



# EL AGUA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

Informe realizado por:

Ilmos. Srs. D. José Ángel Carrera Morales (Coordinador), D. Agustín Escolano Bueno, D. Luis Linares Girela, D. Juan Lucena Rodríguez, D. Juan Antonio Rodríguez Arribas y D. José Damián Ruiz Sinoga

*Málaga 2006*

Queda rigurosamente prohibido, sin la autorización escrita de los titulares del *Copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de este informe por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y su distribución.



© Academia Malagueña de Ciencias

© José Ángel Carrera Morales, Agustín Escolano Bueno, Luis Linares Girela, Juan Lucena Rodríguez, Juan Antonio Rodríguez Arribas y José Damián Ruiz Sinoga

Edita: Academia Malagueña de Ciencias

Directora de Publicaciones: Ilma. Sra. D<sup>a</sup>. Blanca Díez Garretas

ISBN: 84-611-2317-4

Depósito Legal: Ma-1394/2006

Imprime: Imagraf Impresores. Málaga

## **Presentación**

Desde sus orígenes históricos, la Corporación ha dedicado una especial atención al tema de las “aguas”, la salubridad de las mismas que ocasionó, en muchas ocasiones, problemas de epidemias en Málaga; su calidad y aplicaciones terapéuticas (análisis de las aguas del balneario de Carratraca); el entorno botánico de diversos balnearios (Carratraca y Alhama de Granada); sus regímenes de lluvia y torrencialidad (erosión y desertificación), la dinámica de las mismas y sus efectos en la conservación del litoral, etc.

Los últimos ciclos climáticos referidos a la pluviosidad marcan etapas de déficit de precipitaciones que en algunos casos conllevan graves procesos de sequía que se han hecho notar de manera primordial en las zonas próximas al litoral por una variación de la ocupación humana en detrimento de las zonas interiores.

Conscientes de esta realidad la Academia Malagueña de Ciencias, fundamentalmente la Sección de Ciencias Tecnológicas, ha reflexionado, durante más de dos años, sobre los diversos temas que se abordan en el presente informe. Reflexión presidida por la independencia que caracteriza el quehacer de la Academia y que ha sido capaz de sintetizar en un documento escueto, muy denso en su contenido y de gran calado científico, los datos objetivos, conclusiones y recomendaciones que se han considerado necesarios ofrecer a las distintas instancias de la Administración local, autonómica y nacional.

Alfredo Asensi Marfil  
Presidente de la Academia Malagueña de Ciencias

## EL AGUA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

Ilmos. Srs. D. José Ángel Carrera Morales (Coordinador), D. Agustín Escolano Bueno, D. Luis Linares Girela, D. Juan Lucena Rodríguez, D. Juan Antonio Rodríguez Arribas y D. José Damián Ruiz Sinoga



Embalse de la Encantada

La Academia Malagueña de Ciencias, mediante un grupo multidisciplinar de trabajo formado por profesionales del ámbito de la ingeniería y las ciencias considera conveniente salir a la luz pública para emitir su opinión sobre el aprovechamiento integral de recursos de agua existentes en la provincia de Málaga y las actuaciones necesarias que, a su juicio, deben realizarse para su posible manejo y utilización en la forma más conveniente, ante el ciclo seco actual y los que en el futuro puedan presentarse (Anejo nº 1).

El concepto de la sostenibilidad en el desarrollo se considera imprescindible para la calidad de vida del futuro de nuestros vecinos y configura la presente opinión.

El presente estudio, toma como base cierta la Planificación Hidrológica realizada por la Administración competente así como sus respectivas actualizaciones que son de dominio público oficial. Sin embargo hemos

podido saber por los medios de comunicación que por el Ministerio de Medio Ambiente se están estudiando alternativas a algunas actuaciones recogidas en la Planificación Hidrológica para Málaga.

Compartimos el criterio actual que supera la concepción mediante la cual la gestión de los sistemas de explotación se identificaba casi únicamente con la explotación de embalses.

Las obras de regulación eran las que garantizaban el adecuado servicio de la mayor parte de las demandas o, al menos, así se entendía desde la opinión pública, e incluso, con frecuencia, desde la misma administración hidráulica. Esta creencia, no es esencialmente correcta en el ámbito de influencia mediterránea y carece aún más de sentido si se pretenden resolver los graves problemas de escasez que amenazan el desarrollo sostenible en unas zonas de fuerte dinamismo económico

y demográfico, con demandas siempre crecientes y recursos hídricos naturales limitados.

Esta afirmación quedó patente durante el periodo de sequía que agotó las reservas embalsadas a mediados de los noventa, lo que obligó a acudir urgentemente a las aguas subterráneas para asegurar, aunque en condiciones de precariedad, el suministro a la población, perforándose y equipándose múltiples sondeos que permitieron paliar la fase crítica. Sin embargo, una vez finalizada ésta, las nuevas captaciones no se integraron adecuadamente en los sistemas de explotación, quedando con frecuencia bajo el control de servicios de abastecimiento municipales que han estado a menudo utilizándolas desde una óptica puramente local y, a veces, siguiendo criterios estrictamente económicos que han puesto en riesgo la conservación de los recursos subterráneos o hecho efectiva su degradación.

#### PREVISIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN

La Planificación Hidrológica de la cuenca Sur (R. D. 1664/1999, de 24 de julio) y el Plan Hidrológico Nacional (Ley 11/2005 de 22 de junio) proponen una serie de elementos, para el aumento de recursos en la provincia de Málaga, que a continuación enumeramos y que se emplean para definir los horizontes temporales de la planificación:

- \* Túnel de trasvase Genal-Sistema Verde de Marbella (en estudio).
- \* Corrección de los vertidos salinos al embalse del Guadalhorce (en proyecto).
- \* Embalse sobre el río Guadalhorce. Contaminado por manantial salino (en explotación limitada).
- \* Presa de Gaucín (en estudio).
- \* Embalse del Guadalteba sobre el río homónimo (en explotación).
- \* Embalse del Conde de Guadalhorce en el río Turón (en explotación).
- \* Embalse de El Limonero en el río

Guadalmedina (en explotación).

- \* Embalse de Casasola en el río Campanillas (en explotación parcial).
- \* Embalse del Tomillar en el arroyo Pilonos, afluente del Campanillas. Actúa como depósito regulador para el canal de riego y abastecimiento a Málaga (en explotación).
- \* Recrecimiento de la presa de la Concepción (en proyecto).
- \* Embalse de Cerro Blanco sobre el río Grande (en proyecto).
- \* Impulsión de caudales fluyentes en Aljaima (azud de Barullo) para abastecimiento a Málaga (en explotación).
- \* Conducciones de abastecimiento y riego actuales desde los distintos embalses (en explotación).
- \* Conducción Cerro Blanco-ETAP de El Atabal (en proyecto).
- \* Planta desaladora de El Atabal (en explotación).
- \* Conexión del embalse de La Viñuela con el sistema de abastecimiento a Málaga capital (en explotación).
- \* Mejora de la conexión Málaga-Costa del Sol Occidental (en proyecto).
- \* Captaciones en la UH 06.37 (Bajo Guadalhorce), en las instalaciones de Aljaima y Fahala, actualmente utilizadas, y el tratamiento de la salinidad del agua en la desaladora de El Atabal (en explotación).
- \* Posibles captaciones futuras de emergencia en la UH 06.38 (Sierra Blanca-Sierra de Mijas) (en estudio).
- \* Instalaciones de reutilización de efluentes urbanos depurados en las EDARs de Málaga (en estudio).

#### MODIFICACIÓN RECIENTE DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA

El Plan Hidrológico Nacional vigente contempla la implantación de una desaladora de agua de mar en la Costa del Sol y parece

que la ubicación de la misma ya está decidida en la zona de Mijas Costa o Fuengirola. La desaladora tiene un destino exclusivo para el abastecimiento de la población de esa costa como refuerzo de la existente en Marbella y de los recursos convencionales del Embalse de la Concepción y de los pozos habilitados desde el río Guadiaro al río Fuengirola. Ante la presente sequía 2005-2006 nos parece adecuada esta decisión coyuntural, porque en tanto se ponen en marcha, otras actuaciones programadas como, la conducción Cerro Blanco-El Atabal, se mejora la conducción de la Costa del Sol (El Atabal-Marbella) y se ultiman los problemas de diseño del recrecimiento de la Presa de la Concepción, se puede encarar situaciones extremas próximas, debido a la rapidez en su ejecución.

Nos sorprende, sin embargo, que la corrección de los vertidos salinos del Embalse del Guadalhorce se integre además con una actuación nueva "Conducción desde los Embalses del Guadalhorce a Málaga".

Esta actuación ha sido recientemente publicada en los medios de comunicación y comunicada a las restantes administraciones desde el Ministerio de Medio Ambiente (Junta de Andalucía, Ayuntamiento de Málaga, etc.). Lo decimos porque no nos consta que se justifique en ningún documento esta actuación como ampliación complementaria de la designada en las previsiones de la Administración como: "Corrección de los vertidos salinos al embalse del Guadalhorce". Nos produce más confusión que otra cosa, siendo además que el avance del presupuesto es elevado (del orden de los 250 millones de euros).

Se trata de una conducción integrada por doble tubería de unos 50 Km. de longitud y una capacidad de 4,5 m<sup>3</sup>/seg., que atraviesa terrenos tan escarpados como es el Desfiladero de los Gaitanes (túnel) y tan productivos como el Valle Inferior del Guadalhorce (en explanación). También creemos que la cuantía indicada es de coste muy reducido en comparación con otras obras similares.

Además se prevé, con presupuesto económico aparte y por tanto no incluido en lo anterior, la construcción, ya cerca de Málaga capital, de una Desaladora de Aguas Continentales para así tratar la parte del

caudal del embalse salinizado del Guadalhorce que no pueda procesar la actual planta desaladora de El Atabal.

Nos gustaría saber el calendario previsto para las dos actuaciones, ya que entendemos una como complementaria de la otra y es así porque la salinización del embalse del Guadalhorce, con 50 hectómetros cúbicos de regulación interanual, debe desaparecer cuanto antes en bien de Málaga y del valle inferior, ya que de otra manera se tendría, como se tiene ahora, un potencial elevado de contaminación en la cabecera del valle en periodos de intensas precipitaciones.

## SITUACIÓN DE CADA UNO DE LOS SECTORES DE LA PROVINCIA

**Málaga capital y el sector costero occidental de la provincia** (Costa del Sol) se abastecen actualmente del conjunto de embalses en funcionamiento sobre el río Guadalhorce y sus afluentes Turón y Guadalteba, de la desaladora de El Atabal, de las U.H. 06.38 (Sierra Blanca-Sierra de Mijas y 06.37 (Bajo Guadalhorce), del embalse de La Concepción (Marbella), del embalse de Casasola, del embalse del Limonero y del embalse de La Viñuela.

La situación del sistema demandas-disponibilidades puede obligar a un replanteamiento del concepto de uso conjunto (aguas superficiales-subterráneas).

