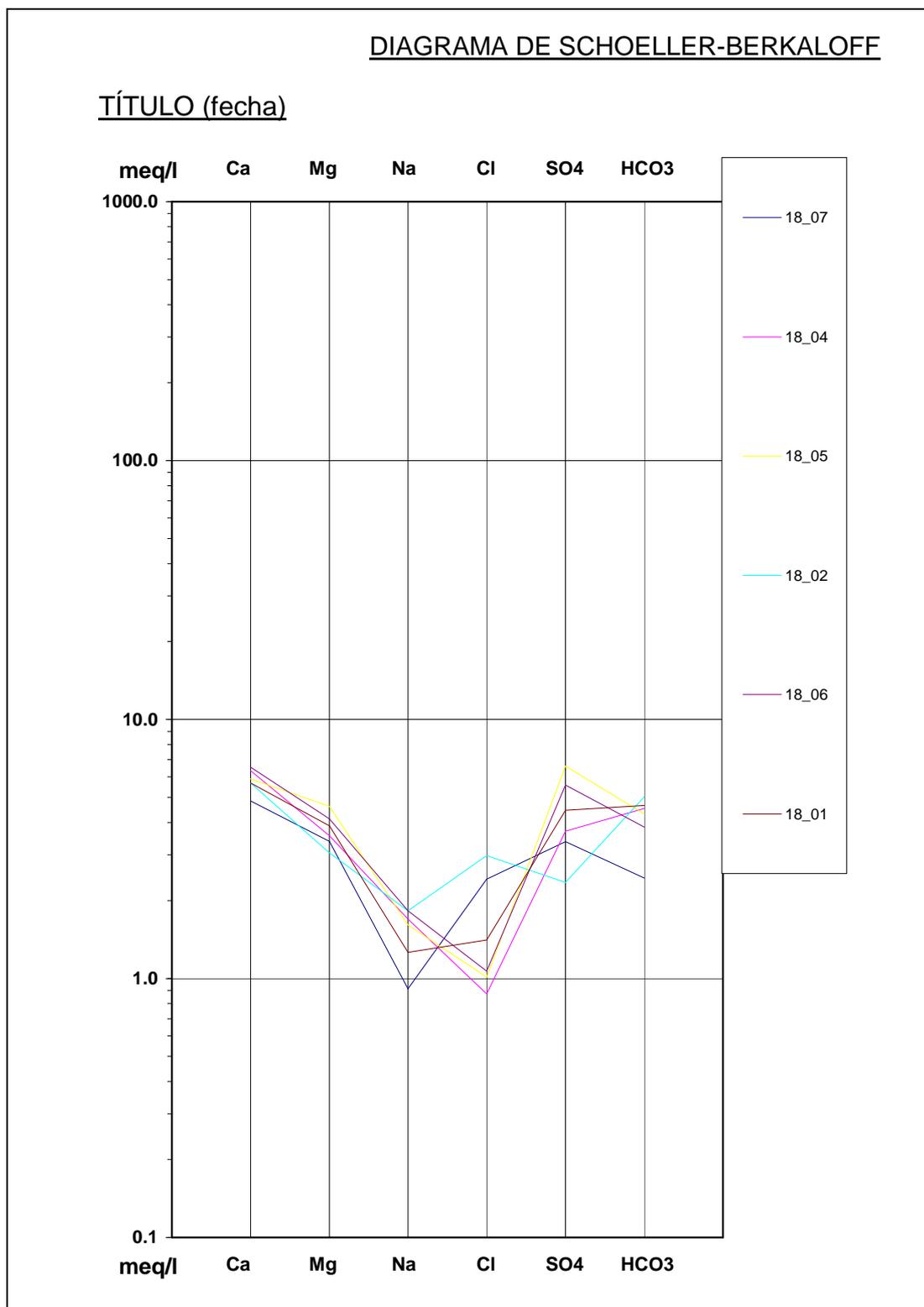
Fecha	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07	15-mar-07
Pozo	18_07	18_04	18_05	18_02	18_06	18_01
Coord x	456720	459694	484624	473033	458944	462200
Coord y	4423852	4415525	4425048	4415973	4410940	4425424
VALORES EXTRAIDOS A PARTIR DE LOS DATOS DE PARTIDA						
aniones (meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
HCO3-	2.44	4.54	4.32	5.04	3.84	4.66
SO4=	3.38	3.71	6.60	2.35	5.58	4.46
Cl-	2.42	0.87	1.01	2.99	1.07	1.41
NO3-	1.02	0.97	0.47	1.39	1.15	0.92
Cl+NO3-	3.44	1.84	1.48	4.37	2.22	2.33
sum aniones	9.25	10.09	12.41	11.77	11.64	11.45
cationes(meq/l)	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Na+ + K+	0.99	1.77	1.69	1.90	1.90	1.31
Na+	0.91	1.70	1.61	1.83	1.83	1.26
K+	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05
Ca++	4.85	6.35	5.90	5.70	6.55	5.70
Mg++	3.39	3.55	4.63	3.06	4.13	3.88
sum cationes	9.23	11.68	12.21	10.66	12.59	10.90
aniones(%)	%	%	%	%	%	%
HCO3-	26.37	45.00	34.82	42.83	32.99	40.71
SO4=	36.47	36.76	53.23	20.01	47.97	38.95
Cl-	26.18	8.66	8.17	25.37	9.20	12.31
NO3-	10.98	9.59	3.77	11.79	9.84	8.03
Cl+NO3-	37.16	18.25	11.94	37.16	19.04	20.34
sum aniones	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
cations(%)	%	%	%	%	%	%
Na+ + K+	10.73	15.18	13.80	17.85	15.12	12.04
Na+	9.89	14.52	13.17	17.13	14.51	11.57
K+	0.83	0.66	0.63	0.72	0.61	0.47
Ca++	52.56	54.38	48.31	53.47	52.05	52.31
Mg++	36.72	30.44	37.89	28.68	32.83	35.65
sum cationes	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Relaciones iónicas						
rNa/rK	11.90	22.10	20.97	23.80	23.80	24.65
rMg/rCa	0.70	0.56	0.78	0.54	0.63	0.68
rSO4/rCl	1.39	4.25	6.51	0.79	5.22	3.17
rCl/rHCO3	0.99	0.19	0.23	0.59	0.28	0.30
icb	0.59	-1.03	-0.66	0.36	-0.78	0.07
Kr	3.07	5.08	4.79	5.25	4.59	4.98
INDICE SAR	0.4	0.8	0.7	0.9	0.8	0.6

A partir de los datos anteriormente expuestos se obtiene el diagrama de Piper, en el cual la representación de tres componentes (aniones y cationes) de forma simultánea permite es posible indicar la variabilidad de las aguas de la UH 3.08 “Ocaña” en la provincia de Toledo.

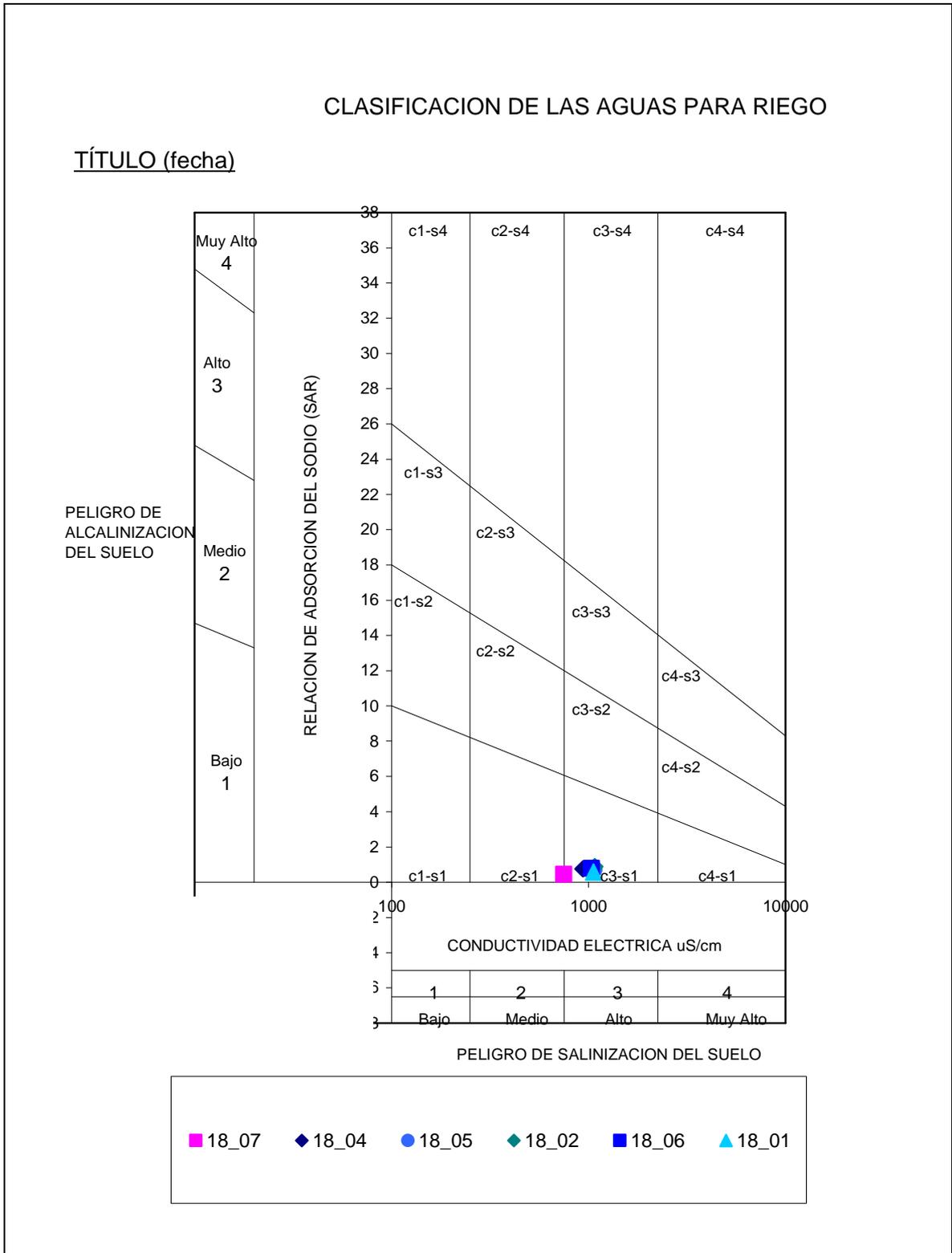
Las muestras de agua evidencian aguas bicarbonatadas cálcicas-magnésicas.



A continuación se incluye el diagrama de Schoeller-Berkaloff, donde es posible observar la alta salinidad de las aguas de esta unidad, llegando a valores próximos a los 10 meq/l, aunque según los datos proporcionados por el IGME estos valores pueden llegar a ser mayores.



A partir del gráfico de la clasificación de las aguas para riego (abajo), es posible hablar de unas aguas de esta unidad en la provincia de Toledo clasificadas de forma predominante como C3S1, evidenciándose los altos niveles de salinidad anteriormente indicados.

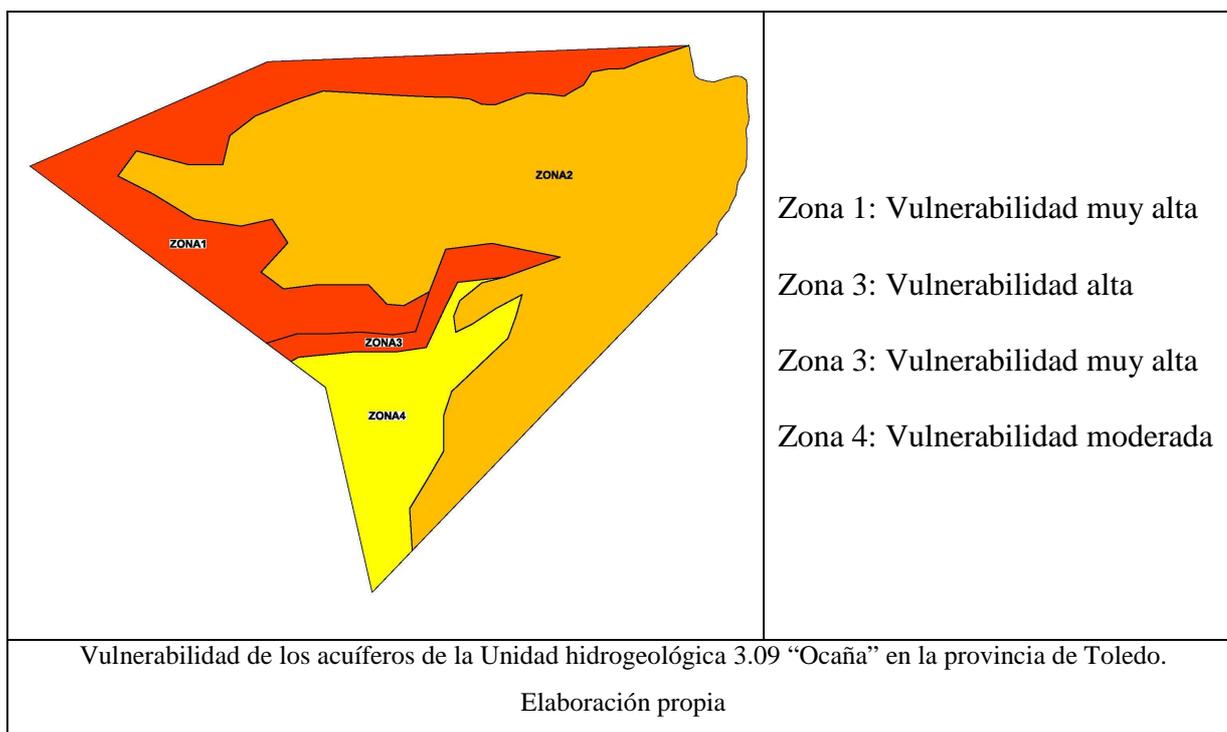


8.2.1.2.4. Riesgos de contaminación

Para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 3.08 “Ocaña” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 5 zonas, tal como se refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



8.2.1.2.5. Zonas protegidas/Humedales

No hay datos sobre la presencia de Parques naturales, humedales o LICs dentro de esta unidad

8.2.1.3. Unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar”

8.2.1.3.1. Identificación y localización geográfica

Límites geográficos

Está situado sobre las cuencas del río Tietar y Bajo Tajo, con una serie de ríos claramente efluentes.

El límite geográfico al norte y noreste lo constituye el Sistema Central y al sur y oeste las estribaciones de los Montes de Toledo.

Superficie total poligonal (km²): 2 239,31

Ávila	16,36	(0,7 % del total)
Cáceres	1 505,71	(67,3 % del total)
Toledo	717,25	(32,0 % del total)

Superficie aflorante (km²): 1 600

Municipios incluidos totalmente: Berrocalejo, Casatejada, Majadas, Saucedilla, Talayuela, La Calzada de Oropesa, Herrerueta de Oropesa, Las Ventas de San Julián.

Municipios incluidos parcialmente: Candeleda, Almaraz, Belvís de Monroy, Castañar de Ibor, Collado, Cuacos de Yuste, Garguera, El Gordo, Higuera, Jaraiz de la Vera, Jarandilla de la Vera, Losar de la Vera, Madrigal de la Vera, Malpartida de Plasencia, Pasaron de la Vera, Peraleda de la Mata, Peraleda de San Román, Romangordo, Serrejón, Talaveruela de la Vera, Tejeda de Tietar, Toril, Torremenga, Valdehuncar, Valdelacasa de Tajo, Valverde de la Vera, Villanueva de la Vera, Calera y Chozas, Navalcán, Oropesa, Parrillas, Torrico, Velada.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos totalmente: La Calzada de Oropesa, Herrerueta de Oropesa, Las Ventas de San Julián

Municipios de la provincia de Toledo incluidos parcialmente: Calera y Chozas, Navalcán, Oropesa, Parrillas, Torrico, Velada.

Delimitación geológica

El límite geológico al este lo constituyen los materiales miocenos de la UH 3.05 Madrid-Talavera, al norte los granitos que constituyen el Sistema Central.

Al sur y sureste limita con las pizarras, areniscas y conglomerados precámbricos y las cuarcitas, conglomerados, calizas y pizarras predominantes en el Cámbrico, Ordovícico y Silúrico además de los granitos intrusivos que constituyen los Montes de Toledo.

Litología dominante: Acuífero detrítico constituido por arenas, arcillas, rañas, gravas y limos de edad Plioceno-Mioceno-Cuaternario.

