

**BEDMAR Y GARCÍEZ**

## 1.-GENERALIDADES

El municipio de Bedmar y Garcíez tiene una población residente estable de 3.210 habitantes en enero de 2005 de los que 2.733 corresponden a Bedmar, 474 a Garcíez y los 3 restantes a la Ermita y Torreón de Cuadros. El incremento estacional se estima en aproximadamente 750 habitantes. La demanda base, calculada en función de una dotación teórica media de 220 l/hab/día, es de 706 m<sup>3</sup>/día. En los meses de verano, julio, agosto y septiembre, sube a una demanda aproximada de 871 m<sup>3</sup>/día. Esto representa una demanda aproximada de 273.000 m<sup>3</sup>/año. El consumo real es de 215.449 m<sup>3</sup>/año, con un consumo base de 526 m<sup>3</sup>/día y punta de 692 m<sup>3</sup>/día.

El abastecimiento se realiza desde un sondeo y dos manantiales, localizados dentro del propio término municipal. El sondeo, denominado Cuevas Negras o también Carratraca (203820027), capta materiales carbonatados de la Masa de Agua Subterránea (M.A.S.) 05.14 "Bedmar-Jódar". Junto a este existe un segundo sondeo denominado Cuevas Negras I (203820014) que se utilizaba anteriormente para el abastecimiento pero que actualmente está fuera de servicio. Los manantiales son los denominados Sistillo 2 (203820004) y Sistillo 1 (203820005) y drenan el agua de la M.A.S 05.21 "Sierra Mágina". A ambos manantiales se les conoce también como Manantiales o Nacimiento del Río Cuadros.

El sondeo 203820027 se localiza en paraje conocido como Cuevas Negras, al pie del cerro Cueva del Aire. El nivel piezométrico se situaba a 63,84 m de profundidad en 1994, a cota aproximada de 646 m s.n.m.. Suministra un caudal próximo a los 25 l/s.

Los manantiales de Sistillo 1 y 2 se localizan a 4 y 4,5 km en línea recta al sur de Bedmar, en las proximidades de la Ermita de Cuadros. Tienen caudales medios del orden de 290 y 25 l/s que son utilizados para abastecimiento y riego.

El abastecimiento se basa en Sistillo 2 usándose el Sistillo 1 como apoyo cuando el primero disminuye su caudal en estiaje. Asimismo, cuando el caudal de

ambos manantiales no cubre toda la demanda, el suministro se complementa con el agua procedente del sondeo Cuevas Negras. El sondeo Cuevas Negras I, situado junto al Cuevas Negras, está equipado pero tiene problemas de arrastres (lodo) que lo inhabilitan totalmente.

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento se almacena en siete depósitos que proporcionan una capacidad total de regulación de 2.289 m<sup>3</sup>. La capacidad óptima calculada para situaciones de demanda punta es de 1.307 m<sup>3</sup>, considerándose suficiente la existente.

La gestión del servicio de abastecimiento es municipal.

En la fichas resumen adjuntas se presentan los datos anteriormente citados junto con un resumen de las infraestructuras. En el mapa a escala 1:25.000 que también se adjunta se indican las captaciones y los depósitos de abastecimiento, la red de distribución en alta de abastecimiento urbano y los focos potenciales de contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas.

## 2. – INFRAESTRUCTURA

### 2.1. – DESCRIPCIÓN

#### CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

1. "Sondeo Cuevas Negras" CA23902002 (203820027): Capta materiales carbonatados de la M.A.S. 05.14 "Bedmar-Jódar". Tiene una profundidad de 120 m y un diámetro de perforación de 450 mm. Se sitúa a cota 710 m s.n.m.. Está entubado con tubería metálica de 400 mm de diámetro interior.

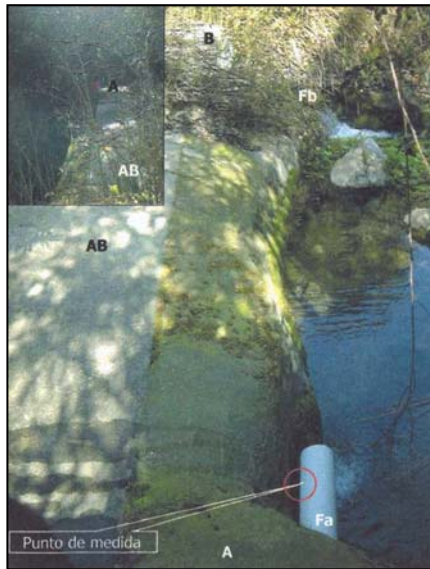


Su caudal de explotación es de aproximadamente 25 l/s (según base de datos AGUAS del IGME). El nivel dinámico se situaba a 63,84 m de profundidad el día 30 de noviembre de 1994, a cota aproximada de 646 m s.n.m.. Está instalado con una electrobomba sumergible de 16 C.V.. La tubería de impulsión es metálica.

El sondeo no dispone de tubo piezométrico para el control de los niveles estático y dinámico ni de caudalímetro para la medida del caudal bombeado. Tampoco dispone de espita tomamuestras. Debido a la carencia de los dos primeros elementos no se pudo llevar a cabo la encuesta de cuantificación.



**2. " Sistillo 2" CA23902003 (203820004):** Situado en la margen derecha del Río Bedmar, en las proximidades de la Ermita de Cuadros, a cota 666,10 m s.n.m. drena los recursos de los materiales carbonatados de la M.A.S. 05.21 "Sierra Mágina".



La captación consiste en una galería de unos 10-12 m de longitud con 60 cm de anchura que discurre paralela al arroyo a menos de un metro de profundidad y desagua en un registro en la margen derecha de una pequeña represa que oculta un tubo por el que se comunica con un segundo registro. Ambos se comunican con un tercer registro desde el que parte un tubería que pasa por Sistillo 1. Tiene un caudal variable entre algo más de 50 l/s y prácticamente cero.

Se localiza a unos 4,5 km m en línea recta al sur de Bedmar. El acceso se realiza por la carretera comarcal JV-3222, hasta la zona de acampada de Los Cuadros; desde ahí, 700 m por una vereda en la margen izquierda del Río Bedmar en dirección sur.

El agua va por gravedad hasta una pequeña estación de bombeo desde la que se eleva al depósito del Almendro Gordo. →



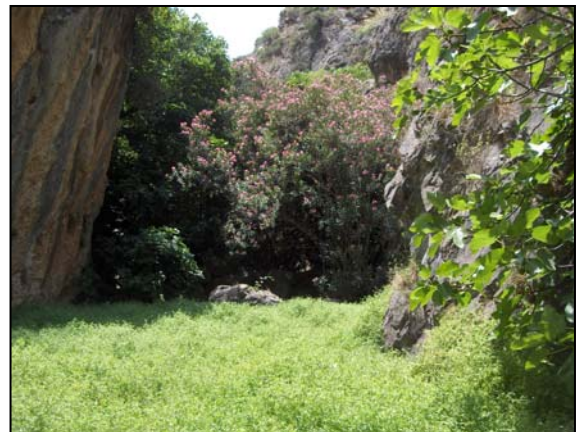
**3. " Sistillo 1" CA23902001 (203820005):** Situado en el Río Bedmar en una zona donde el río se encaja en los materiales dolomíticos en las proximidades de la Ermita de Cuadros, a cota 628,32 m s.n.m.. Drena los recursos de los materiales carbonatados de la M.A.S. 05.21 "Sierra Mágina".



La captación consiste en una arqueta en el río junto a la surgencia desde la que parte una tubería que conduce el agua por gravedad hasta los motores que la bombean junto al agua procedente de Sistillo 2, al depósito del Almendro Gordo. Tiene un caudal medio de 287 l/s con máximos de 2.800 l/s. Se usa para abastecimiento de Bedmar y

Garcíez sobre todo en periodos de estiaje y para riego.

Al igual que al manantial de Sistillo 1, el acceso se realiza por la carretera comarcal JV-3222, hasta la zona de acampada de Los Cuadros; desde ahí, 150 m por una vereda en la margen izquierda del Río Bedmar en dirección sur.