Estimamos, a la vista del Plan de Ordenación del Territorio de la Costa del Sol Occidental, que para resolver los problemas actuales y futuros en esta parte de la provincia, no bastará con gestionar de manera integrada los embalses actuales y los acuíferos, ni tal vez siquiera la entrada en servicio definitivo de la presa de Casasola, la rehabilitación de los vertidos salinos del embalse del Guadalhorce y la construcción de la presa de Cerro Blanco y su conducción a la estación de tratamiento de El Atabal, ya que nos tememos que todo lo anterior sea insuficiente para garantizar las demandas futuras (Anejo nº 2) y probablemente será absolutamente necesario incorporar nuevos recursos. En este sentido, la experiencia de la sequía de la primera mitad

de los noventa ha puesto de manifiesto que niveles de severidad pueden alcanzar estos eventos en la capital y en las áreas costeras de la provincia de Málaga, niveles que son principalmente función de los avatares de la climatología en estas latitudes que se ven además acrecentados por los aprovechamientos existentes aguas arriba de los embalses.

A esta razón principal -el propio régimen de aportes- deberían añadirse otros factores que limitan las posibilidades de movilizar, en caso de necesidad, recursos de emergencia suficientes. Éstos son los siguientes.

La U.H. 06.38 (Sierra Blanca-Sierra de Mijas) presenta en la actualidad una situación que restringe de manera importante la posibilidad de que cumpla la función de reserva estratégica frente a sequías, en tanto no surtan efecto las medidas de reordenación de los aprovechamientos previstas en la planificación hidrológica. Las extracciones de la parte oriental (Sierra de Mijas) de esta U.H, se estiman en unos 34 hm<sup>3</sup>/año, y según las determinaciones del Plan Hidrológico de la Cuenca Sur de España, la simulación en régimen natural en ausencia de extracciones, los recursos subterráneos medios de este acuífero variaron entre 27,6 y 29,5 hm<sup>3</sup>/año, en el periodo 1940-2000, lo cual supone que ya existe un claro desequilibrio entre recursos disponibles y extracciones.

Tampoco es satisfactoria la situación de la U.H. 06.37 (Bajo Guadalhorce), al enfrentarse a serios problemas de calidad que no son ajenos a la contaminación salina del embalse del Guadalhorce, aunque el potencial de tratamiento de la planta de El Atabal está contribuyendo a superar la actual situación, no debe olvidarse que tanto los recursos del acuífero como los del embalse salinizado del Guadalhorce son limitados.

**La Costa Oriental**, incluido el municipio de Vélez Málaga con sus numerosas pedanías, así como los municipios de la Axarquía, se surten de agua del embalse de La Viñuela y de la U.H. 06.24 (Sierra Tejeda-Almijara).

El citado embalse se ha constituido en una verdadera reserva para la Axarquía y una

importante ayuda para Málaga capital en tanto no se realicen las obras que garanticen nuevos aportes desde la cuenca del río Guadalhorce (conducción Cerro Blanco-El Atabal, construcción de la presa de Cerro Blanco, corrección de los vertidos salinos del embalse de Guadalhorce), así como la conducción de la Costa del Sol (Marbella- El Atabal).

La U.H. 06.24 (Sierras de Tejeda-Almijara), compartida con Granada, soporta actualmente una explotación creciente para abastecimiento y riego del sector de la Axarquía y, aunque posee recursos aún no explotados, convendría evaluar con precisión la cuantía de los bombeos para una planificación más rigurosa de sus perspectivas de explotación y de la localización de las captaciones. No puede ignorarse que en el sector costero de estos acuíferos se ha observado ya manifestaciones de intrusión marina.

En las **comarcas del interior** de la provincia, situadas en su mayor parte fuera del ámbito de influencia de la red de embalses, son fundamentalmente las aguas subterráneas las que satisfacen las demandas, tanto urbanas como agrícolas. En ellas es obligada una planificación racional y sostenible para la explotación de los acuíferos que se encuentran fragmentados en numerosas unidades hidrogeológicas, lo que hace necesario un riguroso conocimiento de su geometría, interrelaciones, recursos, régimen de funcionamiento y grado de explotación.

El cuadro que se acompaña como Anejo N° 3 a este texto resume las cifras y aspectos que se consideran fundamentales de las unidades hidrogeológicas incluidas en la provincia y supone una actualización de otros anteriores de similar contenido pues se ha basado en documentos y estudios de elaboración reciente y en aportaciones propias.

En estas áreas del interior se impone una estrategia que respete las prioridades a que obliga el Plan Hidrológico de Cuenca, condicionando las perspectivas de desarrollo de las mismas -tanto urbano como agrícola- a la disponibilidad y un uso sostenible de los recursos hídricos existentes.

Como aspectos fundamentales relativos a su situación actual y a sus perspectivas, cabe destacar los siguientes:

Los acuíferos carbonatados incluidos en las U.H. 06.30 (Sierra de Archidona) y 06.34 (Cuenca de Fuentepiedra), que atienden las demandas de abastecimiento y riego de los municipios de Mollina, Humilladero, Fuente de Piedra, Alameda, Archidona, Villanueva de Tapia, Villanueva de Algaidas y Sierra de Yeguas, se encuentran sobreexplotados o en riesgo de sobreexplotación y también, en este sector, se halla afectado el régimen hídrico del espacio natural de la laguna de Fuente de Piedra, como consecuencia de los bombeos para riego en la cuenca de la laguna. En la Sierra de Archidona debería evaluarse la posibilidad de que la construcción de la futura línea de AVE Bobadilla-Granada dé lugar a problemas como los ocurridos en la U.H. 06.36 (Valle de Abdalajís), a causa de obras similares.