Otras litologías: -

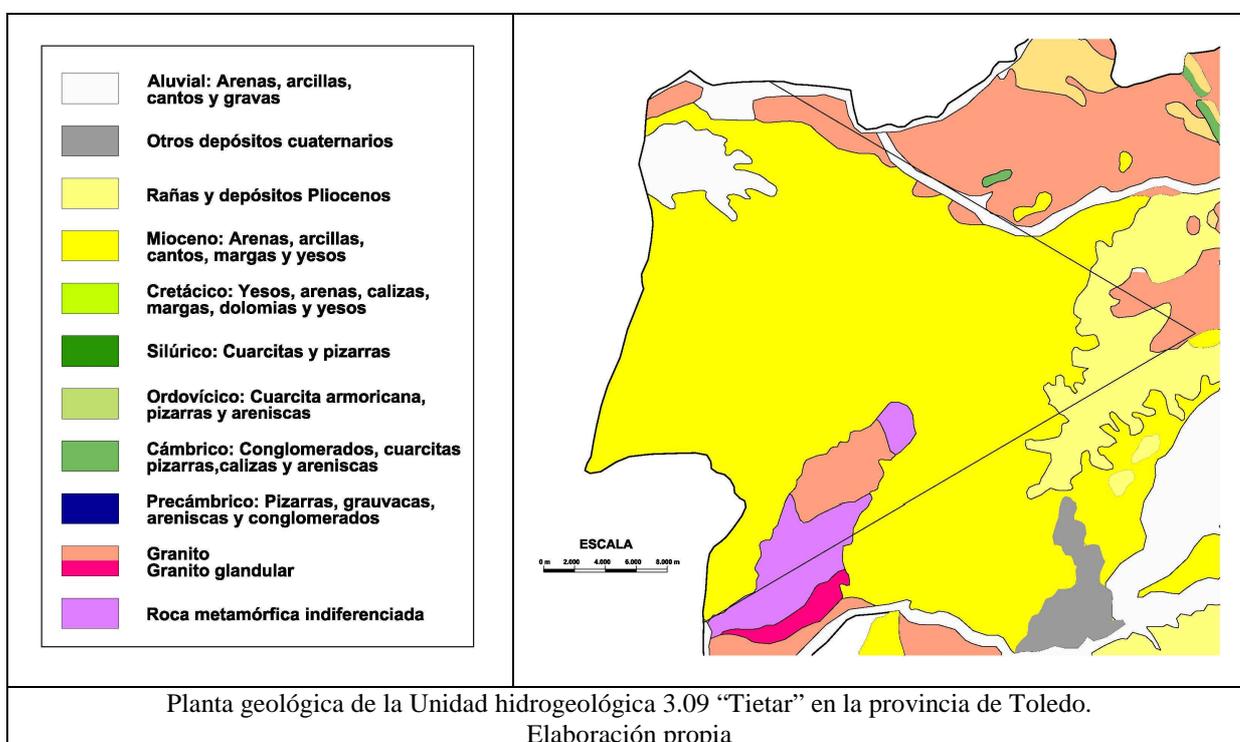
Otras características

8.2.1.3.2. Caracterización de las masas de agua

Geología/Hidrogeología

Geológicamente la superficie de esta unidad se caracteriza por una llanura de suaves constituida por un depósito de arenas, arcillas, cantos y margas, con espesores medios de 200 a 400m.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar” en la provincia de Toledo.



Zona no saturada

La zona no saturada lo constituyen los materiales Terciarios y Cuaternarios constituidos por Arenas, arcillas, limos, margas y en menor medida, calizas y gravas, con espesores medios que oscila entre los 200 m y 400m.

Nivel impermeable de base

El impermeable de base de esta unidad viene definido por los materiales paleozoicos y precámbricos constituidos por pizarras, grauvacas, areniscas y cuarcitas.

A escala más local, considerando el carácter semiconfinado del acuífero referido a la explotación de los lentejones arenosos permeables que se encuentran embebidos en una matriz arcillosa, es correcto entender como nivel de base local la matriz arcillosa dentro de la que se enmarca los citados lentejones.

Tipo de acuífero

La totalidad de los materiales que constituyen la unidad hidrogeológica constituyen a nivel general un acuífero mixto, donde se alternan zonas de funcionamiento del acuífero como libre, tal es el caso de los materiales cuaternarios asociados a depósitos aluviales y los materiales miocenos más superficiales, con otras en las que se evidencia un carácter confinado del mismo, asociados a los lentejones arenosos.

Recarga y descarga

La recarga de la unidad se produce principalmente mediante la infiltración del agua de lluvia y en menor medida de los retornos de riego.

La descarga natural se produce por manantiales y hacia los ríos que actúan con un comportamiento mixto en función de la época del año: río perdedor-acuífero ganador (invierno y primavera) o río ganador-acuífero perdedor (verano y otoño).

La descarga artificial de bombeos, estimándose valores del orden de 3,1 hm³/año y cuyo destino principal es agrícola y ganadero, estimándose un valor para el conjunto del orden de 1,8 hm³/año; y en menor medida, las aguas subterráneas bombeadas se emplean para abastecimiento urbano, con valores de 1,3 hm³/año.

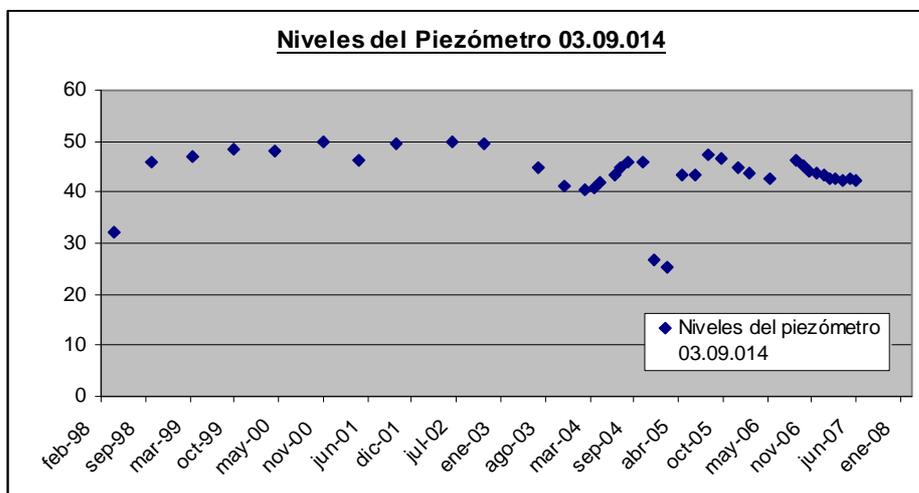
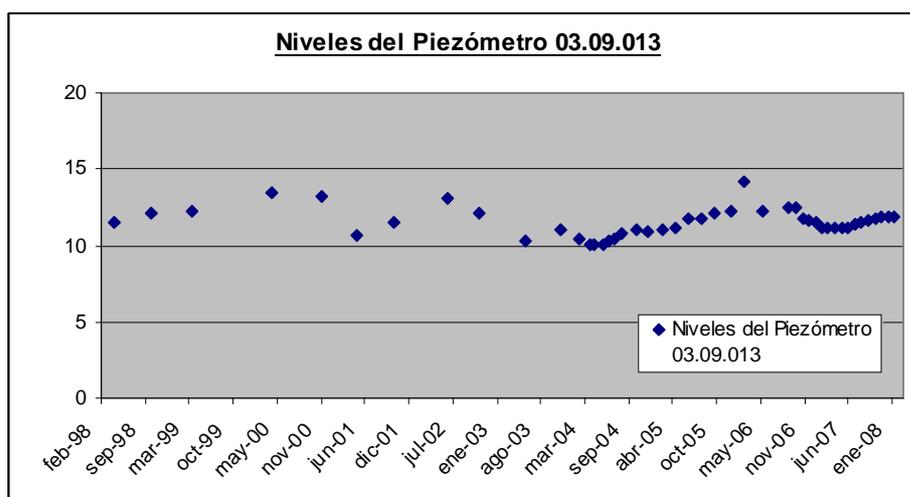
Piezometría

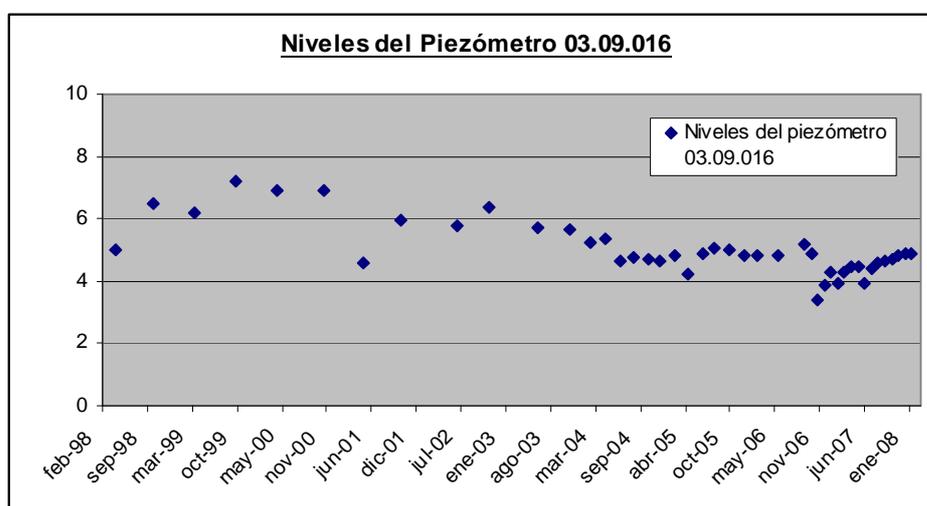
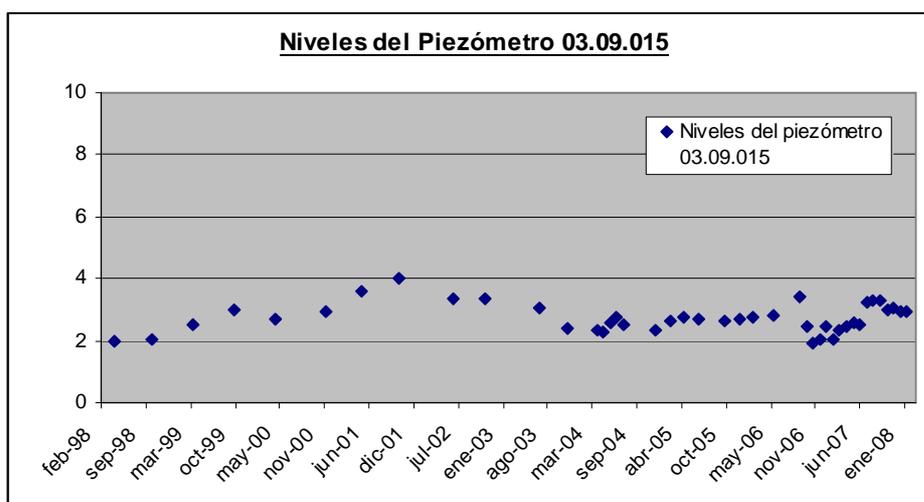
En esta unidad la superficie piezométrica se adapta a la topografía existente, con gradientes entre el 1,25 y el 20%.

Se cuenta con cuatro puntos de control de niveles piezométricos del Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar” en la provincia de Toledo, cuyos datos se incluyen en la siguiente tabla:

Unidad hidrogeológica	Código piezómetro	Localidad de ubicación	Provincia	Coordenadas			Fecha inicio medición	Nº mediciones
				UTM X	UTM Y	Cota (msnm)		
Tietar	03.09.013	Herreruela de Oropesa	Toledo	307591	4418352	360	24-04-98	45
	03.09.014	Oropesa	Toledo	314613	4424020	350	22-04-98	38
	03.09.015	Talavera de la Reina	Toledo	334.271	4424020	402	22-04-98	42
	03.09.016	Alcolea de Tajo	Toledo	315.516	4408700	330	24-04-98	43

A continuación se adjunta un gráfico representativo de la profundidad del nivel freático para cada uno de los puntos de control.





De estos gráficos es posible deducir que esta unidad en la zona enmarcada dentro de la provincia de Toledo está sufriendo un ligero descenso de las reservas, evidenciándose una variación de los niveles freático muy condicionada por la estacionalidad.

Parámetros hidráulicos

Transmisividad 5-200 m²/día. Generalmente la transmisividad es menor de 10 m²/día, con la excepción de los depósitos aluviales que alcanzan valores de 200 a 5000 m²/día.

Caudal específico 0,1 -0,2 l/s/día.

Coefficiente de almacenamiento $0,4 \cdot 10^{-4} - 1,8 \cdot 10^{-3}$

8.2.1.3.3. *Calidad de las aguas/Hidroquímica*

Las aguas subterráneas de esta unidad van de bicarbonatada cálcica a clorurada sódica, pasando por etapas intermedias que pueden identificarse como bicarbonatada sódica o clorurada cálcica.

Las aguas de esta unidad se clasifican como aceptables para abastecimiento con algunas excepciones. En cuanto al regadío se pueden agrupar en el rango comprendido entre aguas aptas a objetables en función del cultivo.

Los contenidos en nitratos de las aguas de esta unidad varían de 1 a 152 mg/l, con valores medio situados en torno a 36 mg/l. En cuanto a los valores de conductividad se enmarcan dentro del rango comprendido entre 75 y 1135 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pudiendo adoptar valores medios de 420 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las aguas subterráneas de esta unidad presentan focos de contaminación puntuales asociados a agricultura, que se evidencian por altos contenidos en compuestos nitrogenados.

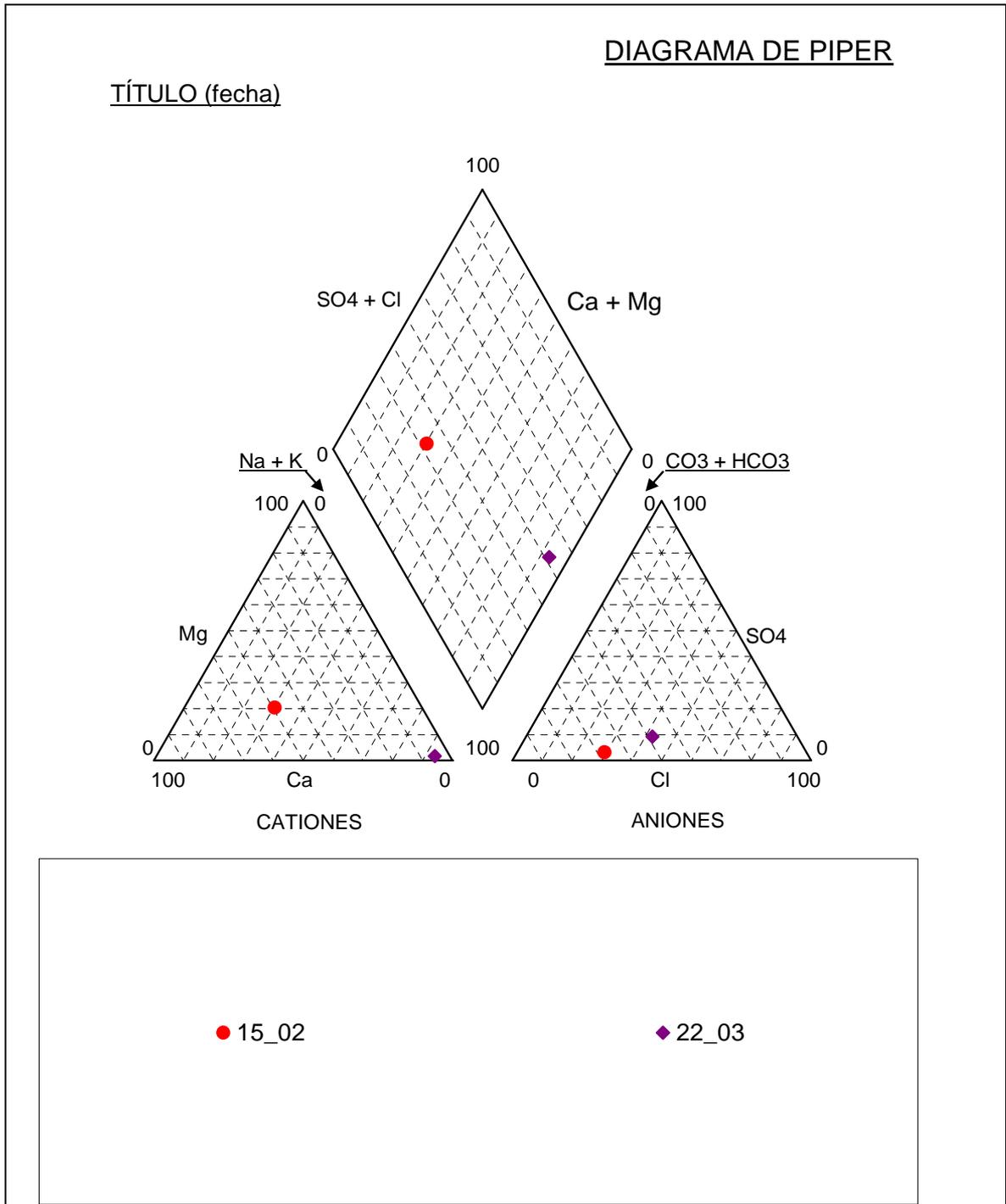
A continuación se incluye un listado de los parámetros de cálculo de la hidroquímica de las aguas subterráneas de la unidad hidrogeológica UH 3.09 “Tietar” en la provincia de Toledo (no se han incluido parámetros de cálculo de otras provincias y/o comunidades autónomas), extraídos de la red de control de las aguas subterráneas conjunta entre la Confederación Hidrográfica del Tago y el Ministerio de Medio Ambiente.

También se incluyen los valores de cálculo extraídos para la obtención de los gráficos de Piper, Schoeller-Berkaloff y clasificación de las aguas para riego que se incluye más abajo.