## DEPÓSITOS

Existen siete depósitos de regulación en uso:

- **DE23902001:** Denominado del Castillo, se sitúa a 690 m s.n.m.. Su base es rectangular y está fabricado de hormigón con 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad total. Se



abastece desde los depósitos de El Pelotar y Carratraca y desde él se suministra agua al casco urbano de Bedmar, al barrio de Casas Nuevas (Depósito de Peña Marta), a Garcíez (Depósitos de Camino de Jódar y La Cantera) y al polígono industrial. En él se lleva a cabo la cloración.

- **DE23902002:** Denominado del Pelotar, se sitúa a 687 m s.n.m.. Se trata de dos depósitos, uno de ellos de planta rectangular y el otro circular fabricados en hormigón no comunicados entre sí.

Su capacidad de almacenamiento total es de 539 m<sup>3</sup>. Se abastecen del depósito de Almendro Gordo y actúan como depósitos de paso además de suministrar agua a la zona de Pililla del núcleo de Bedmar y al depósito del Castillo desde el que también puede abastecerse.



- **DE23902003:** Denominado Almendro Gordo o Loma, se sitúa a 640 m s.n.m.. Tiene planta circular y está fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 260 m<sup>3</sup>. Se abastece de los manantiales de Sistillo y actúa como depósitos de paso. Actualmente existen tomas (sin clorar) para una

serie de chalets. Este depósito se eliminará cuando se instale una nueva conducción (según informador local).

- **DE23902004:** Denominado Peña Marta, se sitúa a 730 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 50 m<sup>3</sup>. Se abastece del depósito del Castillo y suministra agua al barrio de Casas Nuevas (Bedmar).
- **DE23902005:** Denominado de la Cantera, se sitúa a 465 m s.n.m.. Tiene planta circular y está fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de



150 m<sup>3</sup> y en él se clora el agua aunque habitualmente viene clorada. Se abastece del depósito del Castillo y suministra agua a parte del núcleo de Garcíez. Se encuentra en mal estado de conservación.

- **DE23902006:** Denominado del Camino de Jódar, se sitúa a 490 m s.n.m.. Tiene planta decagonal y está fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 150 m<sup>3</sup>. Se abastece del depósito del Castillo y suministra agua a la parte alta del núcleo de Garcíez.





- **DE23902007:** Denominado de Carratraca, se sitúa a 710 m s.n.m.. Tiene planta rectangular y está fabricado en hormigón. Su capacidad de almacenamiento total es de 400 m<sup>3</sup>. Se abastece del sondeo Cuevas Negras y suministra al depósito del Castillo.

### CONDUCCIONES

El sistema de conducciones de abastecimiento en alta tiene una longitud total de aproximadamente 17 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro adjunto.

| Código     | Diámetro (mm) | Tipo | Estado       | Longitud (m) | Procedencia     | Final           |
|------------|---------------|------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| CO23902001 | 100           | PVC  | Se desconoce | 493          | Sistillo 2      | Sistillo 1      |
| CO23902002 | 125           | -    | Se desconoce | 5.129        | Sistillo 1      | Almendo Gordo   |
| CO23902003 | 125           | -    | Se desconoce | 930          | Almendo Gordo   | Pelotar         |
| CO23902004 | 125           | -    | Se desconoce | 442          | Pelotar         | Peña Marta      |
| CO23902005 | 125           | -    | Se desconoce | 205          | Peña Marta      | Castillo        |
| CO23902006 | -             | -    | Se desconoce | 1.699        | Carratraca      | Partidor Garcéz |
| CO23902007 | 75            | PRFV | Se desconoce | 7.109        | Castillo        | Partidor Garcéz |
| CO23902008 | -             | -    | Se desconoce | 541          | Partidor Garcéz | Camino de Jódar |
| CO23902009 | -             | -    | Se desconoce | 482          | Partidor Garcéz | Cantera         |
|            |               |      | <b>Total</b> | 17.031       |                 |                 |

## 2.2.- VALORACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS

Del estudio de la situación actual se deduce que:

1. Las captaciones tienen recursos suficientes para abastecer la demanda actual de la población. Sin embargo, la gran variabilidad de los caudales drenados por los manantiales de Sistillo que disminuyen mucho en estiaje hace que en esos periodos sea necesario el bombeo continuo desde el sondeo de Cuevas Negras llegándose incluso a cortes nocturnos del suministro a la población.
2. El sondeo Cuevas Negras suministra un caudal próximo a 25 l/s y tiene instalada una bomba de 16 C.V. No fue posible calcular la potencia activa ni el rendimiento al no disponer de caudalímetro ni tubería piezométrica.
3. El sondeo Cuevas Negras I tiene instalada una bomba de 100 C.V. que cuando se pone en funcionamiento extrae lodo por lo que el sondeo está fuera de uso.
4. La captación del manantial de Sistillo 2 se considera en buen estado.
5. La captación del Manantial de Sistillo 1 no se considera adecuada ya que existe acceso libre de personas y animales siendo incluso utilizada en verano para el baño.
6. El volumen de los depósitos es de 2.289 m<sup>3</sup>, considerándose suficiente hasta en la época de verano.

### **3.- ACUÍFEROS EXPLOTADOS PARA ABASTECIMIENTO**

#### **3.1.- M.A.S. 05.14 “BEDMAR-JÓDAR”**

##### **3.1.1.- GEOLOGÍA**

Los sondeos de Cuevas Negras (203820027) y Cuevas Negras I utilizadas para el abastecimiento a Bedmar y Garcíez se localizan en materiales incluidos en la M.A.S. 05.14 “Bedmar-Jódar” que está conformada por sedimentos pertenecientes al dominio estratigráfico del “Prebético de Jaén”, en el borde septentrional de los afloramientos de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas, en contacto con los materiales de la Depresión del Guadalquivir (IGME, 1988).

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son las siguientes (ITGE, 1992 a y b):

- Triásico. Se trata de una alternancia de materiales arcillosos rojizos, limolitas y yesos en bancos masivos.
  
- Cretácico inferior. Los niveles inferiores consisten en una alternancia de areniscas calcáreas y margas verdosas. Los niveles superiores son una alternancia de margas y arcillas verdes y amarillentas con calizas bioclásticas y calizas amarillentas. Su potencia es superior a los 200 metros.
  
- Cretácico superior. Corresponde a una potente serie formada fundamentalmente por calizas grises, beige y blancas, bioclásticas u oolíticas que en los afloramientos de la Cueva del Aire y de la Serrezuela de Bedmar aparecen casi totalmente dolomitizadas. Tiene unos 600 metros de potencia.
  
- Cretácico superior. Corresponde a una potente serie formada fundamentalmente por calizas grises, beige y blancas, bioclásticas u oolíticas que en los afloramientos de la Cueva del Aire y de la Serrezuela de Bedmar aparecen casi totalmente dolomitizadas. Tiene unos 600 metros de potencia.

- Cuaternario. Se trata de conglomerados, gravas y arcillas que conforman los depósitos de origen coluvial y aluvial existentes en la zona de escasa potencia.

La estructura de los materiales cretácicos de la Cueva del Aire, consiste en un anticlinal asimétrico de dirección NE-SO, vergente al oeste, en cuyo núcleo llegan a aflorar las margas de base. Se encuentra totalmente rodeado por los materiales impermeables de techo (IGME, 1988). En la Golondrina, la estructura es un anticlinal tumbado de dirección ENE-OSO y vergencia norte, el flanco septentrional es prácticamente vertical, mientras que el meridional tiene un buzamiento aproximado de 30-40°. Está rodeada en su mayor parte por materiales arcillosos terciarios en contacto discordante, excepto en su extremo suroeste, en el que los materiales calizos cretácicos aparecen en contacto mecánico con las arcillas y yesos triásicos (DGOH, 1995).

### 3.1.2.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

La M.A.S. de Bedmar-Jódar tiene una superficie de materiales permeables próxima a 17 km<sup>2</sup> (IGME, 1983) con potencias del orden de 600 m de materiales carbonatados cretácicos y miocenos. El conjunto reposa sobre las margas del Cretácico inferior y a su vez está solapado por margas del Mioceno.