La U.H. 32 (Torcal de Antequera), de la que depende Antequera -el municipio de mayor población y proyección económica del sector septentrional de la provincia- y otros núcleos de población situados al sur del Torcal, posee en la actualidad un dispositivo de aprovechamiento que permite satisfacer las demandas, aunque los proyectos urbanísticos, industriales y de ocio previstos obligan a la cautela y a priorizar el destino de sus recursos, de buena calidad, al abastecimiento urbano.

Las U.H. 06.29 y 06.31 (Sierras de Las Cabras, Camarolos, S. Jorge y Alfarnate), que aportan recursos a Villanueva del Trabuco, Villanueva del Rosario, Colmenar, Casabermeja, Riogordo, Alfarnate y Alfarnatejo poseen capacidad de satisfacer las demandas locales, aunque deberían conocerse con mayor precisión las extracciones para riego en el sector de Alfarnate y el funcionamiento detallado de este conjunto de acuíferos fragmentados.

En la U.H. 06.33 (Llanos de Antequera), destinada fundamentalmente a regadíos, convendría evaluar con precisión el grado de explotación, que se supone ya próximo a sus recursos. Si se concluyera que estos presentan aún excedentes, parte de ellos podrían satisfacer las futuras demandas de baja exigencia en cuanto a calidad, campos de

golf, por ejemplo, para así poder liberar la U.H. 32.

Las U.H. de la Serranía de Ronda (06.43, 06.44, 06.45) funcionan en general en régimen natural, satisfaciendo demandas de baja magnitud en municipios de la comarca y aportando recursos a los cauces (especialmente los de las cuencas del Guadiaro y el Genal), donde podría contemplarse su regulación, mediante obras superficiales de bajo impacto ambiental para complementar eventuales déficits en el sector costero de la provincia.

Por otra parte, en la U.H. 06.46 (Yunquera-Nieves) convendría profundizar en relación con las posibilidades de regulación de los manantiales de las cabeceras de los ríos Verde y Grande con actuaciones de utilización conjunta, aguas superficiales-aguas subterráneas, en relación con el embalse de la Concepción y el previsto de Cerro Blanco.

Los estudios recientes realizados en la U.H. 06.41 (Sierra de Cañete) permiten afirmar que la explotación de sus recursos podría contribuir a paliar déficit en los municipios del norte de la provincia

## NUEVAS FUENTES DE AGUA

### Desalación

La desalación de agua de mar es una alternativa de creciente interés para la generación de recursos hídricos destinados al abastecimiento de poblaciones y riegos en áreas mediterráneas con escasez de recursos convencionales. Responde a la necesidad de obtención a corto plazo de caudales con una máxima garantía.

La Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, otorga rango legal al régimen jurídico de la desalación, como nueva tecnología que permite incrementar la disponibilidad de agua dulce. Las aguas procedentes de la desalación del agua de mar, una vez fuera de la planta de producción e incorporadas a las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas, pasan a formar parte del dominio público hidráulico del Estado.



La desalación de recursos continentales superficiales, estrategia a la que responde en parte el planteamiento de la desaladora de El Atabal, es una tipología de actuación poco común. Los volúmenes que pueden desalarse están limitados a la normal variabilidad interanual de los recursos superficiales. Por el contrario, la desalación de recursos subterráneos, principal motivación inicial para la construcción de la planta, debe incorporar una estrategia de gestión que vigile la sostenibilidad de la explotación, para que la extracción no supere a la recarga y provoque un deterioro de los acuíferos. Con la excepción de acuíferos de naturaleza salina, la necesidad de desalar suele asociarse a una sobreexplotación, generadora de intrusión marina o de agotamiento y degradación de calidad.

La desalación, tanto de aguas superficiales como subterráneas, sólo podría interpretarse como acceso a nuevos recursos en la medida en que permita utilizar recursos renovables preexistentes, pero degradados, de otra manera, excluidos del potencial de uso. Por el contrario, la desalación de agua de mar sí representa una positiva introducción de nuevos recursos en el ciclo de gestión integral.

### **Potencial de la desalación**

En el estado actual de las tecnologías de desalación, el principal condicionante para su adopción es el gran consumo de energía requerido en el proceso y, por tanto, el alto coste del m<sup>3</sup> de agua desalada.

En situación de amplia disponibilidad de recursos convencionales, accesibles a bajo coste y con suficiente calidad y garantía, la desalación no es competitiva. En la actualidad, el proceso más eficiente, la ósmosis inversa, supone un consumo energético de unos 4kWh/m<sup>3</sup> para desalar agua marina (35 g/l de sales).

Las afecciones ambientales asociadas fundamentalmente al impacto de las plantas desaladoras sobre el medio marino por vertido de la salmuera, pueden condicionar la viabilidad de la desalación de aguas marinas, actuando como condicionantes en la selección del emplazamiento más adecuado para la evacuación de las salmueras.

El coste de explotación de la planta de Carboneras en Almería, de moderna construcción, alcanza 0,30 €/m<sup>3</sup>, a los que hay que sumar de 0,18 a 0,21 €/m<sup>3</sup> de amortización de la inversión (prevista para 15 años), con lo que el m<sup>3</sup> desalado cuesta entre 0,51 y 0,54 €. Frente a esta estimación, que hace referencia a una planta de gran dimensión y moderna tecnología asociada a una central hidroeléctrica, hay estudios de expertos que cifran el coste íntegro del agua desalada en el intervalo de 0,66 a 0,78 €/m<sup>3</sup>.

Aunque son superiores a los costes actuales de captación y depuración de recursos convencionales (0,22 €/m<sup>3</sup>) como promedio en Andalucía (PHN, 2000), los precios de desalación están al alcance de los usos urbanos litorales (aquellos en los que los costes de conducción y elevación del agua son moderados), lo que ha permitido su expansión hasta la fecha, fundamentalmente en territorios insulares. En cualquier caso, la accesibilidad a recursos más económicos y garantizados descarta, en la práctica, la materialización del potencial de utilización de aguas desaladas.