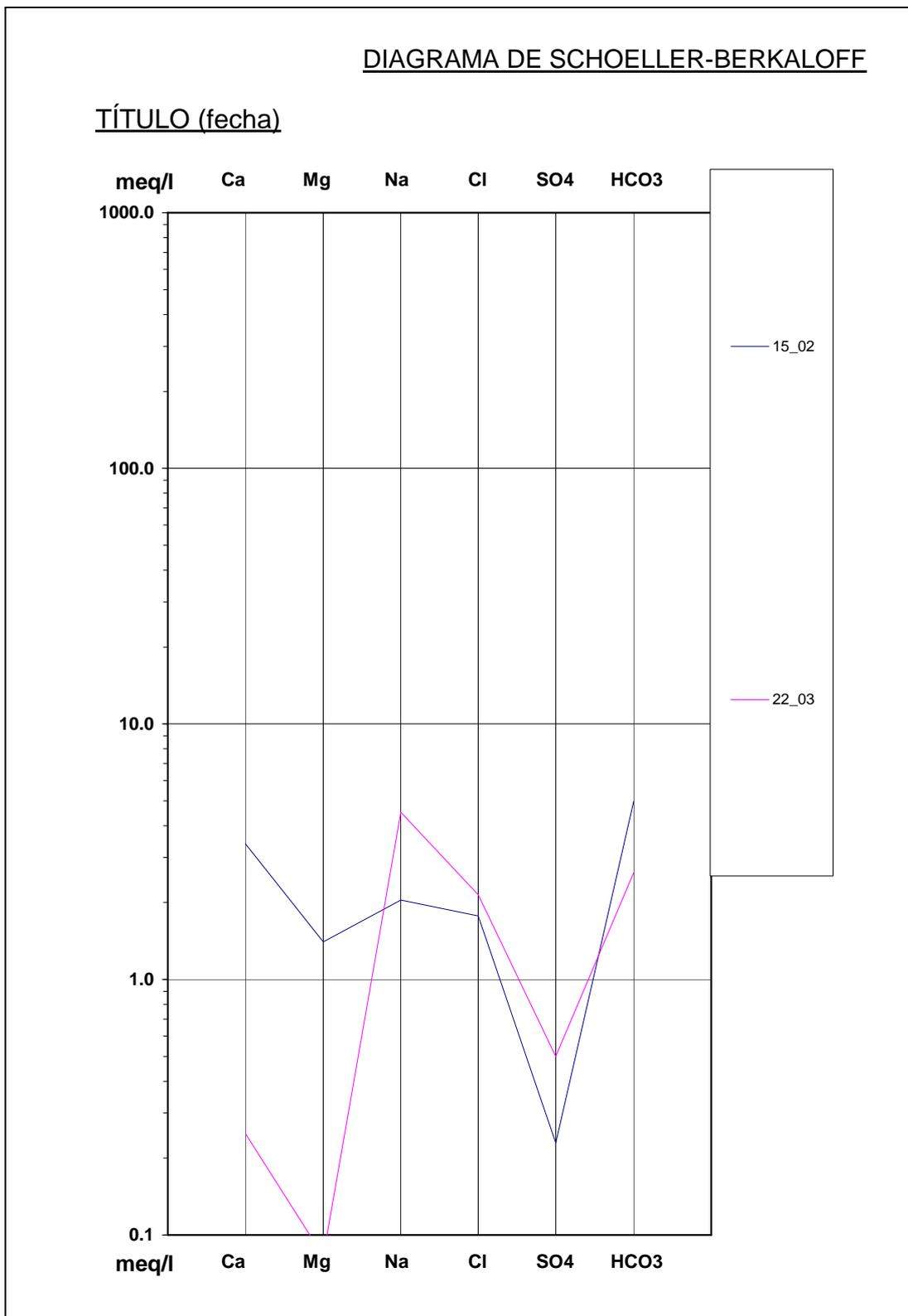
	Fecha	21-mar-07	13-mar-07
	Pozo	15_02	22_03
Coord	x	322371	311215
Coord	y	4420338	4425361
DATOS DE PARTIDA			
CE uS/cm		707.00	562.00
pH		7.10	8.50
TAC		249.00	131.00
DUR		240.00	12.00
TSD		450.00	360.00
aniones	mg/l		mg/l
HCO3-		303.78	159.82
SO4=		11.00	24.00
Cl-		63.00	76.00
NO3-		24.00	9.00
sum aniones		401.78	268.82
cationes	mg/l		mg/l
Na+		47.00	104.00
K+		2.00	1.00
Ca++		68.00	5.00
Mg++		17.00	1.00
sum cationes		134	111
	mg/l		mg/l
NH4+		0.046	0.046
Cl-+NO3-		87	85
Na+ + K+		49	105

	Fecha	21-mar-07	13-mar-07
	Pozo	15_02	22_03
Coord	x	322371	311215
Coord	y	4420338	4425361
VALORES EXTRAIDOS A PARTIR DE LOS DATOS DE PARTIDA			
aniones (meq/l)		meq/l	meq/l
HCO3-		4.98	2.62
SO4=		0.23	0.50
Cl-		1.77	2.14
NO3-		0.39	0.15
Cl-+NO3-		2.16	2.29
sum aniones		7.37	5.41
cationes (meq/l)		meq/l	meq/l
Na+ + K+		2.09	4.55
Na+		2.04	4.52
K+		0.05	0.03
Ca++		3.40	0.25
Mg++		1.40	0.08
sum cationes		6.90	4.88
aniones(%)		%	%
HCO3-		67.56	48.46
SO4=		3.11	9.25
Cl-		24.08	39.60
NO3-		5.25	2.69
Cl-+NO3-		29.33	42.29
sum aniones		100.00	100.00
cations(%)		%	%
Na+ + K+		30.36	93.18
Na+		29.62	92.66
K+		0.74	0.52
Ca++		49.28	5.12
Mg++		20.36	1.69
sum cationes		100.00	100.00
Relaciones iónicas			
rNa/rK		39.95	176.80
rMg/rCa		0.41	0.33
rSO4/rCl		0.13	0.23
rCl/rHCO3		0.36	0.82
icb		-0.18	-1.12
Kr		4.39	1.20
INDICE	SAR	1.3	11.1

A partir de los datos anteriormente expuestos se obtiene el diagrama de Piper, en el cual la representación de tres componentes (aniones y cationes) de forma simultánea permite es posible indicar la variabilidad de las aguas de la UH 3.09 “Tietar” en la provincia de Toledo. Una de las muestras evidencia aguas bicarbonatadas cálcicas y magnésicas mientras que la otra muestra evidencia unas aguas cloruradas y sulfatadas sódicas, próximas a los valores de aguas bicarbonatadas sódicas.

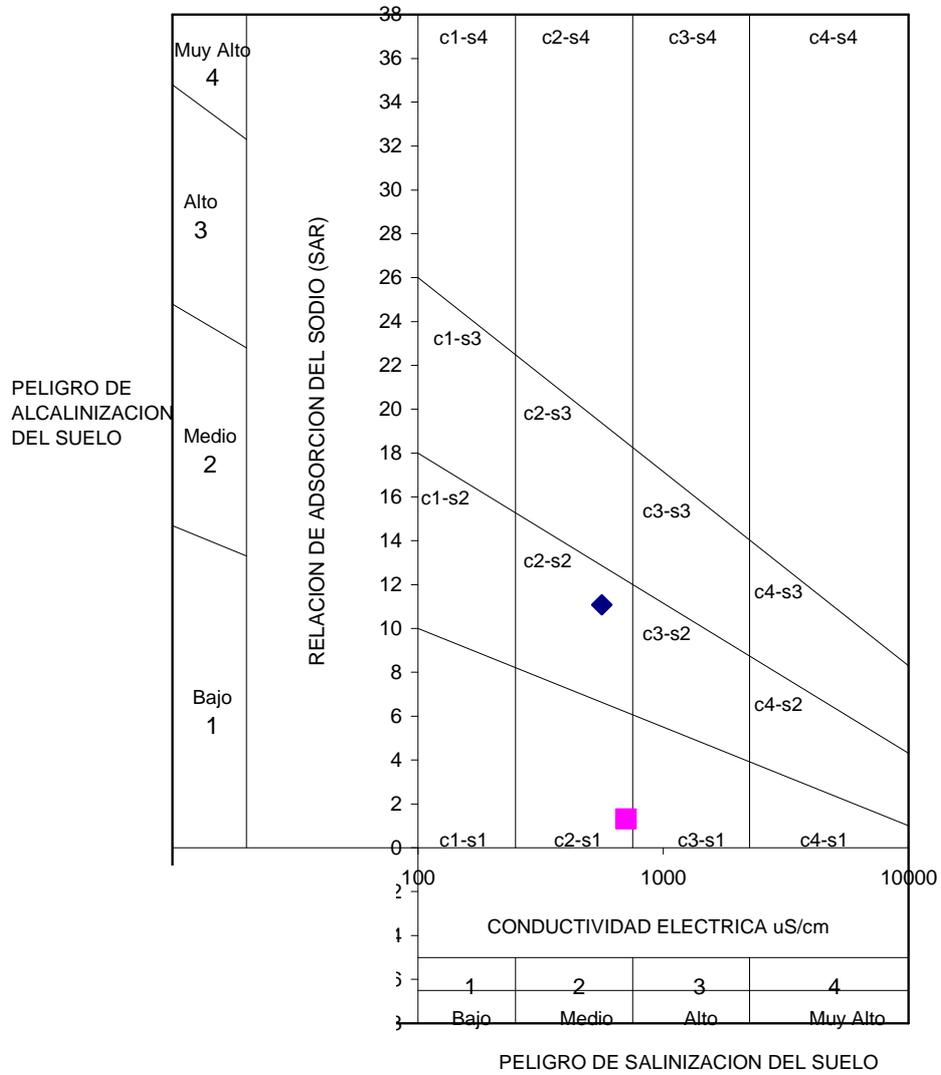


A continuación se incluye el diagrama de Schoeller-Berkaloff, donde es posible observar la baja salinidad de las aguas de esta unidad, no llegando a superar los 5 meq/l.



CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO

TÍTULO (fecha)



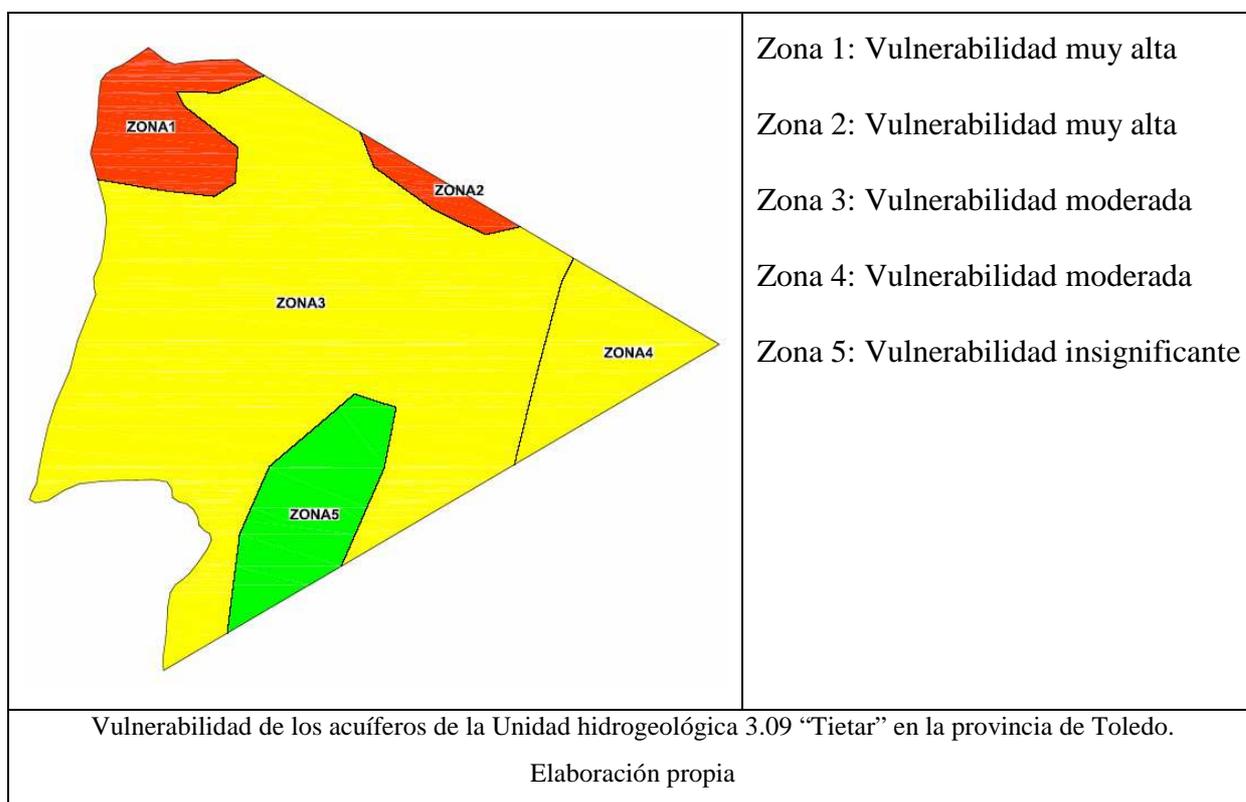
A partir del gráfico de la clasificación de las aguas para riego (arriba), es posible hablar de unas aguas de esta unidad en la provincia de Toledo clasificadas de forma predominante como C2S1 y C2S2.

8.2.1.3.4. Riesgos de contaminación

Para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 3.09 “Tietar” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 5 zonas, tal como se refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



8.2.1.3.5. Zonas protegidas/Humedales

Dentro de esta unidad se localiza 2,845 km² del parque natural de Monfragüe, situado en la provincia de Cáceres.

8.2.1.4. Zonas de baja permeabilidad

Se trata de zonas con acuíferos aislados o sin acuíferos, incluyendo en esta clasificación las zonas cuya pobreza de recursos sólo permite en algunos casos la satisfacción de reducidas demandas puntuales, al no poseer un volumen de recursos suficiente para llevar a cabo un aprovechamiento a escala regional.

En la parte de la cuenca hidrográfica del Tajo enmarcada dentro de la provincia de Toledo las zonas de baja permeabilidad se corresponden con los materiales graníticos intrusivos y algunos materiales detríticos terciarios, con alto contenido en arcillas, margas y yesos considerados localmente como impermeables.

Los caudales de estas zonas de baja permeabilidad son exiguos y las captaciones frecuentemente quedan en seco en épocas de acusado estiaje o tras intensos bombeos, presentando un periodo de recuperación muy lento.

8.2.2. *Cuenca del Guadiana*

La cuenca hidrográfica del Guadiana se extiende alrededor de 67.733 km², de los cuales 55.512 pertenecen a España (el 82,8%) y 11.525 a Portugal (el 17,2% restante).

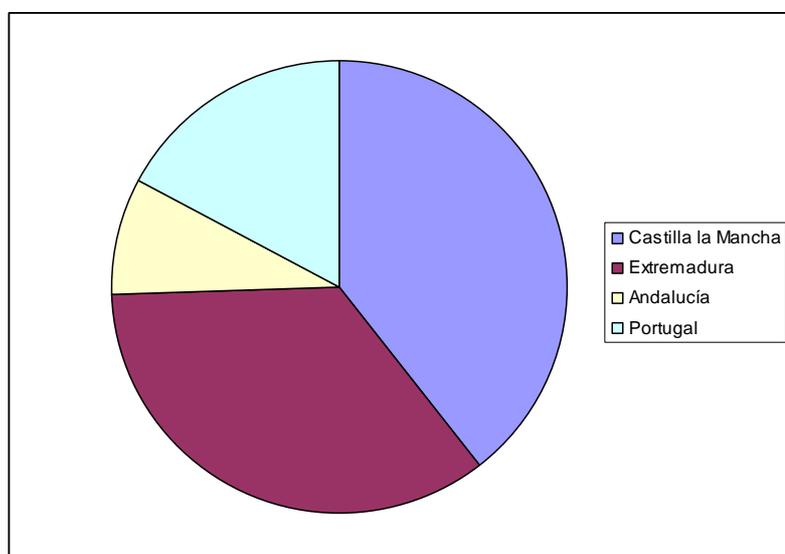
Dentro de España, su ámbito territorial pertenece a tres comunidades autónomas; Castilla la Mancha, Extremadura y Andalucía, distribuidas a lo largo de las provincias castellano-manchegas de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo, las extremeñas de Badajoz y Cáceres y las andaluzas de Córdoba y Huelva, tal como se refleja en la tabla adjunta.

En el área española residen 1.472.800 habitantes (año 2005), con una densidad de población de 26,5 hab/km². La ciudad de Badajoz, con 145.257 habitantes (año 2007), es el núcleo urbano más importante de toda la cuenca.

Autonomías/Provincia	Participación			
	Extensión (Km2)	%	Habitantes	%
CASTILLA LA MANCHA	26,448.408	47.6%	669626	45.5%
Albacete	2,001.869	3.6%	36958	2.5%
Ciudad Real	16,466.875	29.7%	486328	33.0%
Cuenca	4,779.875	8.6%	61807	4.2%
Toledo	3,199.788	5.8%	84533	5.7%
EXTREMADURA	23,447.038	42.2%	685752	46.6%
Badajoz	20,251.461	36.5%	651310	44.2%
Cáceres	3,195.577	5.8%	34442	2.3%
ANDALUCÍA	5,617.792	10.1%	117422	8.0%
Córdoba	2,747.268	4.9%	46809	3.2%
Huelva	2,870.524	5.2%	70613	4.8%
TOTAL	55,513.237	100%	1472800	100.0%

Nota: Datos de nº de habitantes de la cuenca del 2005.