Sobre la base de la geometría de la unidad, se pueden diferenciar dos subunidades:

- Subunidad de Bedmar – Jódar s.e: Su superficie de afloramientos permeables es próxima a 14 km<sup>2</sup>. Los materiales acuíferos que la constituyen son calizas y dolomías del Cretácico superior y localmente calizas algales miocenas. El sustrato impermeable está constituido por margoareniscas del Cretácico inferior.
- Subunidad de la Golondrina: Tiene una superficie de afloramientos permeables de unos 3 km<sup>2</sup>. Los materiales acuíferos que la constituyen son los mismos que los de la subunidad de Bedmar-Jódar s.e. y también su sustrato, a excepción de las calizas miocenas que no aparecen en este afloramiento. Los límites septentrional y meridional corresponden a límites abiertos, en contacto con materiales cuaternarios que presentan cierta permeabilidad.

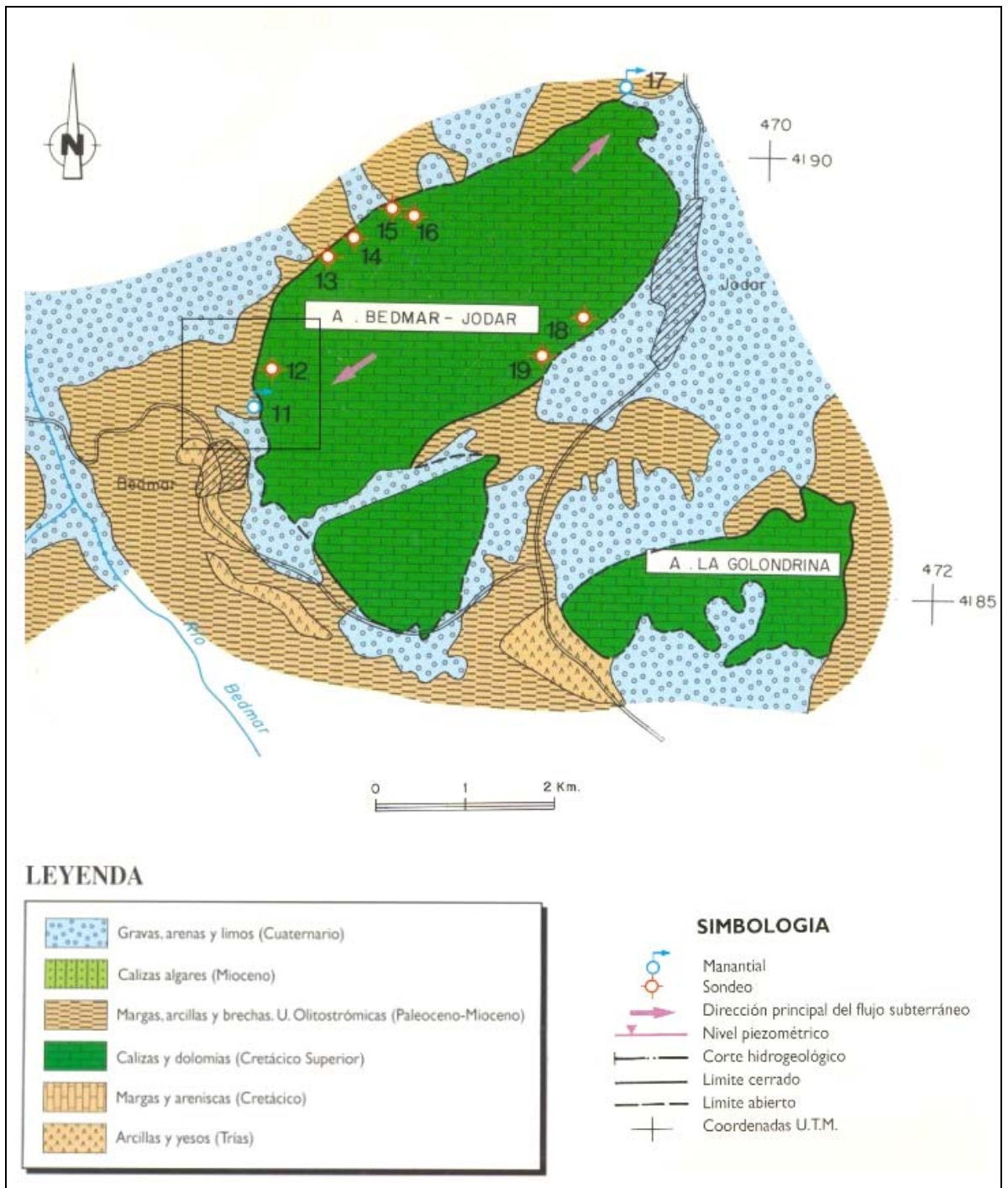


Figura 1: Hidrogeología del área donde se ubican los sondeos de abastecimiento a Bedmar y Garcíez.

### 3.1.3.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las aguas subterráneas de la unidad presentan facies bicarbonatadas cálcicas, cálcicas-magnésicas o magnésico-cálcicas acordes con el tipo de materiales que constituyen el acuífero, la mineralización es ligera y la dureza media.

Dentro de este estudio se ha realizado un análisis fisicoquímico del agua procedente del sondeo Cuevas Negras. Esta presenta una facies bicarbonatada calcico-magnésica con conductividad a 20°C de 496  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

En la figura nº 2 se incluye un diagrama de Piper con la representación de la muestra analizada. El análisis se incluye al final de este informe municipal junto con algunos de los parámetros calculados.

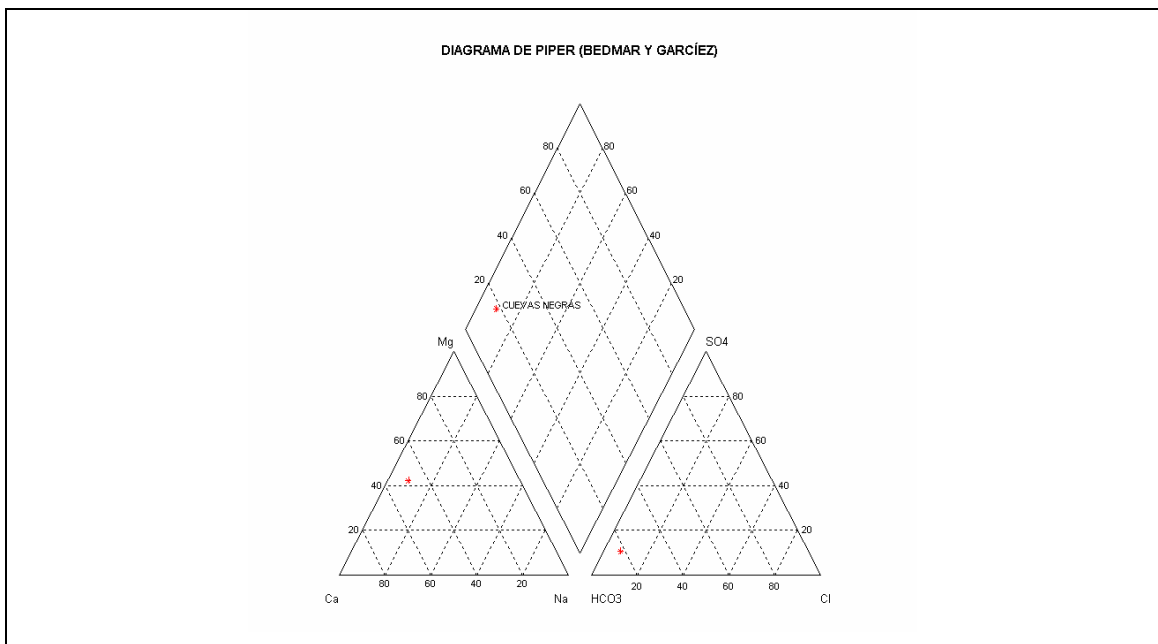


Figura nº 2: Diagrama de Piper del agua del sondeo Cuevas Negras de abastecimiento a Bedmar y Garcíez.



### 3.1.4.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

La M.A.S. se sitúa en la comarca de Jódar dentro de la provincia de Jaén, a unos 35 km al este de la capital.

Se trata de una M.A.S. carbonatada con permeabilidad por fisuración-karstificación y fundamentalmente libre aunque pudiera presentar confinamiento bajo los sedimentos impermeables que la limitan, especialmente en su borde oriental.