La posibilidad de emplear agua desalada en el riego de campos de golf se asocia al rendimiento económico generado por esta actividad, en principio, suficiente para situarlo como potencial usuario de aguas desaladas. Sin embargo, su habitual vinculación con los desarrollos urbanísticos e instalaciones hoteleras que alojan a los golfistas facilita la disponibilidad de efluentes depurados, más baratos, de fácil acceso y alta garantía. La desalación para uso directo en riego de campos de golf no parece, por tanto, competitiva.

Los costes de implantación de una desaladora de aguas salobres son menores. Para tamaños de 300 a 5.000 m<sup>3</sup>/día, los costes de inversión se sitúan entre 140 y 210 €/m<sup>3</sup>/día, mientras que los de explotación se aproximan a los 0,16 €/m<sup>3</sup>, con consumos energéticos de 1 a 1,3 kWh/m<sup>3</sup> (e incluso inferiores en plantas de última generación).

Un coste global representativo puede oscilar entre 0,21 y 0,24 €/m<sup>3</sup>. El tipo de usuario agrícola que podría acceder al recurso con estos precios sería mucho mayor.

Tal y como ya se ha mencionado anteriormente, y con carácter general, en el caso de que se desalen aguas subterráneas, la proliferación de estas instalaciones, puede representar un grave riesgo para la sostenibilidad de los acuíferos, si no se limita la explotación coyuntural a épocas de sequía.

## **REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS**

Consultado el Plan Hidrológico de la Cuenca Sur que incluye una evaluación del potencial de reutilización de aguas residuales en el sistema del Valle del Guadalhorce, con los caudales tratados en las depuradoras para las que se contempla como objetivo la reutilización de efluentes, podría alcanzarse un grado de reutilización entre el 41 y el 95 % del volumen efluente total. A corto plazo, en la provincia de Málaga, el volumen total reutilizado podría estar entre 34 y 78 hm<sup>3</sup>, pudiendo servir una superficie comprendida entre las 5.000 y 11.000 ha.

Hay que decir que a más largo plazo no existe una planificación coordinada de las actuaciones de reutilización, principalmente por la diversidad de agentes que pueden intervenir en la construcción de las plantas, (Junta de Andalucía, Diputación Provincial, Mancomunidades y Ayuntamientos) y el variado grado de expectativas generadas en torno al riego.

En el Plan Nacional de Regadíos aprobado en Abril de 2002 y el Real Decreto 287/2006 de 10 de Marzo de Obras Urgentes de Mejora y Consolidación de Regadíos, se establecen ayudas y criterios generales, pero entendemos que sigue vigente el Avance del Plan de Regadíos de Andalucía (1996) que plantea un programa de reutilización de aguas residuales en el litoral, previa depuración terciaria, denominado Plan Litoral. Estos recursos se destinarían a la agricultura intensiva de la franja costera, como complemento de dotación de regadíos existentes (unos 3.500 m<sup>3</sup>/ha más).

En cuanto al Plan de Cuenca, se programan las siguientes actuaciones de reutilización:

*“Saneamiento, Depuración y Reutilización del Bajo Guadalhorce-Málaga”*: contemplada para el horizonte de diez años, consistía en la construcción de la EDAR comarcal del Bajo Guadalhorce (hoy en día en fase de proyecto) con nivel de tratamiento terciario para reutilización en riego agrícola. Localizada en el centro neurálgico de los regadíos del Valle, depurará las aguas de los municipios de Álora, Pizarra y Coín. Cártama, Alhaurín el Grande y Alhaurín de la Torre tienen proyectado conectarse con la EDAR del Guadalhorce que ya depura la mayor parte de los efluentes de Málaga capital, así como los de Torremolinos.

En la cuenca del Guadalhorce existen además otras iniciativas de incidencia más reducida, entre las que destaca el aprovechamiento de los efluentes de la EDAR de Alozaina. El proyecto, promovido por los propios regantes, con la ayuda de la Diputación provincial, permitirá en muy breve plazo el riego de 200 hectáreas de olivar.

Actuaciones similares se están gestando en otros núcleos interiores que disponen, o lo van a hacer próximamente, de depuradoras modernas.

## **Comparación de costes de desalación y reutilización**

Se descarta la utilización de aguas residuales depuradas para el empleo directo en abastecimiento, por lo que el análisis se centra en el potencial de reutilización en riego agrícola y de campos de golf.

Otros posibles objetivos serían la reutilización industrial (en especial lavado y refrigeración), usos municipales y recreativos o la producción de biomasa. El potencial de reutilización depende de condicionantes similares a los del agua desalada pero bajo supuestos radicalmente diferentes.

El coste de regeneración de agua residual mediante tratamiento terciario es inferior al del agua desalada. Por otra parte, el coste de incorporación también tiende a ser inferior, ya que, la elevación no siempre es necesaria y es frecuente la proximidad de alguna zona regable (o instalación de golf).

Se trata de costes asumibles por la mayor parte de los regadíos de la cuenca del

Guadalhorce, si bien, en algunas zonas regables (El Burgo-Turón, Cabecera del Guadalhorce, río Grande), la imputación de una tarifa al agua de riego, aunque sea moderada, representa un impacto notable en la economía de las explotaciones. Sin embargo, las abundantes iniciativas en marcha atestiguan la viabilidad de esta opción.