En el siguiente gráfico se incluye este mismo aspecto pero referido a la totalidad de la cuenca (España y Portugal).



La cuenca hidrográfica del Guadiana cuenta con un total de 14 unidades hidrogeológicas que se enumeran a continuación:

- UH 4.01 Sierra de Altomira
- UH 4.02 Lillo-Quintanar

- UH 4.03 Consuegra-Villacañas
- UH 4.04 Mancha occidental
- UH 4.05 Ciudad Real
- UH 4.06 Campo de Montiel
- UH 4.07 Bullaque
- UH 4.08 Vegas Altas
- UH 4.09 Vegas Bajas
- UH 4.10 Tierras de Barros
- UH 4.11 Zafra-Olivenza
- UH 4.12 Ayamonte-Huelva
- UH 4.13 Niebla-Posadas
- UH 4.14 Almonte-Marismas

Las tres últimas unidades hidrogeológicas están compartidas con la cuenca hidrográfica del Guadalquivir y es más correcto enmarcarlas desde el punto de vista de su gestión dentro de la Cuenca hidrográfica del Guadalquivir.

Algo similar ocurre con la UH 4.06 Campo de Montiel, se comparte con la cuenca hidrográfica del Guadalquivir, pero en este caso desde el punto de vista de su gestión se enmarca dentro de la Cuenca hidrográfica del Guadiana.

Las Unidades hidrogeológicas de esta unidad corresponden a dos tipos fundamentales de acuíferos:

- Predominantemente permeables por fisuración o karstificación (UH 4.01 Sierra de Altomira, UH 4.02 Lillo-Quintanar, UH 4.04 Mancha occidental, UH 4.05 Ciudad Real, UH 4.06 Campo de Montiel y UH 4.11 Zafra-Olivenza)
- Permeables por porosidad intergranular (UH 4.03 Consuegra-Villacañas, UH 4.07 Bullaque, UH 4.08 Vegas Altas, UH 4.09 Vegas Bajas y UH 4.10 Tierras de Barros03).

El resto se han englobado bajo la denominación de "zonas sin acuíferos" las que, con capacidad de satisfacer demandas puntuales, no poseen un volumen de recursos utilizables a escala regional. Corresponden al conjunto de materiales precámbricos o paleozoicos

entre los que, por su relativa continuidad y potencialidad, la única excepción corresponde a la Unidad Zafra-Olivenza.

Del total de unidades hidrogeológicas de la cuenca del Guadiana únicamente la unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira”, la unidad hidrogeológica 4.02 “Lillo-Quintanar”, la unidad hidrogeológica 4.03 “Consuegra-Villacañas” y la unidad hidrogeológica 4.07 “Bullaque” se enmarcan dentro de la provincia de Toledo.

8.2.2.1. Unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira”

8.2.2.1.1. Identificación y localización geográfica

Límites geográficos

La unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira” se localiza al oeste del embalse de Alarcón, situándose mayoritariamente en la provincia de Cuenca, con la excepción del extremo suroeste de la unidad que se encuadra en el límite entre las provincias de Toledo, Ciudad Real y Cuenca.

Al norte limita con los Altos de Cabrejas, que actúan como divisoria de aguas superficiales entre los ríos que vierten al Tajo y los que lo hacen hacia el Guadiana.

Comprende las sierras de Altomira, de Almenara y de Haro.

Al sur limita con las poblaciones de Mota del Cuervo, El Pedernoso y Las Pedroñeras.

El límite oriental coincide con la divisoria hidrográfica del río Júcar, y con la masa La Obispalía.

Dentro de la provincia de Toledo ocupa la parte más oriental de la misma, enmarcándose dentro de los términos municipales de Villanueva de Alcardete, Quintanar de la Orden, Quero, El Toboso y Miguel Esteban.

Superficie total poligonal (km²): 3 026,65

Cuenca	2 538,52 (83,9 % del total)
Toledo	297,53 (9,8 % del total)
Ciudad Real	190,61 (6,3 % del total)

Superficie aflorante (km²): 2 500,00

Municipios incluidos totalmente: Alconchel de la Estrella, Atalaya del Cañavate, Belmonte, El Cañavate, Carrascosa de Haro, Fuentelespino de Haro, Los Hinojosos, Hontanaya, Monreal del Llano, Osa de la Vega, Pinarejo, Puebla de Almenara, Rada de Haro, Santa Maria del Campo Rus, Tresjuncos, Villaescusa de Haro, Villalgordo del Marquesado, Villar de la Encina, El Toboso.

Municipios incluidos parcialmente: La Alberca de Zancara, Alcazar del Rey, La Almarcha, Almendros, Almonacid del Marquesado, Barajas de Melo, Cañadajuncosa, Casas de Benítez, Casas de Fernando Alonso, Casas de Guijarro, Casas de Haro, Castillo de Garcimuñoz, La Hinojosa, El Hito, Honrubia, Huelves, Montalbanejo, Mota del Cuervo, Paredes, El Pedernoso, Las Pedroñeras, Pozorrubio, Rozalen del Monte, Saelices, San Clemente, Santa Maria de los Llanos, Sisante, Tarancón, Tebar, Torrubia del Campo, Torrubia del Castillo, Ucles, Vara de Rey, Vellisca, Villamayor de Santiago, Villar de Cañas, Villarejo de Fuentes, Miguel Esteban, Quero, Quintanar de la Orden, Villanueva de Alcardete.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos totalmente: El Toboso

Municipios de la provincia de Toledo incluidos parcialmente: Miguel Esteban, Quero, Quintanar de la Orden, Villanueva de Alcardete.

Delimitación geológica

Desde un punto de vista geológico-geomorfológico los límites de la unidad al norte lo constituye la divisoria de aguas superficiales entre el Tajo y el Guadiana.

Por su parte, el límite oriental coincide con la divisoria hidrográfica entre el río Záncara y el Júcar.

El límite noreste se establece de forma paralela a los afloramientos mesozoicos de alta permeabilidad aflorantes en la Sierra de Altomira, separando estos de los depósitos terciarios menos permeables situados al noreste

Al Sur el límite de la unidad se sitúa en el contacto con los materiales terciarios de la fosa manchega, y hacia el oeste se extiende englobando los últimos afloramientos mesozoicos.

Litología dominante: Calizas, dolomías, brechas, arenas y arcillas del Jurásico-Cretácico.

Otras litologías: Arenas, limos y arcillas Pliocenas y miocenas, además de cuarcitas y pizarras silúricas.

Otras características

8.2.2.1.2. Caracterización de las masas de agua

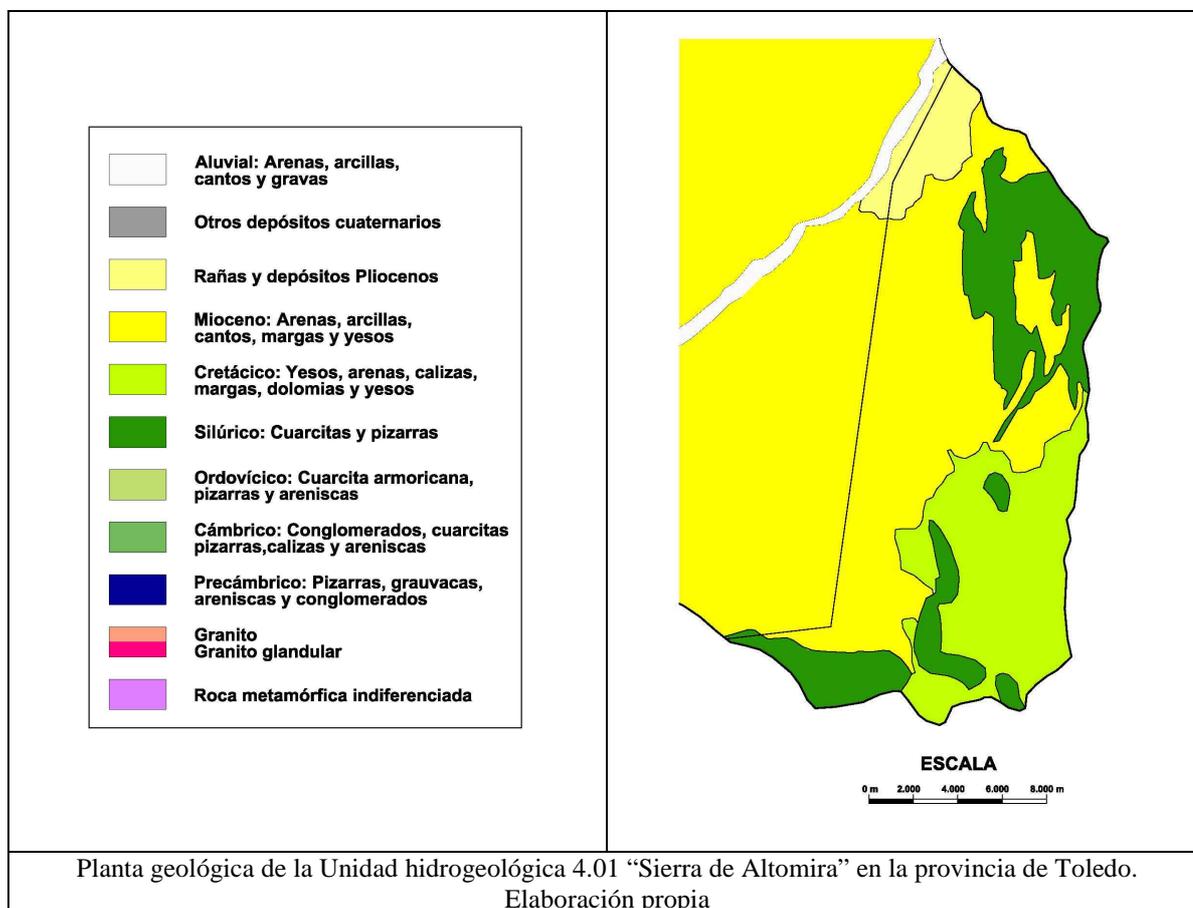
Geología/Hidrogeología

Geológicamente esta unidad la constituye un relieve formado por un conjunto de alineaciones estructurales mesozoicas de dirección Norte-Sur y vergentes hacia el oeste, en las que los relieves más altos están configurados por núcleos de anticlinales, mientras que los valles se encuentran asociados a sinclinales, encontrándose rellenos de sedimentos terciarios continentales de baja permeabilidad.

En conjunto se considera como un gran anticlinorio de dirección Norte-Sur, ensanchado en la parte meridional, y afectado por fallas y cabalgamientos que complican su estructura y permiten la conexión de los niveles más permeables.

El principal material acuífero está formado por los sedimentos Jurásicos y Cretácicos constituidos por carnioles, calizas, dolomías, brechas, arenas y arcillas, con espesores medios de hasta 1.100 m.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira” en la provincia de Toledo.



Zona no saturada

La zona no saturada lo constituyen los materiales Jurásicos y Cretácicos constituidos por carnioles, calizas, dolomías. Brechas y arenas, con espesores medios de hasta 1.100 m.

En algún caso se han detectado pequeños acuíferos asociados a los materiales más groseros de edad Pliocena-Miocena que rellenan los valles, sin llegar a tener una relevancia reseñable.

Nivel impermeable de base

El impermeable de base de esta unidad viene definido por arcillas, margas y yesos de la facies del Keuper.

Tipo de acuífero

El comportamiento del acuífero es mixto. Como norma general los sedimentos Jurásicos-Cretácicos presentan un comportamiento de acuífero libre, pero en algunos sondeos profundos ejecutados en la zona se registraron surgencias de agua lo que evidencia el carácter confinado del acuífero en profundidad, que también se evidencia con la existencia de manantiales.

Recarga y descarga

La recarga del acuífero se produce fundamentalmente por infiltración del agua de lluvia y de la infiltración de la escorrentía superficial (según el Plan hidrológico I de la cuenca del Guadiana este valor es de 135 hm³/año), y en menor medida de los retornos de riego, siendo este valor poco importante.

Y aunque escasa, pero no por ello menos importante, también recibe aportación subterránea de la cuenca del Tajo.

La descarga natural se produce hacia los ríos, a través de manantiales y por descargas laterales hacia la Llanura Manchega y quizás a la masa la Obispalía (según el Plan hidrológico I la transferencia subterránea a otras unidades es de unos 10 hm³/año).

La descarga antrópica a través de bombeos se estima en 20 hm³/año

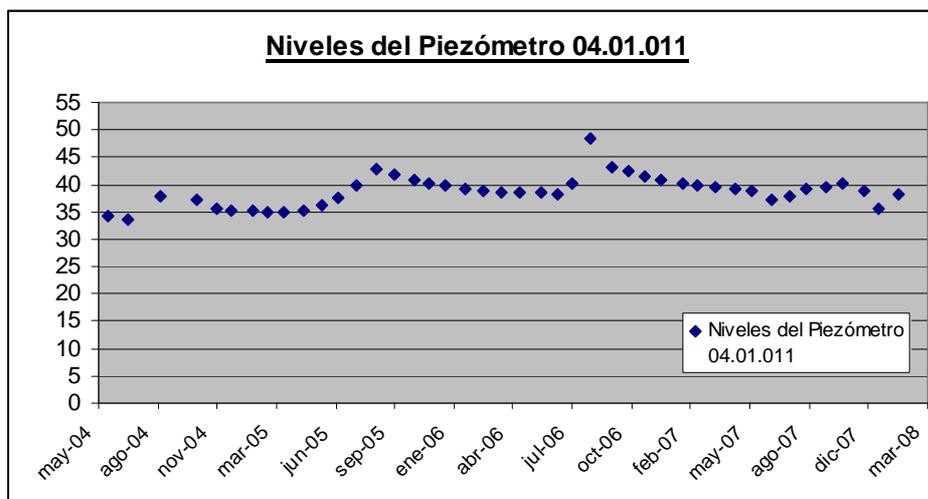
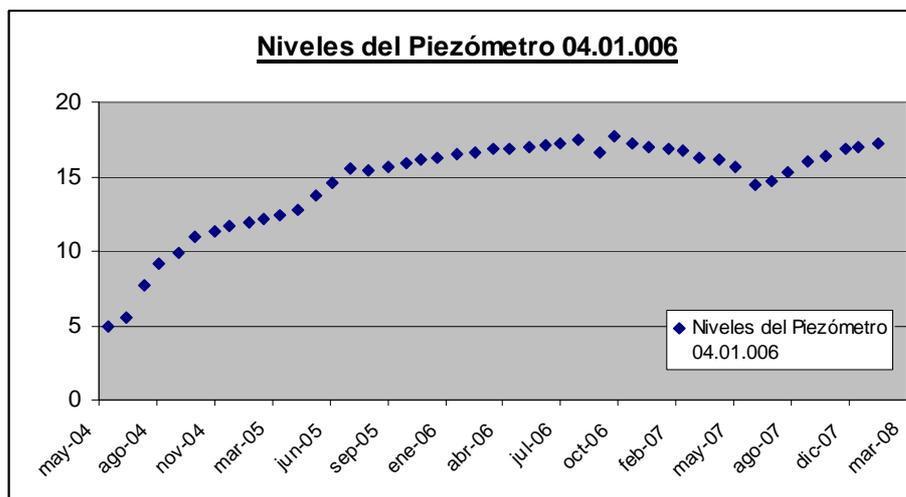
Piezometría

En la zona norte de la unidad los niveles freáticos se mantienen, mientras que en la sur-suroeste la tendencia es al descenso, pudiendo hablar de un intervalo de la posición del nivel freático comprendido entre los 600 y 950 m.s.n.m.

Se cuenta con dos puntos de control de niveles piezométricos del Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira” en la provincia de Toledo, cuyos datos se incluyen en la siguiente tabla:

Unidad hidrogeológica	Código piezómetro	Localidad de ubicación	Provincia	Coordenadas			Fecha inicio medición	Nº mediciones
				UTM X	UTM Y	Cota (msnm)		
Sierra de Altomira	04.01.006	El Toboso	Toledo	501669	4377978	698	28-05-04	45
	04.01.011	El Toboso	Toledo	495769	4369935	678	28-05-04	43

A continuación se adjunta un gráfico representativo de la profundidad del nivel freático para cada uno de los puntos de control.



De estos gráficos es posible deducir que esta unidad en la zona enmarcada dentro de la provincia de Toledo está sufriendo un aumento de las reservas, posiblemente como consecuencia de la reducción de los volúmenes bombeados.