### 3.1.5.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

En el sondeo nº 203820022 realizado por el SGOP en 1991 se obtuvo, tras un bombeo de 23 horas de duración con un caudal de 109 l/s, una transmisividad de 6.640 m<sup>2</sup>/día, mientras que en el sondeo nº 203820024, también realizado por el SGOP, se obtuvo una transmisividad de 6,3 m<sup>2</sup>/día tras 22 horas de bombeo con un caudal de 2,2 l/s (DGOH, 1993). Por otra parte, en algunos sondeos efectuados por el antiguo INC en las inmediaciones de Jódar se obtuvieron caudales específicos comprendidos entre 30 y 50 l/s/m (IGME, 1983). Por último, un informe del SGOP (DGOH, 1991) cita una transmisividad de 1.000 m<sup>2</sup>/día obtenida en ensayos de bombeos sin que se especifique el punto en el que se realizó.

La evolución piezométrica en la subunidad de Bedmar-Jódar s.e. se conoce, fundamentalmente, gracias al control periódico que desde 1984 realiza el IGME en el sondeo nº 203760017, aunque existen datos puntuales en otros sondeos desde 1963 (203760001). A partir de 1995, la CHG controla los puntos nº 203820023 y 203820034.

Entre los años 1963 y 1985 se registraron descensos en los niveles de unos 10 m en el sector de Jódar. En el gráfico de evolución de niveles (fig 3), correspondiente al piezómetro nº 203760017 controlado por el IGME, se observa un descenso de niveles del orden de 1 metro hasta 1985 y una estabilización hasta 1989, a partir de aquí, y coincidente con la sequía de los años noventa, se observa un descenso de niveles continuado hasta el año 1996 que puede cifrarse en unos 3 metros.

Posteriormente, y debido a las abundantes lluvias de finales de los noventa se observa una espectacular recuperación incluso por encima de los niveles registrados en 1984.

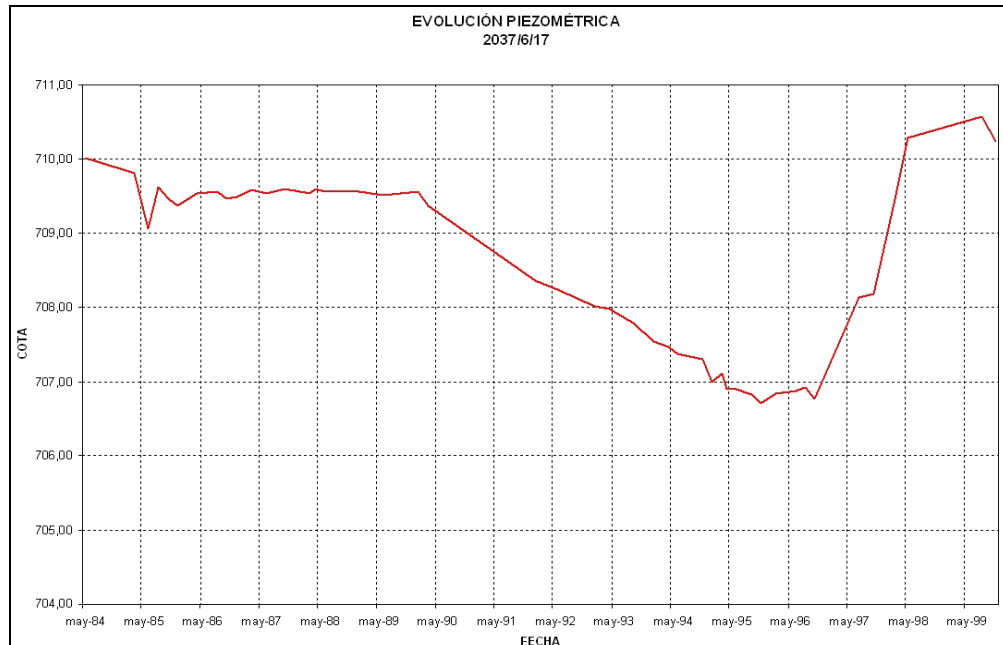


Figura 3. Evolución piezométrica de la MA 05.14

No existen datos sobre las reservas de agua explotables acumuladas en el acuífero, ya que no se conoce el coeficiente de almacenamiento ni la estructura en detalle. De todas formas se puede hacer una estimación de las reservas mínimas explotables que puede ser una aproximación a la realidad. Si se considera que el 60 % de la superficie de afloramientos permeables se encuentra saturada en un espesor de 50 metros y se aplica un coeficiente de almacenamiento de  $2 \times 10^{-2}$  se obtiene la cifra de al menos  $10 \text{ hm}^3$  de reservas potencialmente explotables.

### 3.1.6.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación se produce exclusivamente a través de la infiltración directa de las precipitaciones.

Actualmente las salidas se originan mediante bombes en los sondeos existentes con excepción de unos 5-7 l/s que se drenan por los manantiales del

nordeste, fundamentalmente la Fuente de Garcéz (203760012) y El Pradillo (203770005), estando los demás secos.

Antes de comenzar las extracciones por bombeos, los recursos eran drenados fundamentalmente por el manantial de Carratraca (203820009) y Mahoma (203820011) al suroeste, y Fuente de Garcéz (203760012) y fuentes públicas de Jódar, al noreste, debiendo marcar cada grupo la posición del nivel piezométrico en su respectivo sector a 680 y 640 metros de cota.

La Subunidad de la Golondrina no presenta salidas visibles, tampoco se conoce la posición del nivel piezométrico al no existir sondeos; se supone que podría drenar sus recursos de forma oculta hacia la Subunidad de Bedmar-Jódar s.e. o bien hacia los materiales cuaternarios que recubren parte de sus bordes.

Los principales datos del balance que se ofrece a continuación proceden de IGME (1983 y 1988), que son los que definen con mayor rigor y profundidad las componentes del mismo. Ambos informes son de la década de los 80 y necesitan una actualización especialmente en lo que se refiere a las entradas ya que la explotación por bombeos parece mantenerse más o menos semejante.

#### Entradas:

Subunidad de Bedmar-Jódar s.e.

- Infiltración de agua de lluvia (80% de Llu)..... 1,70 hm<sup>3</sup>/año

Subunidad de La Golondrina.

- Infiltración de agua de lluvia (80% de Llu)..... 0,50 hm<sup>3</sup>/año

TOTAL..... 2,20 hm<sup>3</sup>/año

#### Salidas:

Subunidad de Bedmar-Jódar s.e.

- Extracciones por bombeos ..... 1,44 hm<sup>3</sup>/año

- Drenaje manantiales del nordeste ..... 0,26 hm<sup>3</sup>/año

Subunidad de La Golondrina.

- Ocultas ..... 0,50 hm<sup>3</sup>/año

TOTAL..... 2,20 hm<sup>3</sup>/año

### 3.2.- M.A.S. 05.21 “SIERRA MÁGINA”

#### 3.2.1.- GEOLOGÍA

La M.A.S. está constituida por dos potentes series carbonatadas del Jurásico pertenecientes a dos dominios litoestratigráficos diferentes (Subbético Externo de Sierra Mágina y Unidades Intermedias) superpuestos tectónicamente (ITGE, 1996).

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son de muro a techo las siguientes (ITGE, 1996):

- Triásico inferior y medio: son los materiales más antiguos, con fácies Keuper, y consisten en arcillas, limolitas y yesos (ITGE, 1993).
- Subbético Externo de Sierra Mágina (ITGE, 1996):
  - Triásico superior, Lías inferior y medio: formado por dolomías, calizas brechificadas y brechas tectónicas. Pueden alcanzar una potencia de 500-800 m.
  - Jurásico medio y superior: lo forman calizas nodulosas oolíticas y con sílex, con intercalaciones margosas. Llegan a presentar espesores de hasta 200 m.
- Unidades Intermedias (ITGE, 1996):
  - Triásico superior, Lías y Dogger: dolomías, dolomías brechoides, calizas tableadas y calizas bioclásticas y oolíticas. Tiene una potencia de 600-1000 m.
  - Oxfordiense: margas y arcillas radiolaríticas con intercalaciones de calizas nodulosas. Es una delgada serie de 15 a 40 m de espesor.
  - Malm (Kimmeridgiense y Portlandiense): calizas tableadas negras con juntas e intercalaciones margosas. Tiene una potencia de 200-300 m.
- Cretácico y Oligoceno: margas grises y arcillas rojas con yesos. También se detecta la presencia de olistolitos y brechas calcáreas (ITGE, 1996).
- Mioceno inferior: está formado por paquetes de calcarenitas. No presentan una gran potencia en el seno de la unidad, pero hay datos (DGOH, 1999) que revelan una potencia de 300 m en las cercanías de los municipios de Carchel y Carchelejo, al sur de la unidad, y fuera de la poligonal.