Para cumplir estas expectativas es necesario que los proyectos incorporen los tratamientos terciarios, que no son necesarios para dar cumplimiento a los requerimientos de calidad de vertido en los que, generalmente, bastará con el nivel secundario de depuración.

## PROPUESTAS

### General

Deberá priorizarse la realización de todas y cada una de las obras previstas en la planificación hidrológica de esta provincia, estableciendo el correspondiente calendario de los ejercicios económicos en que deberá ser ejecutada cada una de ellas.

La Administración deberá controlar que los Planes de Ordenación y de Expansión Urbana de las distintas áreas y municipios de la provincia, queden condicionados de manera ineludible, a la previa disponibilidad de recursos hídricos para satisfacer las demandas que de ellos se prevean.

### Aguas superficiales

Que se otorgue la máxima prioridad a solucionar el problema de la salinización, por el manantial de Meliones, de las aguas del embalse sobre el río Guadalhorce.

A la Academia le parece positiva la ampliación de la inversión que supone la nueva conducción de las aguas desde la cabecera de los embalses hasta Málaga, si bien todo ello debe ser afrontado junto con la otra solución proyectada, consistente en aislar las aguas del citado manantial dentro del propio embalse y luego evacuarlas hasta el mar mediante la mejora de la conducción existente.

La conducción desde los embalses para atender el abastecimiento de la ciudad en exclusiva y con independencia de los canales

de riego, es una vieja aspiración de todos; sería desde luego no para transportar agua contaminada si no agua bruta ya que entendemos que esta actuación es complementaria de la corrección del manantial salino. En tal caso, no sería necesaria una nueva desaladora para ayudar a la del Atabal.

Dado que ambos proyectos se complementan entre sí, que el presupuesto aproximado del nuevo proyecto es de unos doscientos cincuenta millones de euros y el del otro, también aproximado, de unos cincuenta millones de euros, proponemos que se adjudiquen ambos proyectos simultáneamente.

### Aguas subterráneas

Entendemos que la experiencia de la sequía del año 1995, que motivó la apertura por la Administración de nuevas captaciones para auxiliar el suministro a poblaciones, no se aprovechó debidamente al no incorporar adecuadamente los nuevos recursos captados a los sistemas de explotación controlados por la Administración, lo que provocó un uso inadecuado, con una aplicación únicamente local y, en la mayoría de las ocasiones, siguiendo criterios estrictamente económicos que han puesto en riesgo la conservación de los acuíferos y contribuido a su degradación.

Los acuíferos de Málaga, siguen ofreciendo la posibilidad de resolver situaciones similares a las de entonces, aunque para ello será necesario reservar los acuíferos de buena calidad para abastecimiento urbano y mejorar el mejor conocimiento de su geometría y funcionamiento hidrogeológico, así como conocer su grado de explotación, controlando de manera precisa los volúmenes bombeados.

La Administración deberá llevar a cabo una definición más precisa de las unidades hidrogeológicas de la provincia y elaborar normas de explotación para cada una de ellas que sirvan de referencia para la toma de decisiones, promoviendo además la creación de comunidades de usuarios de acuíferos para una gestión más eficaz, corresponsable, participativa y sostenible de las mismas.

Nos permitimos recordar que el Plan Hidrológico establece como segunda prioridad, después del abastecimiento urbano, el uso ecológico (protección de humedales, manantiales singulares, etc.) y que la Directiva Marco del Agua de la Comunidad Europea, impone la protección de los acuíferos aún no degradados, especialmente en lo que se refiere a la calidad de sus recursos y también, la regeneración de aquellos que ya han sufrido degradación, considerando la posible recarga artificial y el control de vertidos potencialmente contaminantes sobre ellos.

### **La Desalación**

Entendemos que el coste de desalar el agua del mar puede asumirse para auxiliar a las dotaciones de poblaciones próximas a la costa, toda vez que, al tratarse de un recurso estratégico de alto coste de explotación, debe enmarcarse dentro de una gestión integrada de los recursos hídricos.(obras hidrológicas, obras de depuración, redes de interconexión, etc.).

La desalación de aguas continentales, por tratarse de una técnica con menor costo de implantación y explotación, pudiera en principio ser atractiva, si bien tiene un límite que no debe sobrepasarse, que sería la sobreexplotación del recurso, lo que provocaría perjuicios incluso en zonas alejadas del lugar de la explotación. Por ello este tipo de actividad deberá ser controlado por la Administración.

### **Las aguas residuales depuradas**

El uso de aguas residuales depuradas debe fomentarse, ya que ello permite al futuro usuario su utilización con fines agrícolas,

industriales o recreativos, siempre que los costes de elevación no hagan prohibitiva tal actividad, por lo que debería estudiarse, bajo esa perspectiva, la ubicación de las nuevas plantas depuradoras, desterrando algunas localizaciones que encarecerían notablemente el uso posterior del recurso depurado.

Cabe destacar, que la disponibilidad de recurso por depuración, puede ser importante, similar al utilizado para uso urbano.

### **Reflexión final**

La Academia tiene la sensación de que la provincia de Málaga ha sido durante muchos lustros, la gran olvidada a efectos de política hidráulica por las sucesivas Administraciones.

Prueba de ello es que nuestra ciudad recibe agua de abastecimiento a través de canales a cielo abierto, atravesando tierras de labor, a las que también suministra agua.

La Administración competente en materia forestal, deberá priorizar las actuaciones necesarias para la protección de las cabeceras de nuestros ríos frente a los procesos de erosión, para así propiciar al máximo la recarga, de forma natural, de los acuíferos. Consideramos de suma importancia establecer el calendario de actuaciones en este sentido.

La Administración competente en materia de aguas, debe recuperar el protagonismo, tal vez perdido, que le permita el control total de este recurso.