Parámetros hidráulicos

No se tienen

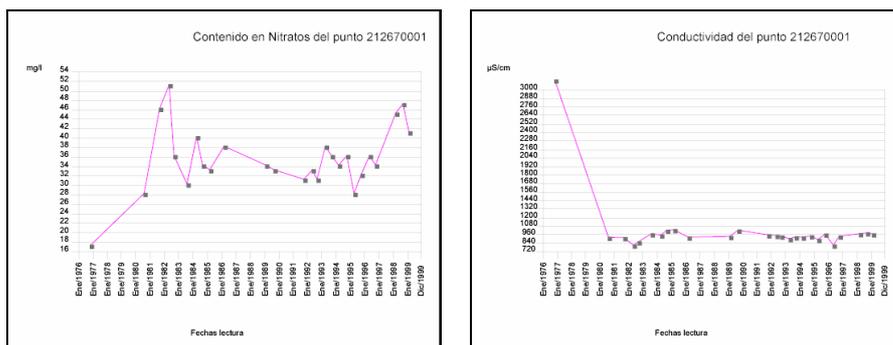
8.2.2.1.3. Calidad de las aguas/Hidroquímica

Las aguas subterráneas de esta unidad van de bicarbonatadas cálcicas a sulfatadas cálcicas, pasando por etapas intermedias.

Se clasifican como aguas generalmente aceptables para abastecimiento y para riego como C1S1 que corresponden a aguas de baja salinidad y bajo contenido en sodio.

Los contenidos en nitratos de las aguas de esta unidad varían de 94 a 2 mg/l, pudiendo hablar de un valor medio de contenido en nitratos desorden de 26 mg/l. Los valores máximos de conductividad se sitúan en torno a 3100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A continuación se incluye un gráfico de la evolución del contenido en nitratos y de la conductividad de las aguas de esta unida dentro de la provincia de Toledo en el que evidencia el aumento importante del contenido en nitratos que están sufriendo las aguas subterráneas de la unidad como consecuencia de la agricultura:



X = 501470 Y = 4392269 Z = 730

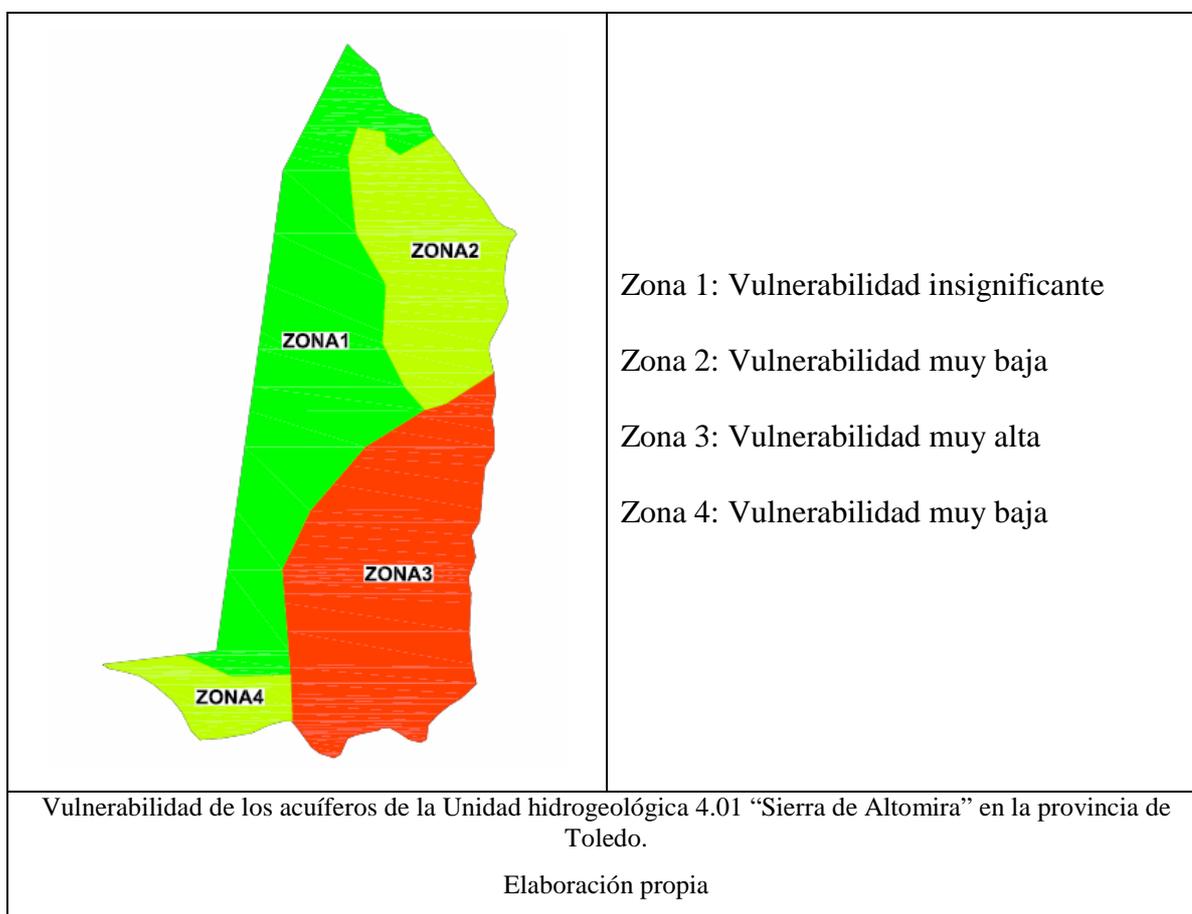
Las aguas subterráneas de esta unidad no presentan focos de contaminación reseñables, únicamente con carácter puntual aparecen altos contenidos en sulfatos de origen natural y contaminación por nitratos asociados a la agricultura, pero que también muestran una localización puntual, no llegando a superar los 94 mg/l.

8.2.2.1.4. Riesgos de contaminación

Para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 4.01 “Sierra de Altomira” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 4 zonas, tal como se refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



8.2.2.1.5. Zonas protegidas/Humedales

Dentro de esta unidad no se localizan parques naturales ni humedales ni Lugares de interés comunitario (LIC) asociados a humedales.

8.2.2.2. Unidad hidrogeológica 4.02 “Lillo-Quintanar”

8.2.2.2.1. Identificación y localización geográfica

Límites geográficos

Comprende las cuencas hidrográficas medias de los ríos Gigüela y Riansares.

Al sur de la unidad se localizan las poblaciones de La Villa de Don Fadrique y Quintanar de la Orden, en la provincia de Toledo, en cuyas cercanías se traza el límite con la masa Consuegra-Villacañas.

El límite noroeste se localiza en la divisoria hidrográfica entre el río Gigüela y el río Testillos que pertenece a la cuenca hidrográfica del Tajo. El límite geográfico al este lo constituyen las Sierras de Altomira y de Almenara, en la provincia de Cuenca.

Dentro de la provincia de Toledo ocupa la parte más oriental de la misma, enmarcándose dentro de los términos municipales de Cabezamesada, Quintanar de la Orden, Tembleque, Villacañas, Villanueva de Alcardete.

Superficie total poligonal (km²): 1 072,43

Cuenca	322,09 (30,0% del total)
Toledo	750,34 (70,0 % del total)

Superficie aflorante (km²):

Municipios incluidos totalmente: El Acebrón.

Municipios incluidos parcialmente: Almendros, Fuente de Pedro Naharro, Pozorrubio, Tarancón, Ucles, Villamayor de Santiago, Cabezamesada, Quintanar de la Orden, Tembleque, Villacañas, Villanueva de Alcardete.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos totalmente: Ninguno.

Municipios de la provincia de Toledo incluidos parcialmente: Cabezamesada, Quintanar de la Orden, Tembleque, Villacañas, Villanueva de Alcardete.

Delimitación geológica

Los límites de esta unidad lo constituyen al noroeste la divisoria hidrográfica entre la cuenca del Tajo y del Guadiana; al este con los afloramientos de materiales Mesozoicos de las Sierras de Altomira y de Almenara; y al sur con los materiales detríticos Cuaternario y Miocenos de la unidad Consuegra-Villacañas.

Litología dominante: Calizas y calizas margosas de edad Miocena.

Otras litologías: Gravas, arenas, limos y arcillas asociados a los acuíferos aluviales de edad Plioceno-Cuaternario.

Otras características

8.2.2.2.2. Caracterización de las masas de agua

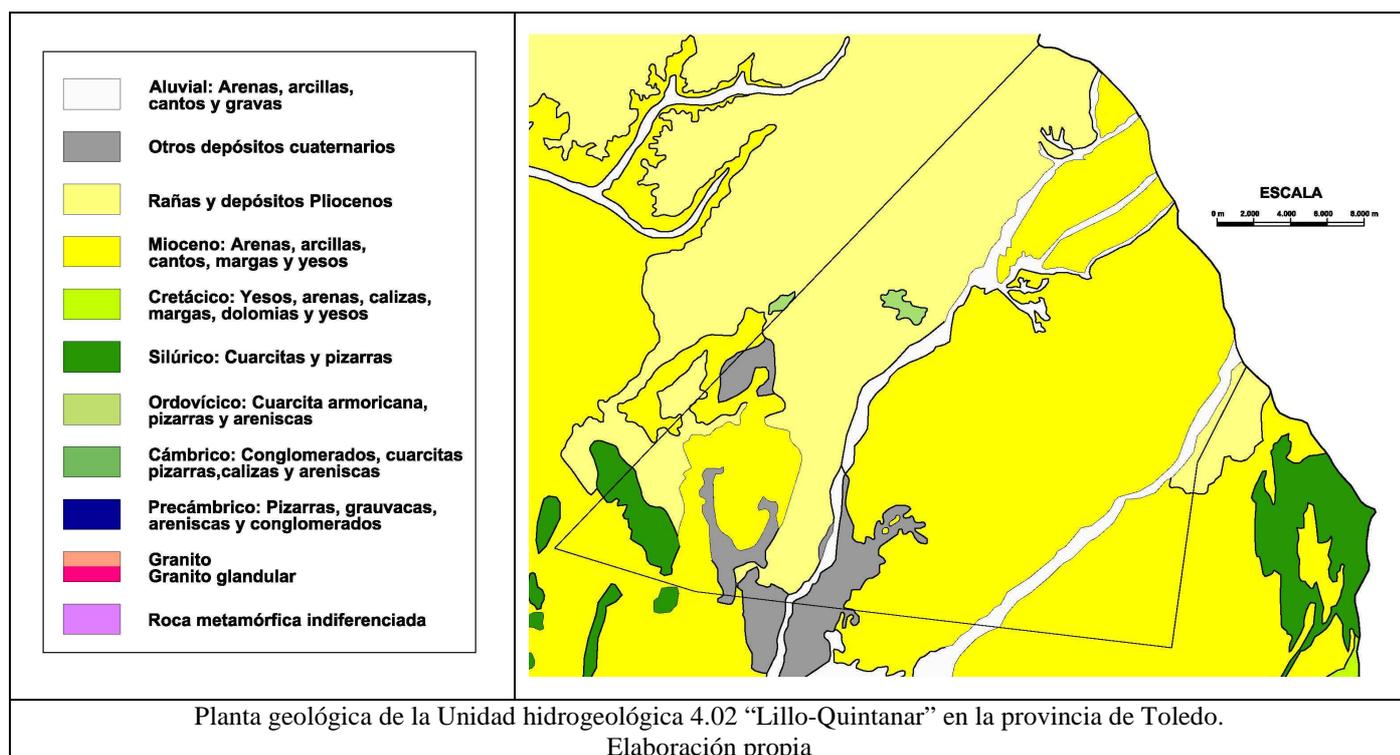
Geología/Hidrogeología

Geológicamente la superficie de esta unidad se caracteriza por una llanura de suaves ondulaciones y típico relieve tabular. Se trata de una zona de áreas endorreicas.

Está constituida por un acuífero carbonatado formado por calizas y calizas margosas del Mioceno, con espesores medios de 10-25 m, y por un acuífero aluvial formado por arenas, limos, gravas y arcillas del Pliocuaternalio asociados a los cauces de los ríos Riansares y Gigüela

El acuífero carbonatado mio-plioceno se encuentra colgado y drenado por múltiples manantiales.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 4.02 “Lillo-Quintanar” en la provincia de Toledo.



Zona no saturada

La zona no saturada lo constituyen las calizas y calizas margosas pertenecientes al Mioceno en el caso del acuífero Carbonatado.

Por su parte, en el acuífero aluvial la zona no saturada la constituyen los depósitos detríticos de arenas, arcillas, limos y gravas del Pliocuaternario y Cuaternario actual.

Nivel impermeable de base

El impermeable de base de esta unidad viene definido por los materiales paleozoicos y precámbricos constituidos por pizarras, grauvacas, areniscas y cuarcitas.

En el caso del acuífero aluvial además de los materiales paleozoicos y precámbricos el nivel de base en algunos casos lo constituyen las propias margas (acuíferos interrelacionados).

Tipo de acuífero

El comportamiento tanto del acuífero carbonatado como del acuífero aluvial es el de un acuífero libre.

Recarga y descarga

La recarga de la unidad se produce principalmente mediante la infiltración del agua de lluvia y por aportaciones de los cauces (este valor según el Plan hidrológico I es de 54 hm³/año) y en menor medida de los retornos de riego.

La descarga natural se produce por manantiales y hacia los ríos Riansares y Gigüela, estimándose valores del orden de 21,8 hm³/año.

La descarga artificial de bombeos, según datos del Plan hidrológico I son del orden de 24,0 hm³/año y cuyo destino principal es agrícola y ganadero, estimándose un valor para el conjunto del orden de 20 hm³/año; y en menor medida, las aguas subterráneas bombeadas se emplean para abastecimiento urbano y uso industrial, con valores de unos 2,0 hm³/años en ambos casos.

Piezometría

La disposición de los niveles freáticos en la zona del acuífero kárstico es coherente con la topografía de la superficie, situándose entre 618 y 723 m.s.n.m.

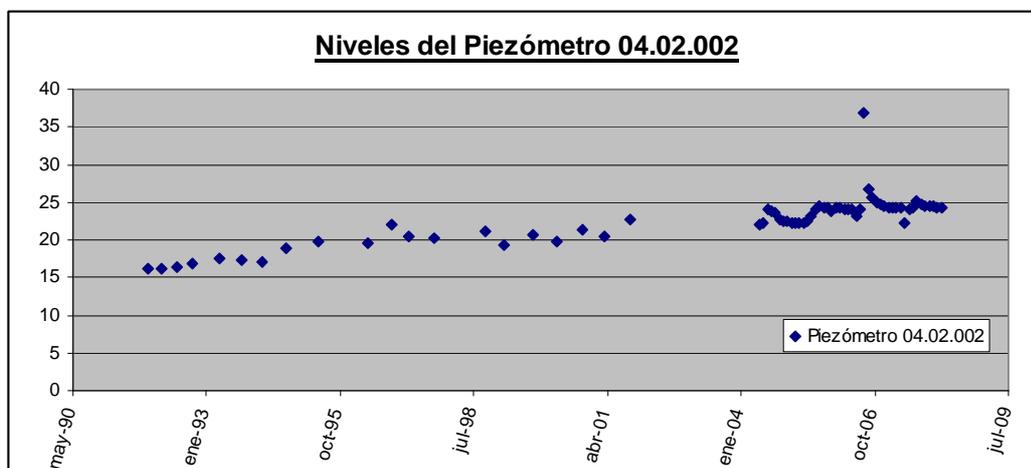
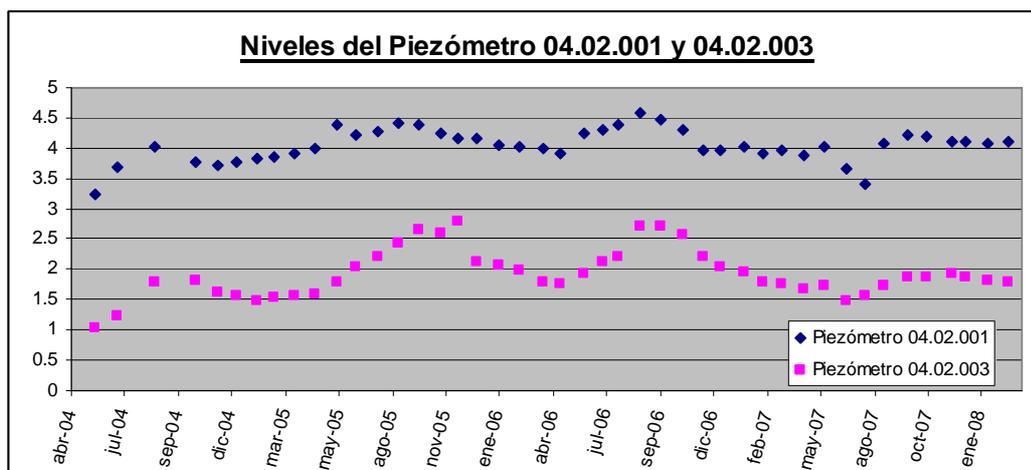
En cuanto a los acuíferos cuaternarios y neógenos asociados a los ríos Amarguillo, Gigüela y Riansares el nivel freático en esos lugares se disponen muy próximos a la superficie, lo

que facilita su explotación con pozos de poca profundidad, pero repercute en un mayor riesgo de contaminación de las aguas.

La totalidad de puntos de control de niveles piezométricos con los que cuenta el Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 4.02 “Lillo-Quintanar” se localiza en la provincia de Toledo, cuyos datos se incluyen en la siguiente tabla:

Unidad hidrogeológica	Código piezómetro	Localidad de ubicación	Provincia	Coordenadas			Fecha inicio medición	Nº mediciones
				UTM X	UTM Y	Cota (msnm)		
Lillo-Quintanar	04.02.001	Villanueva de Alcardete	Toledo	496.204	4.391.078	695	44	28-05-04
	04.02.002	Corral de Almaguer	Toledo	490.587	4.392.822	720	66	19-11-91
	04.02.003	Villacañas	Toledo	478.153	4.390.449	674	44	28-05-04

A continuación se adjunta un gráfico representativo de la profundidad del nivel freático para esos puntos de control.