- Cuaternario: principalmente gravas, cantos y bloques calcáreos con matriz limo-arcillosa, en general de aspecto caótico y que a veces presentan un intenso encostramiento y cementación carbonatada. Se trata de sedimentos postectónicos de tipo coluvial, y, aluviales ligados esencialmente al río Jandulilla (ITGE, 1996).

### 3.2.2.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

En la descripción hidrogeológica de la M.A.S. se distinguen fundamentalmente dos subunidades:

- Subunidad Mágina: Su superficie de afloramientos permeables es de 60 km<sup>2</sup> y su espesor medio del orden de 700 m aunque presenta variaciones significativas de unos sectores a otros, desde 500-800 m en la zona de Sierra Mágina-la Serrezuela- Peñalisa, a unos de 600-1000 m en la Sierra de la Cruz. Los límites hidráulicos del acuífero se consideran cerrados en la mayor parte del mismo, y vienen impuestos por el cabalgamiento del Subbético Externo de Mágina y/o por contactos mecánicos con materiales triásicos, cretácicos o terciarios impermeables. Tan sólo en la mitad oriental del límite septentrional se considera la existencia de un flujo hacia la subunidad Cárceles-Carluco (ITGE, 1996).
- Subunidad Cárceles-Carluco: Su superficie de afloramientos es de 37 km<sup>2</sup> y su espesor medio de 500-1000 m. El límite septentrional es impermeable, constituido por una serie de margas, calizas y areniscas del Cretácico inferior. Los límites este y oeste vienen marcados por estos mismos materiales. El basamento impermeable no llega a aflorar en ningún punto, pero cabe suponer que está formado por materiales arcillosos, margo-arcillosos y yesíferos del Triásico aunque, dado el carácter alóctono de las Unidades Intermedias podrían, incluso, estar apoyadas sobre formaciones del Cretácico o del Terciario (CHG, 1995).

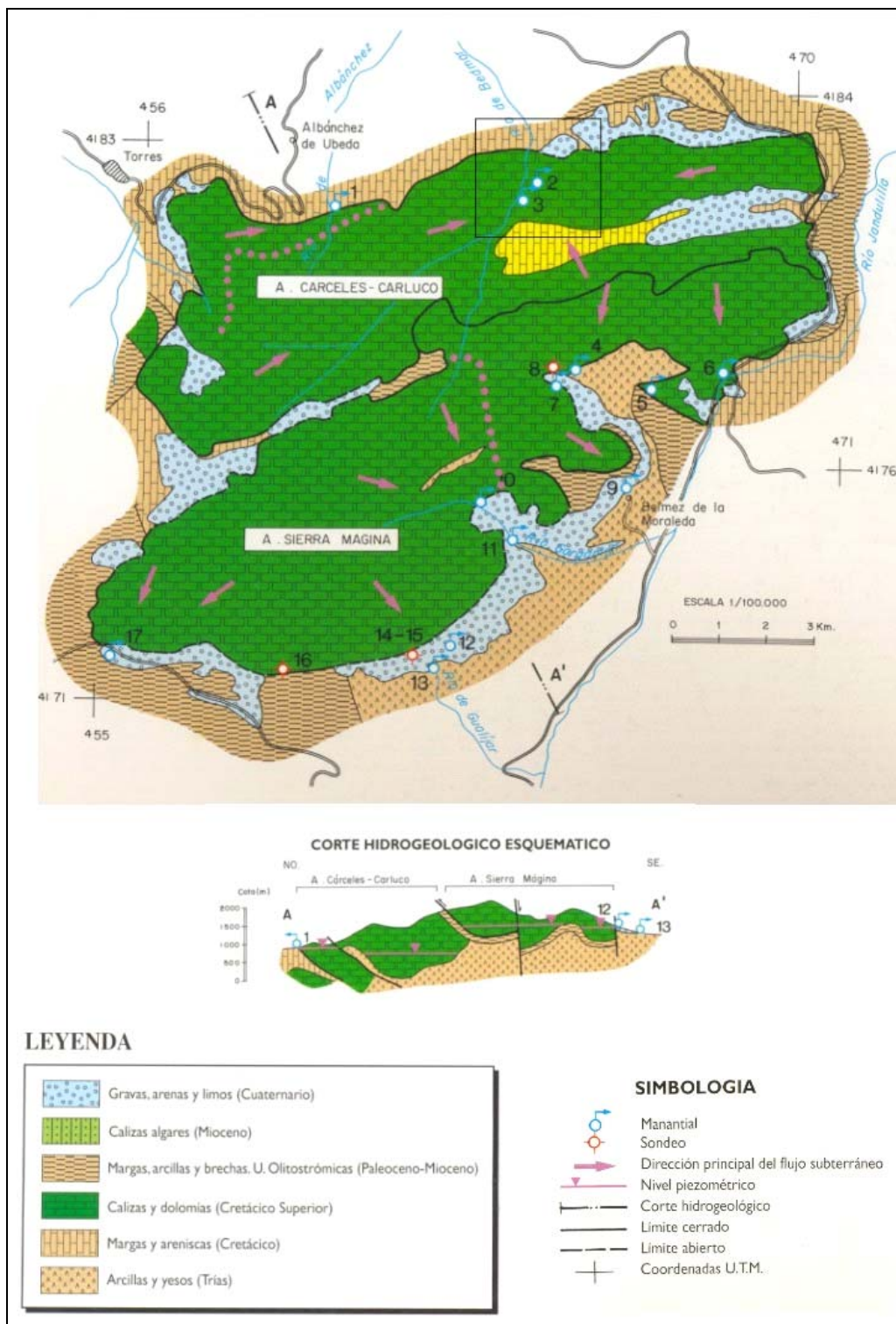


Figura 4: Hidrogeología del área donde se ubican los manantiales de abastecimiento a Bedmar y Garcíez.



### 3.2.3.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

En la subunidad de Cárceles-Carluco, las aguas son de facies bicarbonatadas cálcicas o cálcico magnésicas, a excepción de los puntos de agua situados en el borde suroeste, donde el contacto con materiales triásicos, de matriz yesífera, hace que las facies sean sulfatada cálcicas (ITGE, 1993).

La subunidad de Sierra Mágina presenta una facies fuertemente bicarbonatada, generalmente cálcica. La proporción de magnesio aumenta hacia el este (ITGE, 1996).

La conductividad presenta valores generalmente entre 200-300  $\square$ mhos/cm en la Subunidad de Sierra Mágina. Sin embargo, los máximos se dan en la subunidad Cárceles-Carluco, llegando a valores medios de 400-500  $\square$ mhos/cm.

Utilizando la clasificación de la calidad del agua para usos agrícolas, las muestras mayoritariamente pertenecen a la clase C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>, por lo que son aguas de salinidad media, aptas para la mayoría de cultivos. En la Subunidad Cárceles-Carluco las aguas se incrementan en sales, sobre todo en épocas de sequía, llegando a la clase C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub> (aguas moderadamente salinas, pudiendo no ser apropiadas para riego).

Para abastecimiento las aguas presentan, en general, buena calidad química para el consumo humano.

Dentro de este estudio se ha realizado un análisis fisicoquímico del agua procedente del manantial de Sistillo 1. Esta presenta una facies bicarbonatada calcico-sódica con conductividad a 20°C de 496  $\mu$ S/cm.

En la figura nº 5 se incluye un diagrama de Piper con la representación de la muestra analizada. El análisis se incluye al final de este informe municipal junto con algunos de los parámetros calculados.