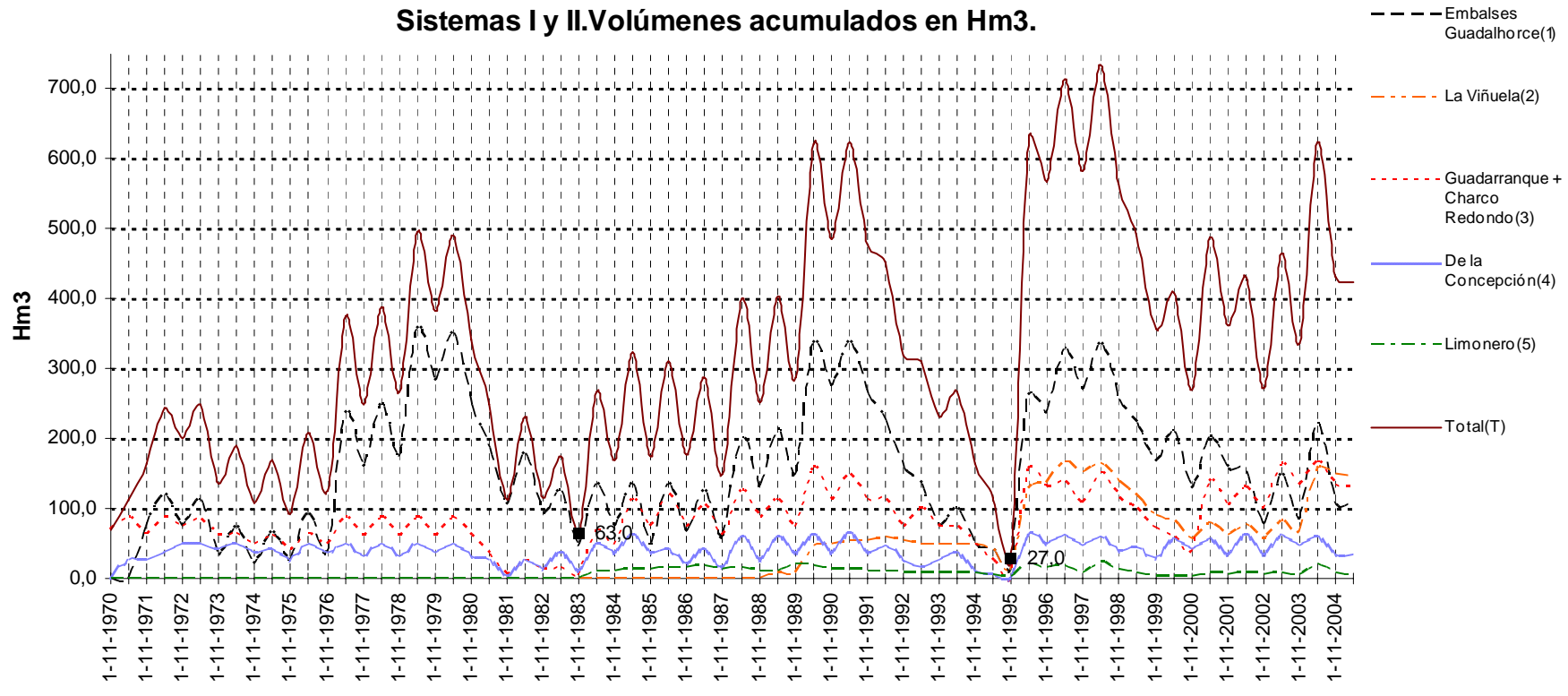
Málaga Junio de 2006



Manantial de Meliones

**ANEJO N° 1**  
**Evolución del agua embalsada**  
**(1970-2005)**

### Sistemas I y II. Volúmenes acumulados en Hm3.



**ANEJO N° 2**  
**Estimación de la evolución de la población**





De nuevo es un error al alza. Tanto la población residente como los turistas de la llamada "población real" proyectada para 2015 van a ocupar las nuevas viviendas; como decíamos en los dos primeros cálculos, no se puede sumar población futura proyectada y población de futuras viviendas porque es lo mismo.

### **Propuesta alternativa: población residente en 2014 y carga demográfica real**

Como hemos podido ver, la crítica fundamental de los cálculos realizados en el Plan de Ordenación no es a los resultados, sino a la ausencia de sentido común de las hipótesis. Para que no se entienda como una mera crítica negativa voy a ofrecer los dos cálculos básicos en la hipótesis más alta previsible.

#### *Proyección de la población residente a 2014*

Partiendo de de la evolución producida de 1999 a 2004, he llevado a cabo una proyección por edad y sexo de los municipios de la Costa del Sol Occidental considerando como hipótesis más probable:

1. El ligero proceso de incremento que venía experimentando la natalidad va a continuar hasta 2009 (debido a los hijos de extranjeras y a los hijos de las españolas de las generaciones numerosas del baby boom que han retrasado la edad de la maternidad). Desde 2009 a 2014 la natalidad se estabilizará en parte porque las extranjeras irán adaptándose a las pautas españolas de fecundidad, y en parte porque las españolas que van a ir llegando a las edades de máxima fecundidad son inferiores en número.

2. Las migraciones van a mantener su intensidad hasta 2014. Realmente a partir de 2009 deberá decaer algo la inmigración de españoles llegados de otros municipios o de otra provincia pues están entrando en edades de máxima movilidad (20 a 35 años) generaciones progresivamente menos numerosas nacidas desde 1975. Sin embargo, la inmigración de extranjeros ha tenido tal intensidad en estos últimos años que nos aconseja mantener las mismas pautas migratorias de conjunto, pues los extranjeros ya asentados pueden facilitar la llegada de familiares y conocidos. Es decir, que la proyección de la población residente que hacemos es en la hipótesis máxima porque la inmigración puede disminuir si la menor afluencia de españoles no se ve suplida por la afluencia de extranjeros.