De los gráficos expuestos es posible deducir que el nivel freático de la unidad a estudio se mantiene constante evidenciándose incluso un ligero aumento de las reservas del mismo (menos de 20.30 cm de elevación del NF).

Los valores del piezómetro 4.02.002. evidencian un aumento en más de 10 m del nivel freático cuyas causas se desconocen.

Parámetros hidráulicos

Transmisividad 50-750 m²/día

8.2.2.2.3. Calidad de las aguas/Hidroquímica

Las aguas subterráneas de esta unidad van de sulfatadas magnésicas a sulfatadas cálcicas, pasando por etapas intermedias que pueden identificarse como sulfatadas cálcico-magnésicas o magnésico-cálcico.

En algunos puntos las aguas de esta unidad se clasifican como no aptas para abastecimiento a la población y para riego como C3S1, C4S1 y C4S2.

Los contenidos en nitratos de las aguas de esta unidad varían de 252 a 1 mg/l, con valores de conductividad entre 1824 y 6650 μ S/cm.

Las aguas subterráneas de esta unidad presentan focos de contaminación puntuales asociados a granjas porcinas y lagares de fabricación de aceite de oliva, que se evidencian por altos contenidos en compuestos nitrogenados y fenoles en las aguas.

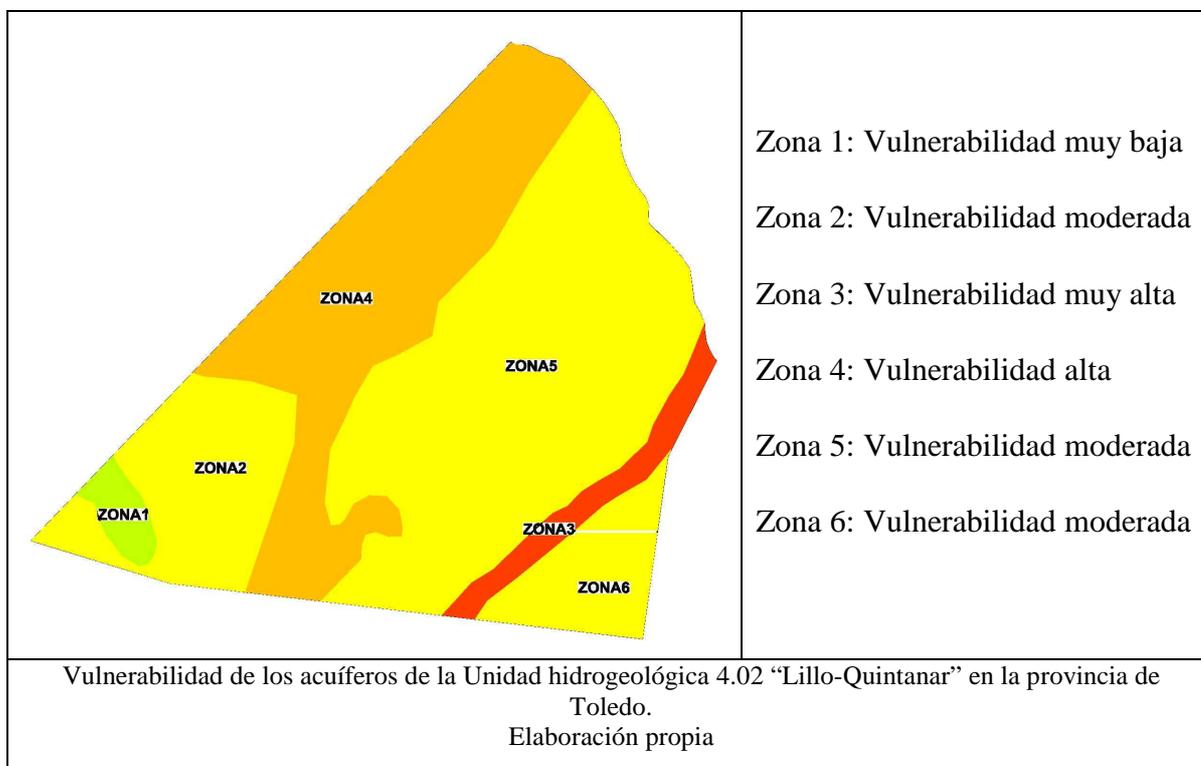
8.2.2.2.4. Riesgos de contaminación

Para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 4.02 “Lillo-Quintanar” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 6 zonas, tal como se

refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



8.2.2.2.5. Zonas protegidas/Humedales

Dentro de esta unidad no se localizan parques naturales ni humedales ni Lugares de interés comunitario (LIC) asociados a humedales.

8.2.2.3. Unidad hidrogeológica 4.03 "Consuegra-Villacañas"

8.2.2.3.1. Identificación y localización geográfica

Límites geográficos

Se localiza al SE del embalse de Turleque, en la provincia de Toledo. Al S limita con los materiales paleozoicos de la Sierra de la Caldelina y la Sierra del Reventón, y al O-NO limita con las Sierrezuelas, y la divisoria Guadiana-Tajo, en las proximidades de Turleque. El límite oriental discurre entre las poblaciones de Quintanar de la Orden, Otero y Alcázar de San Juan, en las provincias de Ciudad Real y Toledo.

Superficie total poligonal (km²): 1 433,42.

Ciudad Real 119,77 km² (8,36% del total)

Toledo 1 313,65 km² (91,64% del total)

Superficie aflorante (km²):

Municipios incluidos: Camuñas, Consuegra, Madridejos, Miguel Esteban, Quero, Quintanar de la orden, Tembleque, Turleque, Urda, Villacaña, Villafranca de los Caballeros y Los Yébenes

Delimitación geológica

La masa de agua limita al norte con la masa de agua de la unidad hidrogeológica Lillo-Quintanar por el contacto de las margas yesíferas del Mioceno medio con las calizas mio-pliocenas. y el contacto de los materiales cuaternarios con las Calizas de los páramos del Mioceno superior.

El límite oriental se localiza en el contacto de los afloramientos mesozoicos de las Sierras de Altomira y los materiales triásicos de baja permeabilidad del Keuper.

Limita al sur con los materiales paleozoicos de las Sierras de la Calderina y del Reventón y al oeste con la divisoria hidrográfica de la cuenca.

Litología dominante: Calizas y dolomías del Cámbrico Inferior

Otras litologías: Gravas, arenas, limos y arcillas de los depósitos Neógenos y Cuaternarios de los ríos Amarguillo, Cigüela y Riansares

Otras características

8.2.2.3.2. Caracterización de las masas de agua

Geología/Hidrogeología

El sustrato de la unidad hidrogeológica 4.03 Consuegra-Villacañas lo constituye un zócalo hercínico constituido principalmente por pizarras y cuarcitas de permeabilidades baja y muy baja.

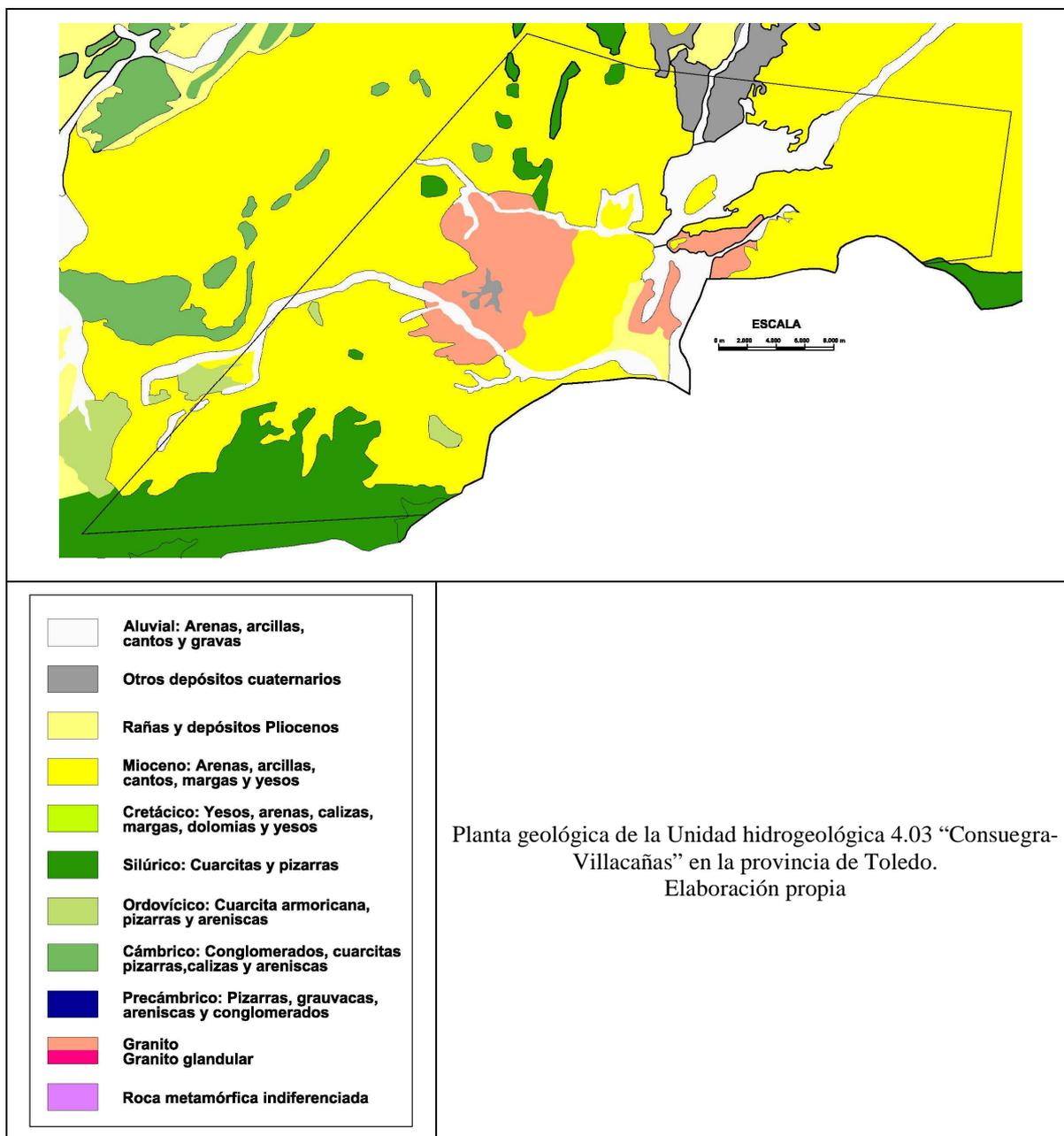
La unidad está constituida fundamentalmente por tres acuíferos, formados por materiales cámbricos y cuaternarios principalmente:

- El acuífero Cámbrico está constituido por calizas y dolomías marmóreas, con potencias entre 70 y 180 m. que afloran en la parte más occidental, y configuran dos dominios prácticamente desconectados entre si y desconectados del resto de los acuíferos.
- El Cuaternario lo forman dos acuíferos de escasa potencia depositados sobre materiales pliocenos de baja permeabilidad:
 - El acuífero aluvial del río Amarguillo, formado por arenas, arcillas, limos y gravas, constituyentes de los fondos de valle, llanuras de inundación y terrazas del río Amarguillo y sus afluentes.
 - El acuífero aluvial de los ríos Gigüela y Riansares está formado por gravas, arenas, limos y arcillas que configuran las terrazas y las llanuras de inundación de estos ríos.

Existen, además de estos tres acuíferos principales, una serie de niveles de areniscas y microconglomerados de edad Triásico medio, que adquieren interés local, y que constituyen cuerpos lenticulares con espesores de hasta 12 m.

También de interés local son las gravas y las arenas del Plioceno inferior, que se encuentran frecuentemente vinculados a los niveles más permeables triásicos, y las calizas del Plioceno superior, que se encuentran generalmente colgadas coronando pequeños cerros.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 4.03 “Consuegra-Villacañas” en la provincia de Toledo.



Zona no saturada

La zona no saturada de esta unidad hidrogeológica lo constituyen los materiales carbonatados pliocenos, materiales detríticos pliocuaternarios y carbonatos del Cámbrico.

Tipo de acuíferos

Las calizas y dolomías del Cámbrico inferior, que presentan una potencia variable entre los 70 y 180 m se comportan como un acuífero libre por figuración/karstificación.

Por su parte, el aluvial del río Amarguillo y los depósitos miocenos adyacentes a este, que pueden definirse como arenas, limos, gravas y arcillas del edad Cuaternaria-Neógeno, presentan un comportamiento principalmente libre, detectándose algún nivel confinado asociado a lentejones arenosos (paleocanales) embebidos en las arcillas terciarias, que evidencia el comportamiento como acuífero mixto.

En cuanto al aluvial de los ríos Cigüela y Riansares, constituido por arenas, limos, gravas y arcillas Neógeno-Cuaternario, ocurre algo similar al acuífero del aluvial del río Amarguillo.

Recarga y descarga

La recarga natural se produce principalmente por infiltración del agua de lluvia y en menor medida, por infiltración de ríos y por transferencia lateral procedente de la unidad hidrogeológica Lillo- Quintanar, con la que limita al norte. Para el conjunto infiltración lluvia y cauces el Plan Hidrológico I de la cuenca del Guadiana estima 54 Hm³/año.

También se produce recarga del acuífero a través de los retornos de riegos agrícolas, siendo este valor muy difícil de cuantificar.

Por su parte, la descarga natural se produce hacia el acuífero aluvial del río Amarguillo, donde este río actúa de drenaje de la escorrentía superficial y subterránea, excepto un pequeño sector en la zona N que drena hacia el Arroyo de la Cañada de Torrejón. Las descargas también se realizan a través de los manantiales y por drenajes hacia los ríos Gigüela y Riansares.

La descarga también se produce a través de bombeos, destinados principalmente al sector agrícola y ganadero (18,6 hm³/año), y en menor medida para abastecimiento urbano e industrial (1,2 y 0,5 hm³/año respectivamente).

Piezometría

La disposición de los niveles freáticos en la zona del acuífero kárstico es coherente con la topografía de la superficie, situándose entre 618 y 723 m.s.n.m.

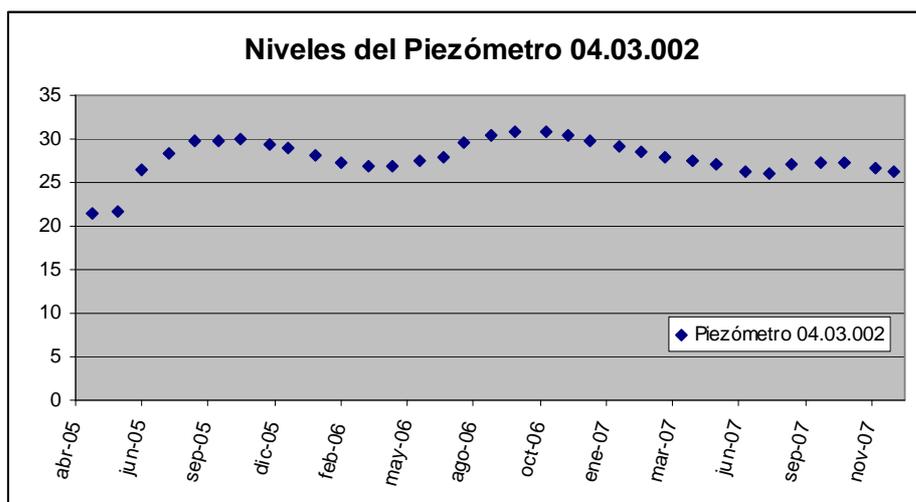
En cuanto a los acuíferos cuaternarios y neógenos asociados a los ríos Amarguillo, Gigüela y Riansares el nivel freático en esos lugares se disponen muy próximos a la superficie, lo

que facilita su explotación con pozos de poca profundidad, pero repercute en un mayor riesgo de contaminación de las aguas.

De los tres puntos de control de niveles piezométricos del Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 4.03 “Consuegra-Villacañas” uno de ellos se localiza en la provincia de Toledo, cuyos datos se incluyen en la siguiente tabla:

Unidad hidrogeológica	Código piezómetro	Localidad de ubicación	Provincia	Coordenadas			Fecha inicio medición	Nº mediciones
				UTM X	UTM Y	Cota (msnm)		
Consuegra-Villacañas	04.03.002	Quero	Toledo	474.591	4.371.104	650	06-07-04	43

A continuación se adjunta un gráfico representativo de la profundidad del nivel freático para ese punto de control.



De estos gráficos es posible deducir que esta unidad en la zona enmarcada dentro de la provincia de Toledo está sufriendo un importante descenso de las reservas, como consecuencia del aumento de los volúmenes bombeados.