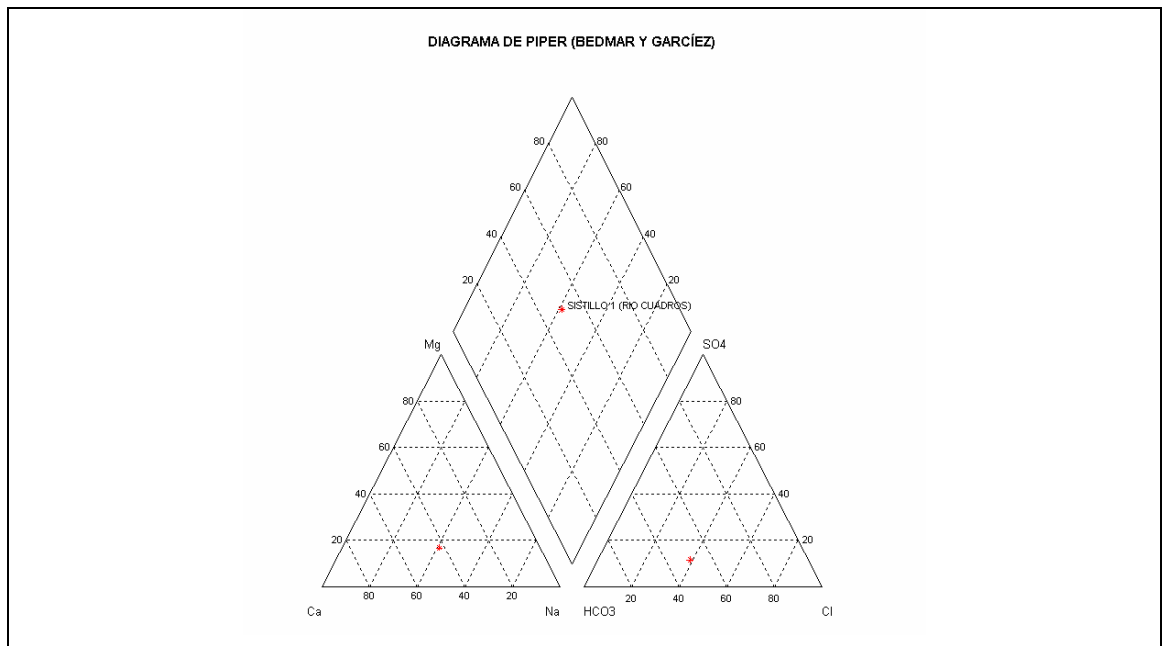


Figura nº 5: Diagrama de Piper del agua del manantial de Sistillo 1 de abastecimiento a Bedmar y Garcíez.

### 3.2.4.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

Los límites hidráulicos de la subunidad Mágina se consideran cerrados en la mayor parte del mismo, y vienen impuestos por el cabalgamiento del Subbético Externo de Mágina y/o por contactos mecánicos con materiales triásicos, cretácicos o terciarios impermeables. Tan sólo en la mitad oriental del límite septentrional se considera la existencia de un flujo hacia la Subunidad Cárceles-Carluco.

En el caso de la subunidad Almacén-Carluco el límite septentrional es impermeable y está constituido por una serie de margas, calizas y areniscas del Cretácico inferior. Los límites este y oeste vienen marcados por estos mismos materiales. El basamento impermeable no llega a aflorar en ningún punto, pero cabe suponer que está formado por materiales arcillosos, margo-arcillosos y yesíferos del Triásico aunque, dado el carácter alóctono de las Unidades Intermedias podrían, incluso, estar apoyadas sobre formaciones del Cretácico o del Terciario.

### 3.2.5.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Para el sector de Sierra Mágina se dispone de siete ensayos de bombeo repartidos entre tres sondeos. Tres realizados en el punto 203860015, dos en el 203850017 y otros dos en el 203860016. Todos ellos fueron realizados por el IGME, excepto uno que lo realizó el S.G.O.P.U. En el sondeo 203860015 se obtuvo una transmisividad entre 34 y 55 m<sup>2</sup>/día, en el 203850017 entre 11 y 28 m<sup>2</sup>/día y en el 203860016 entre 100 y 165 m<sup>2</sup>/día (ITGE, 1996).

Hay datos de porosidad eficaz en el punto 203860016, variando, según los métodos y puntos de observación considerados, entre 0,5 y 3 %. En el mismo ensayo se calculó una porosidad eficaz de aproximadamente el 1%, como valor más representativo del conjunto del acuífero (ITGE, 1996).

No se dispone de datos de parámetros hidráulicos de la subunidad de Cárceles-Carluco, si bien se puede suponer que serán de igual orden de magnitud que los datos de Sierra Mágina.

La piezometría de la subunidad de Sierra Mágina es complicada. Aunque no existe una red de sondeos en el seno de la subunidad, por las cotas de los manantiales se pueden establecer unas direcciones de flujo. Hay dos zonas bien diferenciadas, que están separadas por la importante fractura que se sitúa al este de la Cumbre de Sierra Mágina, con dirección NNO-SSE. Las dos zonas se han denominado zona suroccidental y zona nororiental.

La zona suroccidental (sector SW-3 en ITGE, 1996) es drenada por el manantial de El Gargantón nº 203860009 (caudal medio aproximado de 300 l/s) a cota 1.120 y la parte oeste (sector SW-2 en ITGE, 1996) por el manantial de Mata Begid nº 203850007 (caudal medio aproximado de 125 l/s) situado a cota 1.010 (ITGE, sin fecha).

El sector nororiental podría estar fragmentado varios compartimentos de posible funcionamiento independiente, separados por fracturas y por el límite de

cabalgamiento Subbético Externo / Unidades Intermedias. El principal manantial es el Manantial del Parque nº 203860007 (caudal medio aproximado de 30 l/s), situado a 875 m (ITGE, 1996).

En la zona nororiental, el flujo es principalmente hacia el sureste. Las cotas piezométricas varían entre los 1.010 y los 1.130 m. En el sector suroccidental, las direcciones varían entre suroeste a noreste, pero normalmente con componente sur. Las cotas piezométricas son algo más bajas, variado entre 875 y 1.070 m (ITGE, 1996).

La subunidad de Cárceles-Carlucó es menos conocida, al no existir ninguna perforación en su interior. El flujo parece dirigirse hacia el norte y noreste, hacia el nacimiento del río Bedmar (manantiales de Sistillo nºs 203820004 y 203820005, a 700 y 680 m respectivamente). El manantial Sistillo 1 nº 203820005 presenta caudales medios de 287 l/s (con máximos de 2.800 l/s) bastante superiores al manantial Sistillo 2 nº 203820004.

### **3.1.6.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO**

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia sobre sus afloramientos permeables. Las descargas se producen a través de los manantiales, mediante extracciones por bombeo y un probable drenaje subterráneo al río Jandulilla y a materiales miocenos.

El balance hídrico disponible procede de distintos estudios para cada subunidad, que contemplan también diferentes periodos de estudio. No obstante, son ambos de un período de años hidrológicos suficiente (más de 35 en ambos casos), por lo que pueden considerarse comparables.

Subunidad de Mágina (ITGE, 1996)

Como balance global de la subunidad, para el período de control foronómico 1982-83 a 1994-95, que puede considerarse seco, se obtiene:

## Entradas:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Infiltración de agua de lluvia sector nororiental .....    | 4,1 hm <sup>3</sup> /a  |
| Infiltración de agua de lluvia sector Suroriental:         |                         |
| Subsector SW-1 (Gargantón Alto) .....                      | 5,3 hm <sup>3</sup> /a  |
| Subsector SW-2 (Mata Begid) .....                          | 2,6 hm <sup>3</sup> /a  |
| Subsector SW-3 (Tosquilla-Guadalijar-Gargantón Bajo) ..... | 1,5 hm <sup>3</sup> /a  |
| TOTAL .....  | 13,5 hm <sup>3</sup> /a |

## Salidas:

|                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Manantiales y galerías.....          | 11,4 hm <sup>3</sup> /a |
| Sondeos .....                        | 0,6 hm <sup>3</sup> /a  |
| Descargas subterráneas ocultas ..... | 1,5 hm <sup>3</sup> /a  |
| TOTAL .....                          | 13,5 hm <sup>3</sup> /a |

Si se calculan las entradas para un año medio del período 1960-95, se puede observar que son bastante mayores, del orden de 19,5 hm<sup>3</sup>/año, que podrían considerarse representativas de los recursos medios de esta subunidad. No están disponibles las salidas para este periodo.