Destacar también la variabilidad estacional del nivel freático

Parámetros hidráulicos

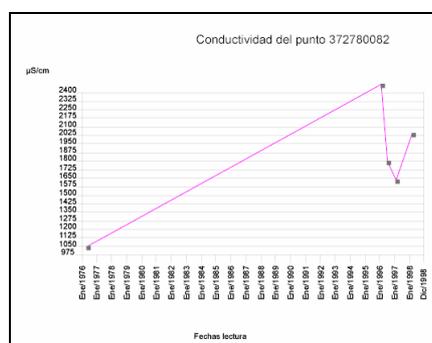
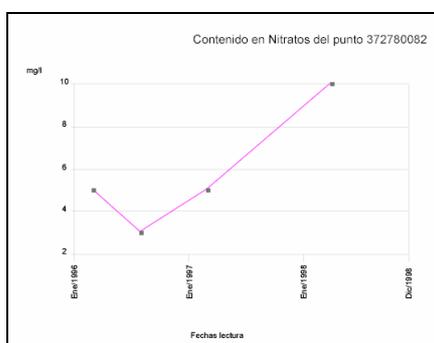
Transmisividad 2-522 m²/día

8.2.2.3.3. Calidad de las aguas/Hidroquímica

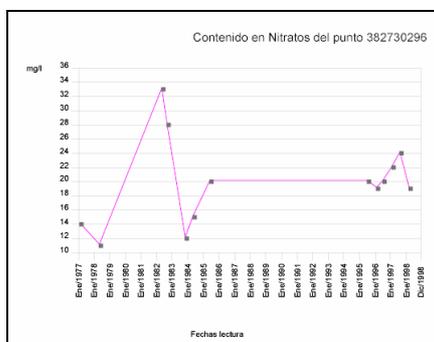
Las aguas de esta unidad son de tipo sulfatadas cálcicas a cloradas cálcicas.

Las aguas de esta unidad en muchos lugares no aptas para abastecimiento urbano al presentar contenidos en nitratos, según datos del IGME, que llegan a superar los 190 mg/l, con valores mínimos de 9,5 mg/l; así como conductividades máximas de 6170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mínimas de 682 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A continuación se adjuntan algunos gráficos de la evolución del contenido en nitratos y de la conductividad proporcionados por el IGME:



X = 450106 Y = 4379325 Z = 140



X = 476674 Y = 4384681 Z = 84

De estos gráficos es posible deducir un descenso de calidad de las aguas subterráneas hasta un 1998-1997 años en los que se produce un cambio de modo de gestión de las aguas subterráneas.

Del mismo modo, según la clasificación de la *US Salinity Laboratory*, basada en la concentración total de las sales solubles en las aguas a partir de la conductividad y la concentración relativa del sodio con respecto al calcio y magnesio (índice SAR), las aguas de esta unidad se clasifican para riego como C2S1, C3S1, C4S1 y C4S2, pudiendo afirmarse que las aguas no son adecuadas para el riego de cultivos poco tolerables, tales como frutales (peral, manzano, naranjo, almendro, ciruelo, melocotonero y limonero, entre otros), hortalizas como los rábanos y apio y leguminosas como las judías verdes.

La contaminación por nitratos a la que se hace referencia presenta una localización dispersa, puntualmente acusada en zonas de ganado estabulado y/o con agricultura intensiva.

Con carácter puntual y asociado a algunas localidades enmarcadas dentro de la unidad se registran altos contenidos de residuos sólidos y líquidos disueltos en las aguas.

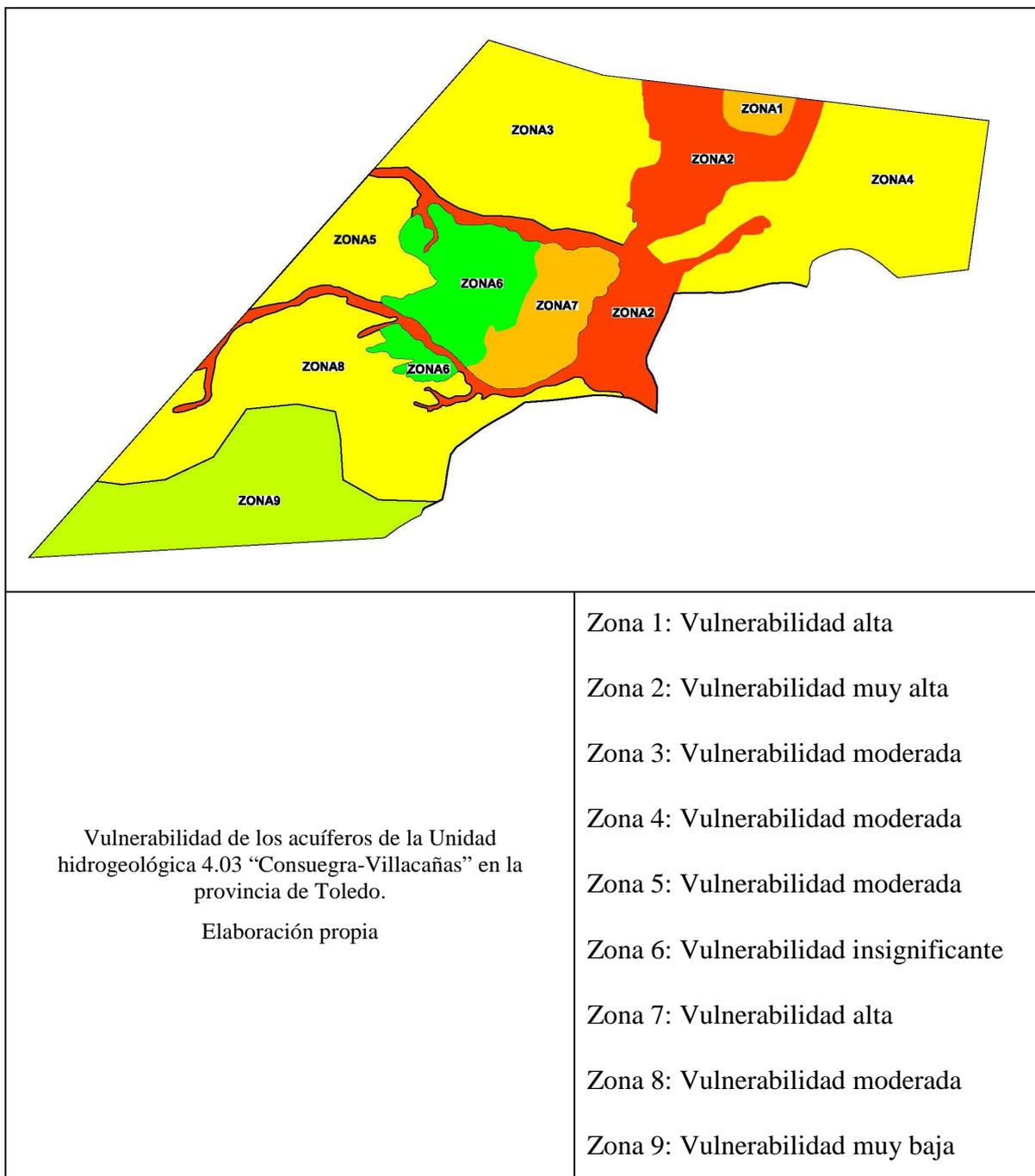
Menos importante, pero no por ello despreciable, se ha registrado en las aguas subterráneas de esta unidad altos contenidos de materia orgánica y temperaturas elevadas, asociados a focos industriales y agrícolas.

8.2.2.3.4. Riesgos de contaminación

Al igual que en el resto de unidades hidrogeológicas enmarcadas dentro de la provincia de Toledo, para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 4.03 “Consuegra-Villacañas” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 9 zonas, tal como se refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



8.2.2.3.5. Zonas protegidas/Humedales

Dentro de esta unidad y constituyendo un área de descarga de las aguas de la misma, se enmarcan las Lagunas de Alcázar de San Juan (Yeguas y camino de Villafranca), más conocidas como las lagunas Grande y Chica de Villafranca de los Caballeros (Ciudad Real), con un área total de 1,915 km².

8.2.2.4. Unidad hidrogeológica 4.07 “Bullaque”

8.2.2.4.1. Identificación y localización geográfica

Superficie total poligonal (km²): 1 600,43

Ciudad Real 1 519,26 (94,9 % del total)

Toledo 81,17 (5,1 % del total)

Superficie aflorante (km²): 750

Municipios de la provincia de Toledo incluidos totalmente: Ninguno

Municipios de la provincia de Toledo incluidos parcialmente: Hontanar, San Pablo de los Montes, Las Ventas con Peña Aguilera y Los Yébenes.

Delimitación geológica

El límite geológico al norte lo constituyen una intrusión de granitos y granitos granulares enmarcados dentro de los Montes de Toledo.

Al oeste limita con las pizarras, areniscas y conglomerados precámbricos y las cuarcitas, conglomerados, calizas y pizarras predominantes en el Cámbrico, Ordovícico y Silúrico además de los granitos intrusivos que constituyen los Montes de Toledo.

En el límite al este se enmarca en el contacto de los afloramientos mesozoicos de las Sierras de Altomira y los materiales triásicos de baja permeabilidad del Keuper.

Limita al sur con las calizas, margocalizas, volcánicos, arcillas, gravas, arenas y margas Neógeno-Cuaternario de la Unidad hidrogeológica UH 4.05 “Ciudad Real”.

Litología dominante: Arenas, gravas y arcillas de edad Neógeno-Cuaternario.

Otras litologías: -

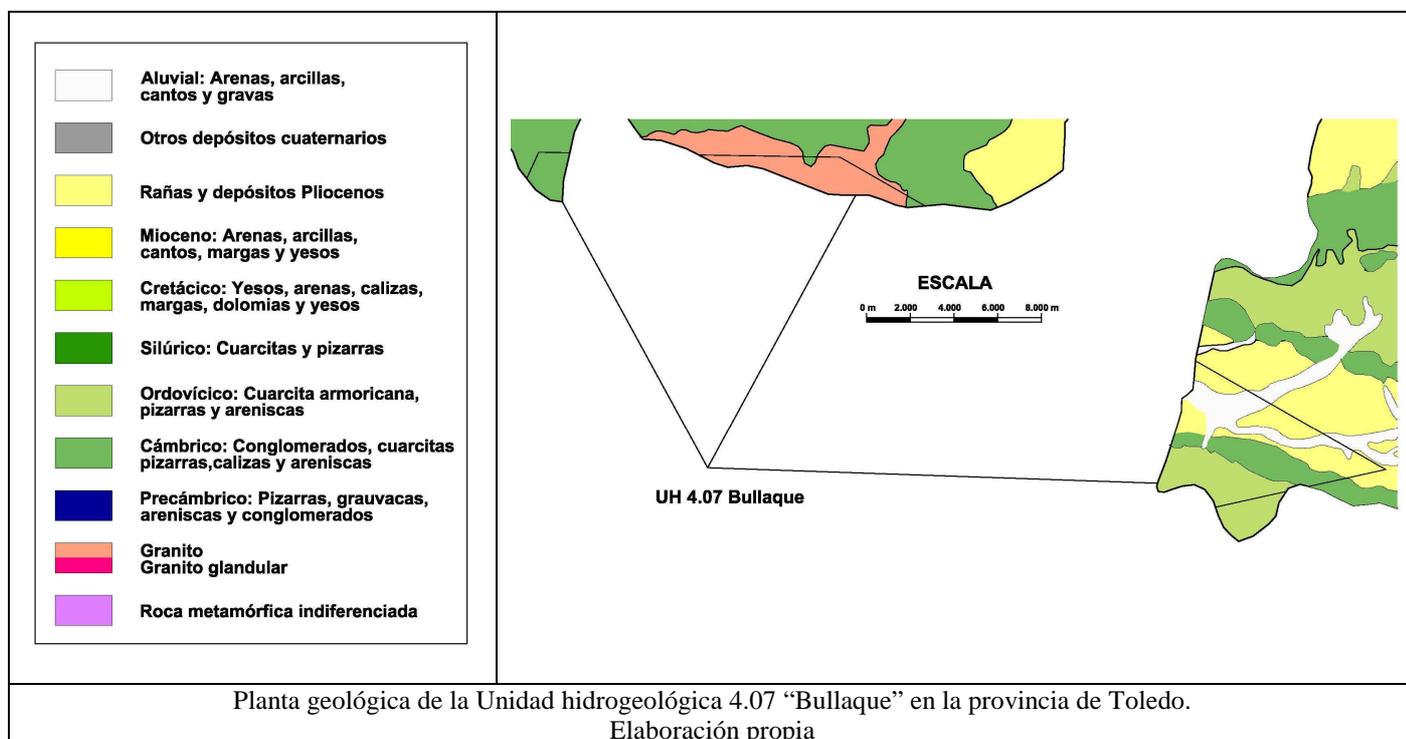
Otras características

8.2.2.4.2. Caracterización de las masas de agua

Geología/Hidrogeología

Geológicamente la superficie de esta unidad se caracteriza por un cauce excavado en materiales Cámbrico, Ordovícico y Silúrico además de los granitos intrusivos, que tras una serie de deposiciones a largo de los años al rellenarse la cuenca con materiales procedentes de los montes de Toledo han dado lugar a una morfología llana contrarrestada por la estribaciones de los sistemas montañosos adyacentes.

A continuación se incluye de manera esquemática la Planta geológica de la Unidad hidrogeológica 4.07 “Bullaque” en la provincia de Toledo.



Zona no saturada

La zona no saturada lo constituyen los materiales Terciarios y Cuaternarios constituidos por Arenas, arcillas, gravas y limos.

Nivel impermeable de base

El impermeable de base de esta unidad viene definido por los materiales paleozoicos y precámbricos constituidos por pizarras, grauvacas, areniscas y cuarcitas.

Tipo de acuífero

La totalidad de los materiales que constituyen la unidad hidrogeológica constituyen a nivel general un acuífero mixto, donde se alternan zonas de funcionamiento del acuífero como libre, tal es el caso de los materiales cuaternarios asociados a depósitos aluviales y los materiales miocenos más superficiales, con otras en las que se evidencia un carácter confinado del mismo, asociados a los lentejones arenosos.

Recarga y descarga

La recarga de la unidad se produce principalmente mediante la infiltración del agua de lluvia y retorno de cauces, valores que según El Plan Hidrológico I de la Cuenca del Guadiana rondan los 17 hm³/año; y en menor medida de los retornos de riego.

La descarga natural se produce por manantiales y hacia los ríos.

La descarga artificial de bombeos, estimándose valores del orden de 3 hm³/año y cuyo destino principal es agrícola y ganadero, y en menor medida para abastecimiento urbano y/o industrial.

Piezometría

En esta unidad la superficie piezométrica varía entre los 514 y los 793 msnm, valor muy influenciado por la topografía existente.

No se cuenta con cuatro puntos de control de niveles piezométricos del Ministerio de Medio Ambiente enmarcados en la unidad hidrogeológica 4.07 “Bullaque” en la provincia de Toledo.

Parámetros hidráulicos

Transmisividad 1 - 1829 m²/día. Generalmente los valores más elevados de transmisividad se asocian a los cauces aluviales actuales.

Coefficiente de almacenamiento 0.01 - 0.2

8.2.2.4.3. Calidad de las aguas/Hidroquímica

Las aguas subterráneas de esta unidad van de Bicarbonatada cálcica a Bicarbonatada-clorurada cálcico-magnésica.

Se clasifican como aguas generalmente aceptables para abastecimiento y para riego como variables entre C2S1, C3S1, C1S1 que corresponden a aguas de media a baja salinidad, con algún nivel puntual de alta salinidad; y contenido en sodio bajo con algún valores puntuales que llegan alcanzar un contenido medio.

Los contenidos en nitratos de las aguas de esta unidad varían, según datos del IGME, de 1,3 a 38,3 mg/l, evidenciándose los escasos contenidos en nitratos. En cuanto a los valores de conductividad se enmarcan dentro del rango comprendido entre 30 y 1377 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pudiendo adoptar valores medios del orden de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las aguas subterráneas de esta unidad presentan focos de contaminación puntuales asociados a agricultura, especialmente en la zona de Piedrabuena (Ciudad Real) no llegando a ser valores muy importantes.

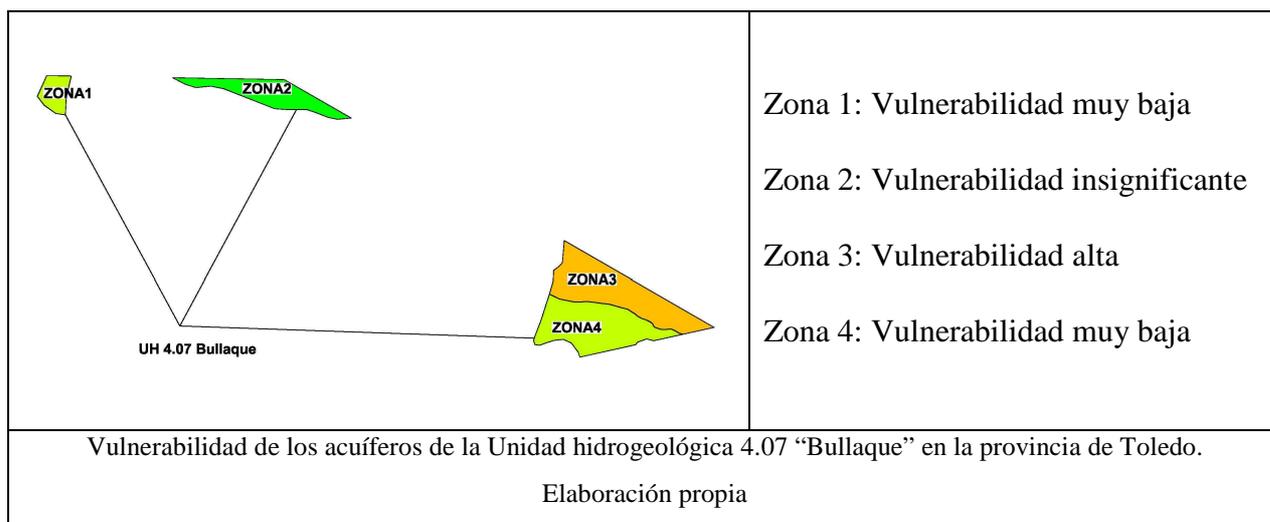
También se tiene datos sobre un grado ligero de contaminación urbana con un carácter puntual asociado a zonas urbanas (pozos negros) que se evidencian por altos contenidos en compuestos nitrogenados.