Subunidad de Cárceles-Carluco (CHG, 1995)

Para una secuencia climática seca (período 1980-94 con control foronómico), las entradas deducidas para esta subunidad, por proporción de su superficie permeable respecto al total de la Unidad de Almadén-Carluca, en la que se incluía hasta la fecha, se tendría:

## Entradas:

|                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Infiltración de agua de lluvia ..... | 7,6-8,8 hm <sup>3</sup> /a |
| Lateral de la Subunidad Mágina.....  | 1,6-0,4 hm <sup>3</sup> /a |
| TOTAL .....                          | 9,2 hm <sup>3</sup> /a     |

## Salidas:

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| Drenaje por manantiales ..... | 9,2 hm <sup>3</sup> /a |
| TOTAL .....                   | 9,2 hm <sup>3</sup> /a |

Para años medios no se dispone de aforos de manantiales, pero las entradas por infiltración se elevarían con igual criterio a unos 14,5-17,5 hm<sup>3</sup>/año (período 1942-85), que pueden considerarse representativas de los recursos medios de esta subunidad.

En definitiva, para el conjunto de la Unidad los recursos medios serían, por consiguiente, de unos 34-37 hm<sup>3</sup>/año, mientras que en años secos no superarían los 21-22 hm<sup>3</sup>/año.



#### **4.- VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN**

##### **4.1.- INVENTARIO DE FOCOS CONTAMINANTES**

El municipio de Bédmar y Garcéz presenta una muy importante actividad agrícola, y en menor medida ganadera e industrial.

En cuanto a la afección potencial sobre las captaciones de abastecimiento, esta afección no parece que pueda llegar a ser significativa en ninguno de los casos.

##### **4.2.- VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN**

Los afloramientos carbonatados permeables de la M.A.S. 05.14 “Bedmar-Jódar” están considerados como muy vulnerables a la contaminación debido a su elevada permeabilidad por fisuración-karstificación al igual que los de la M.A.S. 05.21 “Sierra-Mágina”.

## 5. - FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Los focos potenciales de contaminación se pueden observar en el mapa adjunto y se presentan en la Fichas de Focos Potenciales de Contaminación.

La actividad industrial del municipio consiste en tres almazaras, dos carpinterías metálicas, una estación de servicio de carburante, tres pastelerías, dos industrias cárnicas, tres fábricas de jugos y conservas vegetales, dos lavaderos de coches, un taller de tallado de piedra ornamental, cinco talleres de reparación de vehículos a motor y siete establecimientos hosteleros.

El alpeorujó de las almazaras se almacena en balsas de las que dos están situadas sobre materiales de baja permeabilidad por lo que su afección potencial a las aguas subterráneas se considera insignificante y una de ellas sobre materiales detríticos permeables. En este caso se considera que la afección potencial a las aguas subterráneas es elevada. El resto de la industria vierte a la red municipal a excepción de tres alojamiento rurales que lo hacen directamente sobre materiales de baja permeabilidad próximos al acuífero aluvial del Río Bedmar por lo que la afección potencial se considera elevada.

La actividad ganadera en el municipio es poco importante. Existen 43 granjas con un total de 1.512 cabezas que generan una carga contaminante total de 7,7 tm de N y 1 tm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al año. La mayoría de la cabaña ganadera la representa la ganadería ovina cuyo aporte es de 5,8 tm del total de N. La afección potencial a las aguas subterráneas se considera baja aunque insignificante en relación con las captaciones de abastecimiento.

La superficie total cultivada en el municipio es de 7.399 ha, de las que 6.314 ha pertenecen a cultivos de regadío y 1.085 ha a secano. Los principales cultivos de regadío son el olivar y las hortalizas, con 6.227 y 65 ha respectivamente, mientras que los principales cultivos de secano son el olivar con 1.023 ha y los frutales con 55 ha. La afección potencial debido a estos cultivos por el uso de fertilizantes en exceso se

considera media-elevada para el olivar de regadío, elevada para los cultivos herbáceos de regadío y baja para el secano en general.

Los residuos sólidos urbanos son tratados en vertedero controlado fuera del término municipal. Además existe una escombrera incontrolada situada sobre materiales detríticos permeables aunque la naturaleza inerte de los residuos hace que se considera su afección potencial a las aguas subterráneas como insignificante.

Las aguas residuales generadas en el núcleo de Bedmar se procesan en la EDAR y posteriormente se mezclan con las destinadas a regadío. El grado de afección potencial a las aguas subterráneas se considera bajo. Las ARU procedentes de Garcíez se vierten sin tratamiento previo al Arroyo de la Fuente de San Blas, tributario del Río Bedmar. Su afección potencial a las aguas subterráneas del acuífero aluvial de este se considera de grado elevado.

## 6.- VALORACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y POSIBLES MEJORAS

Del análisis de la situación actual se desprenden los siguientes resultados:

- Las M.A.S. donde se ubican el sondeo Cuevas Negras y los manantiales de Sistillo tienen recursos suficientes para abastecer la demanda urbana del municipio.
- El manantial de Sistillo 2 puede mantener un caudal medio en torno a 25 l/s en épocas de pluviometría normal aunque en periodos de estiaje disminuye hasta prácticamente cero.
- El manantial de Sistillo 1 tiene un caudal medio de 287 l/s en épocas de pluviometría normal y al igual que el anterior disminuye en periodos de estiaje aunque nunca hasta secarse.
- El sondeo de Cuevas Negras se utiliza como apoyo pero la disminución de los caudales de los manantiales en estiaje hace que aumenten las horas de bombeo hasta incluso 24 horas al día.
- La instalación del sondeo Cuevas Negras, con una bomba de 16 C.V., es algo deficiente ya que no tiene caudalímetro, tubería piezométrica ni espita tomamuestras.
- El sondeo Cuevas Negras I, situado junto al anterior, tiene instalada una bomba de 100 C.V. aparentemente sobredimensionada ya que al minuto de comenzar el bombeo sale lodo.
- La calidad química no supera los límites exigidos por la Reglamentación Técnica Sanitaria (R.D. 140/2003).
- El volumen de depósitos es suficiente para cubrir las necesidades de la población.
- Las aguas residuales de Bedmar se tratan en la EDAR y posteriormente se utilizan para regadío. Las de Garcíez se vierten sin tratamiento previo al Arroyo de la Fuente de San Blas, tributario del Río Bedmar.
- La afección sobre las captaciones de abastecimiento se considera insignificante.

**POSIBLES MEJORAS**

Para obtener mejoras sobre el abastecimiento del agua a la población de Bedmar y Garcíez se proponen las siguientes actuaciones:

1. Instalar una tubería piezométrica de diámetro adecuado, un caudalímetro y una espita tomamuestras en el sondeo Cuevas Negras y llevar a cabo su seguimiento.
2. Una vez instalada la tubería piezométrica y el caudalímetro, realizar la encuesta de cuantificación correctamente y rediseñar, si procede, la instalación del sondeo.
3. Realizar una limpieza seguida de una testificación y ensayo de bombeo (si procede) en el sondeo Cuevas Negras I y rediseñar su instalación en función de los resultados obtenidos para tenerlo de reserva o en uso alternativo con el Cuevas Negras.
4. Instalar un sistema de medida de caudal en los manantiales Sistillo y llevar a cabo su seguimiento.
5. Proteger el manantial de Sistillo 1 para evitar el baño y eventuales vertidos.
6. Llevar a cabo un estudio hidrogeológico encaminado a la perforación de un sondeo de regulación del manantial de Sistillo 1.
7. Asimismo sería recomendable la realización de un seguimiento de la calidad química y del caudal de dicho manantial dada la contrastada variabilidad del contenido de algunos elementos como los sulfatos.
8. Depurar las aguas residuales de Garcíez.

## 7.-RESUMEN Y CONCLUSIONES

El municipio de Bedmar y Garcíez tiene una población residente estable de 3.210 habitantes en enero de 2005 de los que 2.733 corresponden a Bedmar, 474 a Garcíez y los 3 restantes a la Ermita y Torreón de Cuadros. El incremento estacional se estima en aproximadamente 750 habitantes. El consumo real es de 215.449 m<sup>3</sup>/año, con un consumo base de 526 m<sup>3</sup>/día y punta de 692 m<sup>3</sup>/día.

El abastecimiento se realiza desde un sondeo y dos manantiales, localizados dentro del propio término municipal. El sondeo, denominado Cuevas Negras o también Carratraca (203820027), capta materiales carbonatados de la Masa de Agua Subterránea (M.A.S.) 05.14 "Bedmar-Jódar". Junto a este existe un segundo sondeo denominado Cuevas Negras I (203820014) que se utilizaba anteriormente para el abastecimiento pero que actualmente está fuera de servicio. Los manantiales son los denominados Sistillo 2 (203820004) y Sistillo 1 (203820005) y drenan el agua de la M.A.S 05.21 "Sierra Mágina". A ambos manantiales se les conoce también como Manantiales o Nacimiento del Río Cuadros.

El agua procedente de las captaciones de abastecimiento se almacena en siete depósitos que proporcionan una capacidad total de regulación de 2.289 m<sup>3</sup>. La capacidad óptima calculada para situaciones de demanda punta es de 1.307 m<sup>3</sup>, considerándose suficiente la existente.

La calidad química de las aguas captadas para abastecimiento es aceptable.

La totalidad de las aguas residuales urbanas y de los vertidos industriales de Bedmar se procesan en la EDAR y posteriormente se utilizan para regadío lo que afectaría potencialmente a las aguas subterráneas en grado bajo. Las ARU procedentes de Garcíez se vierten sin tratamiento previo al Arroyo de la Fuente de San Blas, tributario del Río Bedmar. Su afección potencial a las aguas subterráneas del acuífero aluvial de este se considera de grado elevado. En ambos casos la afección potencial a las captaciones de abastecimiento es insignificante.

Las mejoras se dirigen fundamentalmente a la instalación de sistemas de medición de caudal y al control de los caudales drenados por los manantiales y bombeados desde el sondeo y a la protección frente a la caída de elementos indeseables al manantial de Sistillo 1. Asimismo, se recomienda llevar a cabo un estudio hidrogeológico encaminado a la perforación de un sondeo de regulación del manantial de Sistillo 1 junto con el seguimiento de la calidad química y del caudal de dicho manantial y depurar las aguas residuales del núcleo de Garcéz.

**FICHA RESUMEN MUNICIPAL**



**FICHAS DE ACONDICIONAMIENTO DE MANANTIALES**

**ANÁLISIS QUÍMICOS**

SampleID : 203820014  
 Location : BEDMAR Y GARCIEZ  
 Site : CUEVAS NEGRAS  
 Sampling Date : 03/05/2006  
 Geology : "05.14 " "Bedmar-Jódar"  
 Watertype : Ca-Mg-HCO3

Sum of Anions (meq/l) : 5.6424  
 Sum of Cations (meq/l) : 5.6779  
 Balance: : 0.31%

Calculated TDS(mg/l) : 432.6

|                    |         |       |       |            |
|--------------------|---------|-------|-------|------------|
| Hardness           | : meq/l | °f    | °g    | mg/l CaCO3 |
| Total hardness     | : 5.13  | 25.65 | 14.37 | 256.5      |
| Permanent hardness | : 0.64  | 3.20  | 1.79  | 32.0       |
| Temporary hardness | : 4.49  | 22.46 | 12.58 | 224.6      |
| Alkalinity         | : 4.49  | 22.46 | 12.58 | 224.6      |

(1 °f = 10 mg/l CaCO3/l 1 °g = 10 mg/l CaO)

Major ion composition

|       | mg/l  | mmol/l | meq/l | meq%   |
|-------|-------|--------|-------|--------|
| Na+   | 12.0  | 0.522  | 0.522 | 4.611  |
| K +   | 1.0   | 0.026  | 0.026 | 0.23   |
| Ca++  | 55.0  | 1.372  | 2.745 | 24.248 |
| Mg++  | 29.0  | 1.193  | 2.386 | 21.077 |
| Cl-   | 15.0  | 0.423  | 0.423 | 3.737  |
| SO4-- | 28.0  | 0.291  | 0.583 | 5.15   |
| HCO3- | 274.0 | 4.491  | 4.491 | 39.672 |

Ratios

|        | mg/l  | mmol/l | Comparison to Seawater |        |
|--------|-------|--------|------------------------|--------|
|        |       |        | mg/l                   | mmol/l |
| Ca/Mg  | 1.897 | 1.15   | 0.319                  | 0.194  |
| Ca/SO4 | 1.964 | 4.708  | 0.152                  | 0.364  |
| Na/Cl  | 0.8   | 1.234  | 0.556                  | 0.858  |

Dissolved Minerals:

|                          | mg/l     | mmol/l |
|--------------------------|----------|--------|
| Halite (NaCl)            | : 23.255 | 0.3975 |
| Sylvite (KCl)            | : 1.907  | 0.0257 |
| Dolomite (CaMg(CO3)2):   | 198.968  | 1.081  |
| Anhydrite (CaSO4)        | : 39.702 | 0.291  |
| SiO2 as Quartz           | : 7.376  | 0.123  |
| or Feldspar (NaAlSi3O8): | 32.211   | 0.123  |

SampleID : 203820004  
 Location : BEDMAR Y GARCIEZ  
 Site : SISTILLO 1 (RIO CUADROS)  
 Sampling Date : 03/05/2006  
 Geology : "05.21 "Sierra Mágina"  
 Watertype : Ca-Na-HCO3-Cl

Sum of Anions (meq/l) : 6.5815  
 Sum of Cations (meq/l) : 6.8989  
 Balance: : 2.35%

Calculated TDS(mg/l) : 468.9

| Hardness           | : meq/l | °f    | °g    | mg/l CaCO3 |
|--------------------|---------|-------|-------|------------|
| Total hardness     | : 4.05  | 20.23 | 11.33 | 202.3      |
| Permanent hardness | : 0.83  | 4.17  | 2.33  | 41.7       |
| Temporary hardness | : 3.21  | 16.06 | 9.00  | 160.6      |
| Alkalinity         | : 3.21  | 16.06 | 9.00  | 160.6      |

(1 °f = 10 mg/l CaCO3/l 1 °g = 10 mg/l CaO)

Major ion composition

|       | mg/l  | mmol/l | meq/l | meq%   |
|-------|-------|--------|-------|--------|
| ----- | ----- | -----  | ----- | -----  |
| Na+   | 65.0  | 2.827  | 2.827 | 20.971 |
| K +   | 1.0   | 0.026  | 0.026 | 0.193  |
| Ca++  | 58.0  | 1.447  | 2.894 | 21.468 |
| Mg++  | 14.0  | 0.576  | 1.152 | 8.546  |
| Cl-   | 90.0  | 2.539  | 2.539 | 18.835 |
| SO4-- | 36.0  | 0.375  | 0.75  | 5.564  |
| HCO3- | 196.0 | 3.213  | 3.213 | 23.835 |

| Ratios |       |        | Comparison to Seawater |        |
|--------|-------|--------|------------------------|--------|
|        | mg/l  | mmol/l | mg/l                   | mmol/l |
| -----  | ----- | -----  | -----                  | -----  |
| Ca/Mg  | 4.143 | 2.513  | 0.319                  | 0.194  |
| Ca/SO4 | 1.611 | 3.861  | 0.152                  | 0.364  |
| Na/Cl  | 0.722 | 1.114  | 0.556                  | 0.858  |

| Dissolved Minerals:      | mg/l     | mmol/l |
|--------------------------|----------|--------|
| -----                    | -----    | -----  |
| Halite (NaCl)            | : 147.01 | 2.513  |
| Sylvite (KCl)            | : 1.907  | 0.0257 |
| Carbonate (CaCo3)        | : 49.693 | 0.4969 |
| Dolomite (CaMg(CO3)2):   | 106.022  | 0.576  |
| Anhydrite (CaSO4)        | : 51.045 | 0.375  |
| SiO2 as Quartz           | : 2.997  | 0.05   |
| or Feldspar (NaAlSi3O8): | 13.086   | 0.05   |

**FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN**

**MAPAS**