8.2.2.4.4. *Riesgos de contaminación*

Para analizar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de esta unidad en la provincia de Toledo se ha seguido el método DRASTIC (Aller et al., 1987) que clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio.

Este método valora como parámetros: profundidad del nivel freático, recarga del acuífero, litología y estructura del medio acuífero, tipo y naturaleza del suelo, pendiente del terreno, naturaleza de la zona no saturada y la permeabilidad o conductividad hidráulica.

En función de estos parámetros la parte de la Unidad hidrogeológica 4.07 “Bullaque” enmarcada en la provincia de Toledo se ha agrupado en 4 zonas, tal como se refleja en la figura adjunta, obteniéndose los siguientes resultados para cada una de estas zonas:



8.2.2.4.5. Zonas protegidas/Humedales

Dentro de esta unidad se localiza 99,496 km² del Parque Nacional de la Red Estatal parque de Cabañeros.

En la superficie ocupada por esta unidad no se han identificado humedales.

8.2.2.5. Zonas de baja permeabilidad

Se trata de zonas con acuíferos aislados o sin acuíferos, incluyendo en esta clasificación las zonas cuya pobreza de recursos sólo permite la satisfacción de reducidas demandas puntuales, al no poseer un volumen de recursos suficiente para llevar a cabo un aprovechamiento a escala regional.

En la parte de la cuenca hidrográfica del Guadiana enmarcada dentro de la provincia de Toledo las zonas de baja permeabilidad se corresponden con los materiales paleozoicos constituidos por pizarras, cuarcitas y grauvacas en su mayor parte, además de los materiales ígneos precámbricos y paleozoicos y algunos materiales detríticos mesozoicos y terciarios considerados localmente como impermeables.

Los caudales de estas zonas de baja permeabilidad son exiguos y las captaciones frecuentemente quedan en seco en épocas de acusado estiaje o tras intensos bombeos, presentando un periodo de recuperación muy lento.

9. Contaminación por nitratos

9.1. DESCRIPCIÓN

Un aspecto muy a tener en cuenta en un estudio hidrogeológico de este tipo, dada las repercusiones negativas que están provocando sobre la calidad de las aguas subterráneas, es la determinación áreas como zonas vulnerables a la contaminación de las aguas producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Como se ha mencionado a lo largo del presente documento la contaminación de las aguas subterráneas por compuestos nitrogenados, tiene entre sus causas principales la producción agraria intensiva, en referencia a la aplicación excesiva o inadecuada de los fertilizantes nitrogenados en la agricultura, fenómeno cada vez más acusado que se manifiesta especialmente en un aumento de la concentración de nitratos en las aguas.

En el convenio específico suscrito entre el Instituto Tecnológico Geominero de España y la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, se realizó un exhaustivo estudio sobre los problemas de contaminación de origen agrario que afectan actualmente a las aguas subterráneas en Castilla-La Mancha, detectándose claramente cuatro zonas susceptibles de ser declaradas vulnerables:

- Mancha Oriental
- Lillo-Quintanar-Ocaña-Consuegra-Viilacañas
- Alcarria-Guadalajara
- Madrid-Talavera-Tietar

De estas 4 zonas susceptibles de ser declaradas vulnerables, dentro de la provincia de Toledo se sitúan dos de ellas, que son la zona “Lillo - Quintanar - Ocaña - Consuegra – Villacañas” y la zona “Madrid - Talavera – Tiétar”

9.2. ZONA LILLO –QUINTANAR - OCAÑA - CONSUEGRA - VILLACAÑAS

Esta zona definida como vulnerable engloba un territorio coincidente aproximadamente con los límites de las Unidades Hidrogeológicas 03.08 “Ocaña”, 04.02 “Lillo-Quintanar” y 04.03 “Consuegra-Villacañas”, todas ellas con una proporción importante de su superficie aflorante enmarcada dentro de la provincia de Toledo.

Entre las causas que han hecho definirla como zona vulnerable están:

- Existencia de una importante carga de nitrógeno mineral aplicada al suelo, que puede cifrarse en unas 12.687 t de N/año, que representa el 64,62% de las aportaciones totales, la carga de nitrógeno orgánico es de 315 t, que representa el 1,61% y otros aportes representan el 33,77% restante. Teniendo en cuenta las extracciones, que son 14.045 t, nos queda un excedente de 5.587 año.
- La vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en la zona es alta en la mayor parte de la superficie.
- La utilización de las aguas subterráneas de la zona para consumo público es muy frecuente, abasteciéndose exclusivamente mediante ellas gran número de los 43 municipios, que afectan a una población actual de 136.022 habitantes.
- El contenido en nitratos de las aguas subterráneas en la zona es elevado; situándose el 74% de los municipios controlados por encima de 50mg/l, el 21% se encuentran en entre el 25<50 mg/l y el 5% el contenido es inferior a 25 mg/l.

Los municipios enmarcados dentro de la zona Lillo- Quintanar - Ocaña - Consuegra – Villacañas identificada como vulnerable y que se enmarcan dentro de la provincia de Toledo son: Cabañas de Yepes, Cabezamesada, Ciruelos, Corral de Almaguer, Dosbarrios, La Guardia, Huerta de Valdecarábanos, Lillo, Noblejas, Ocaña, Ontígola, Quintanar de la Orden, El Romeral, Santa Cruz de la Zarza, Villanueva de Alcardete, Villarrubia de Santiago, Villatobas, Yebes, Camuñas, Consuegra, Madridejos, Miguel Esteban, La Puebla de Almoradiel, Quero, Tembleque, Turleque, Urda, Villacañas, La Villa de Don Fadrique y Villafranca de los Caballeros.

9.3. MADRID-TALavera-TIÉTAR

Esta zona presenta un territorio coincidente con los límites de las Unidades Hidrogeológicas 03.05 “Madrid-Talavera” y 03.09 “Tiétar”, con una superficie de 665.073 ha.

La identificación como zona vulnerable se debe a:

- Importante carga de nitrógeno mineral aplicada al suelo, de 16.690 t de N/año, que representa el 46,02% de las aportaciones totales, la carga de nitrógeno orgánico es de 953 t/N/año, que representa el 2,63% y otros aportes, representan el 51,35 % restante. Teniendo en cuenta las extracciones, que son 22.753 t, quedando un excedente de 13.515 t de N/año.

- Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en la zona es alta, sobre todo, en las vegas bajas del Tajo, Alberche y Guadarrama, que tienen materiales detríticos terciarios, cuaternarios y pliocuaternarios de tipo arcósico con matriz arcilloso en proporción variable, que albergan los acuíferos de las Unidades Hidrogeológicas 03.05 y 03.09 Madrid-Talavera y Tiétar.
- Utilización de las aguas subterráneas de la zona para consumo público muy frecuente, abasteciéndose exclusivamente mediante ellos 16 municipios de los 112 a que afecta, con una población actual de 323.983 habitantes.
- El contenido en nitratos de las aguas subterráneas en la zona es elevado, situándose el 53% de los municipios controlados por encima de 50 mg/l, el 30% se encuentran entre el 25<50 mg/l. y el 17% inferior a 25 mg/l.

Los términos municipales de la provincia de Toledo identificados como vulnerables son un total de 115: Albarreal de Tajo, Alcabón, Alcañizo, Alcaudete de la jara, Alcolea de Tajo, Aldeaencabo, Adeaueva de Barbarroya, Almorox, Arcicollar, Argés, Barcience, Bargas, Belvís de la Jara, Burujón, Cabañas de la Sagra, Calera y Chozas, Camarena, Camarenilla, Cardiel de los Montes, Carmena, El Carpio de Tajo, Carranque, Carriches, El Casar de Escalona, Casarrubios del Monte, Castillo de Bayuela, Cazalegas, Cebolla, Cedillo del Condado, Los Cerralbos, Cervera de los Montes, Chozas de Canales, Domingo Pérez, Erustes, Escalona, Escalonilla, Fuensalida, Gálvez, Garciotun, Gerindote, Guadamur, Las Herencias, Hinojosa de San Vicente, Hormigos, Huecas, Illán de Vacas, Illescas, Lominchar, Lucillos, Magán, Malpica de Tajo, Maqueda, la Mata, Mejorada, Méntrida, Mesegar de Tajo, Montearagón, Navahermosa, Los Navalmorales, Los Navalucillos, Nombela, Novés, Numancia de la Sagra, Nuño Gómez, Olías del Rey, Oropesa, Otero, Palomeque, Paredes de Escalona, Pelafustán, Pepino, Polán, Portillo de Toledo, La Puebla de Montalbán, La Pueblanueva, Quismondo, Recas, Retamoso, Rielves, San Bartolomé de las Abiertas, San Martín de Montalbán, San Martín de Pusa, San Román de los Montes, Santa Ana de Pusa, Santa Cruz del Retamar, Santa Olalla, Segurilla, Talavera de la Reina, Toledo, Torrecilla de la Jara, Torre de Esteban Hambrán, Torrico, Torrijos, Ugena, Valmojado, Las Ventas de Retamosa, Villaluenga de la Sagra, Villamiel de Toledo, Villarejo de Montalbán, El Viso de San Juan, Yuncler, Yunclillos, Yuncos, Santo domingo-Caudilla, Alcañizo, Caleruela, Calzada de oropesa, Herrerueta de oropesa, Lagartera, oropesa, Torralba de Oropesa, Torrico, Valdeverdeja, Velada y Las Ventas de San Julián

10. Bibliografía

10.1. PUBLICACIONES

Ália Medina, M.; Fuster, J.M., y San José, M.S. “*Mapa geológico de España E. 1:200.000.Síntesis de la Cartografía existente. Toledo Hoja nº 53*”. Instituto Geológico y Minero de España.

Comba, J.A. y otros (1983). “*Libro Jubilar J.M. Ríos. Geología de España*”. Instituto Geológico y Minero de España.

Fuster, J.M., y Arriba, A. “*Mapa geológico de España E. 1:200.000.Síntesis de la Cartografía existente. Talavera de la Reina Hoja nº 52*”. Instituto Geológico y Minero de España.

Mateo, Patricia (2004). “*Enjoy Castilla La Mancha*”. Mateo Mateo Comunicación.

Nuche del Rivero, Rafael (2003). “*Patrimonio Geológico de Castilla La Mancha*”. ENRESA.

Palop Piqueras, Jaime y otros (2007). “*Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de la Cuenca Hidrográfica del Tajo. Programa Actuación para la Gestión y Utilización del Agua (AGUA)*”. Ministerio de Medio Ambiente.

Real Decreto 927/1988 de 29 de julio. “*Plan Hidrológico I de la Cuenca del Guadiana*”. Confederación Hidrográfica del Guadiana.

Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio.”*Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo*”. Confederación Hidrográfica del Tajo.

Real Decreto 13/2008, de 11 de enero. “*Plan Especial Alto Guadiana (PEAG)*”. Confederación Hidrográfica del Guadiana.

10.2. PÁGINAS WEB

<http://aguas.igme.es/uhe/extcall.asp?clave>. “*Unidades hidrogeológicas de España – Datos Básicos*”. Instituto Geológico y Minero de España.

<http://www.acazorla.com/geoiberia/index.htm>. “*Geología de España*”. Geoiberia.

<http://www.chguadiana.es/>. “*Confederación Hidrográfica del Guadiana*”. Ministerio de Medio Ambiente.

<http://www.chtajo.es/>. “Confederación Hidrográfica del Tajo”. Ministerio de Medio Ambiente.

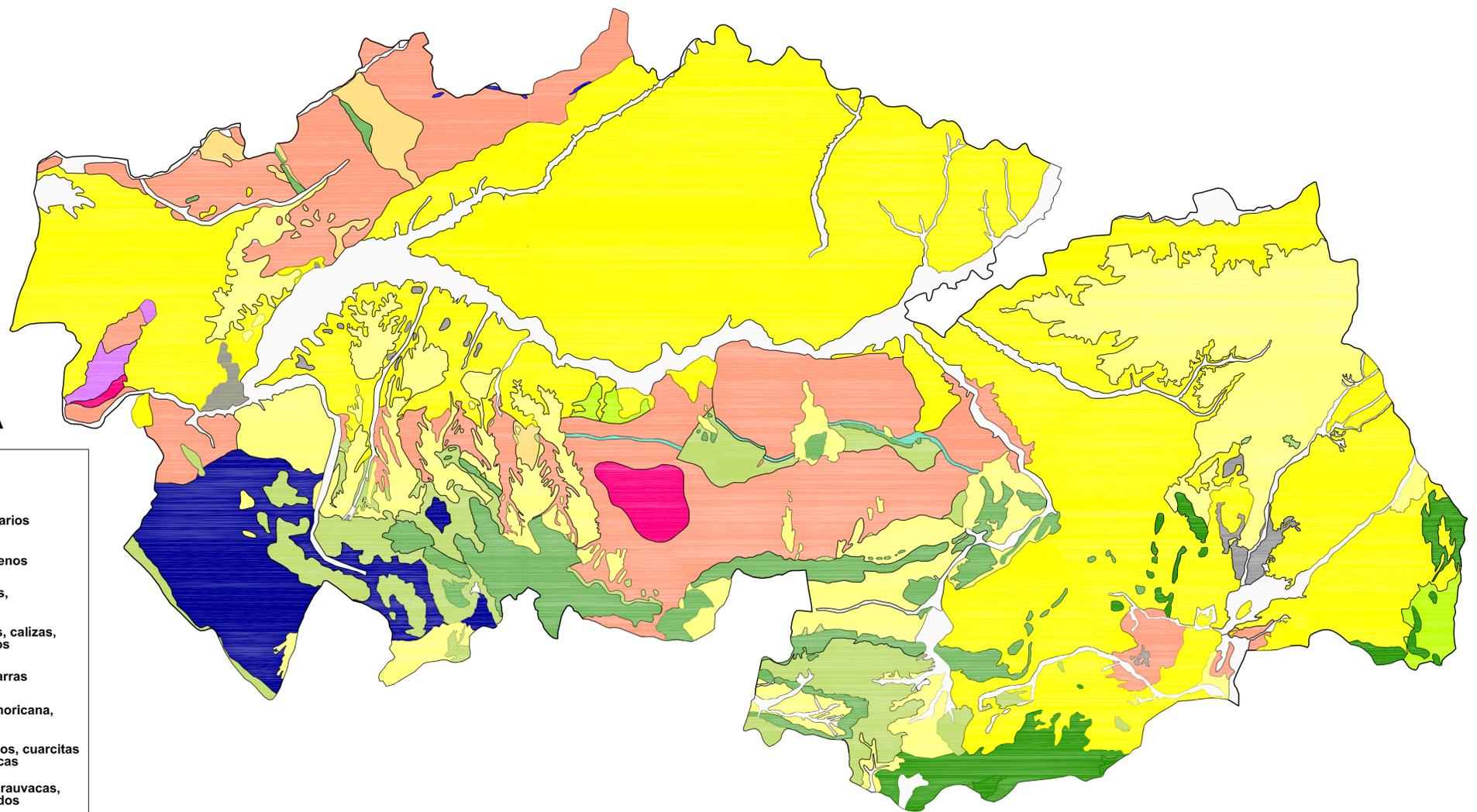
<http://www.jccm.es/medioambiente/index.htm>. “Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural”. Junta de Comunidades de Castilla la Mancha

<http://www.ine.es/>. “Instituto Nacional de Estadística”.

Apéndice 1. Planta geológica de la provincia de Toledo

LEYENDA

-  Aluvial: Arenas, arcillas, cantos y gravas
-  Otros depósitos cuaternarios
-  Rañas y depósitos Pliocenos
-  Mioceno: Arenas, arcillas, cantos, margas y yesos
-  Cretácico: Yesos, arenas, calizas, margas, dolomias y yesos
-  Silúrico: Cuarcitas y pizarras
-  Ordovícico: Cuarcita armoricana, pizarras y areniscas
-  Cámbrico: Conglomerados, cuarcitas pizarras, calizas y areniscas
-  Precámbrico: Pizarras, grauwacas, areniscas y conglomerados
-  Granito
Granito glandular
-  Roca metamórfica indiferenciada



PROYECTO
ATLAS DEL MEDIO HÍDRICO
DE LA PROVINCIA DE TOLEDO

ESCALA
0 m 10.000 20.000 30.000 40.000 m

TÍTULO
PLANTA GEOLÓGICA DE LA PROVINCIA DE TOLEDO