3. Respecto a la mortalidad, se van a mantener los mismos procesos de prolongación de las expectativas de vida. La evolución resultante es:

Población residente Padrón 2004: 297.438  
 Población residente proyectada 2009: 371.595  
 Población residente proyectada 2014: 463.943

#### *Carga demográfica real en 2015 si se reproduce y se desarrolla el planeamiento vigente*

Como sabemos todos los municipios están revisando su planeamiento para adaptarse a las directrices de la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, por lo que las previsiones de suelo urbanizable conforme al planeamiento vigente pueden verse afectadas, entre otras por las normas que resulten del Plan de Ordenación del Territorio de la Costa Occidental. Sin embargo, como mero ejercicio hipotético, vamos a calcular la carga demográfica de las viviendas, si en 2015 está desarrollado todo el suelo previsto en el planeamiento vigente, y le sumaremos la capacidad hotelera, pues de todos los cálculos realizados en el Plan, es el único metodológicamente aceptable pero aplicándole el tamaño medio del hogar adecuado.

En función de las viviendas existentes y de las previstas en el planeamiento, la Costa del Sol Occidental puede tener en 2015 una capacidad residencial de:

- 1.216.824, si permanece el tamaño medio del hogar de 2,82
- 1.014.020, si continua disminuyendo hasta llegar a 2,35

Sumándole la capacidad hotelera resultaría una capacidad demográfica media en 2015 que se situaría en una horquilla entre **1.261.408** y **1.058.604**<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Creo que este método de cálculo es aceptable. Por ejemplo aplicándose al año 2001, las 201.949 viviendas que arroja el censo multiplicadas por el tamaño medio del hogar de la población residente en la Costa (2,82) o por el tamaño medio de la población de la provincia de Málaga y resto de España (2,9) en ese año, y sumándole la capacidad hotelera, nos da una horquilla de capacidad demográfica en 2001, entre 630.236 y 610.080 habitantes, valor medio similar al cálculo que ofrece el mismo Plan de la población real calculada para 2001 a partir de indicadores indirectos (consumo de agua y residuos sólidos urbanos) entre 654.700 y 545.583.

**ANEJO N° 3**  
**Acuíferos de la provincia de Málaga**

**ACUÍFEROS DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA (1)**

<b>Nombre del acuífero (unidad hidrogeológica)</b>	<b>Superf. km<sup>2</sup></b>	<b>Recursos hm<sup>3</sup>/año</b>	<b>Bombeo hm<sup>3</sup>/año</b>	<b>Usos/Observaciones</b>
<b>ACUÍFEROS CARBONATADOS</b>				
YUNQUERA-LAS NIEVES (06.46)	165	75	1,5	Ab. Yunquera, Alozaina, Cartajima, Carratraca, Casarabonela, Ardales, Igualeja, Parauta, Faraján, Júzar.
SIERRA DE LIBAR (06.44) (00.06)	84	83	0.7	Compartida con Cádiz. Descarga en prov. Málaga (cuenca Guadiaro) Cifras de la Unidad completa. Ab. Benaoján, Montejaque, Cortes F.
SIERRA DE CAÑETE (06.41) (00.08) *	51	11	1.7	Compartida con Cádiz. Ab. Almárgen, Cañete, Teba, Campillos y otros prov. Sevilla y Cádiz.
BLANQUILLA-MERINOS-BORBOLLA (06.43)	87	43	-	Ab. Cuevas Becerro, El Burgo, Serrato. Actuaciones emergencia Serrato.
JARASTÉPAR (06.45)	13	8	-	Ab. Núcleos de la Serranía.
ACUÍFERO RIO GRANDE DE RONDA	25	7	2	Ab. Ronda.
SIERRA DE TEBA (06..35)	10	2.2	0.5	Ab. Campillos, Teba y riegos.
VALLE DE ABDALAGÍS (06..36)	31	6.5	0.4	Ab. Valle Abdalajís. Régimen descarga alterado por túneles de ferrocarril.
TORCAL DE ANTEQUERA (06..32)	35	16	7.5	Ab. Antequera y núcleos al S del Torcal.Riego en Vega de Antequera.
CABRAS-CAMAROS-S. JORGE (06.31)	63	20	0.8	Ab. Colmenar, Casabermeja, V <sup>va</sup> Rosario, V <sup>va</sup> Trabuco.
ALFARNATE (06.29)	25	10	(;) 1	Ab. Alfarnate,Alfarnatejo,Riogordo y riegos.
SIERRA BLANCA-SIERRA MIJAS (06.38)	170	53	38	Ab. Torremolinos, Benalmádena, Mijas, Alh. Torre, Alh. Grande, Coín, Churriana, Monda, Marbella, Istán, Ojén. Riegos. Sobreexplotación en Sierra Mijas. Riesgo de contaminación por vertederos y otras actividades.
SIERRA TEJEDA (06.24) (00.10) *	30	10	0.5	Compartida con Granada. Ab. Alcaucín. Canillas Aceituno.
SIERRA ALMIJARA (06.24) (00.10) *	150	47	15	Compartida con Granada. Ab. Nerja, Frigiliana, Cómpeta, C. Albaida y otros núcleos de la Axarquía. Riegos.
SIERRA DE ARCHIDONA (06.30)	5.8	1.1	0.9	Ab. Archidona, V <sup>va</sup> Tapia y riegos. Riesgo de sobreexplotación.
SIERRA ARCAS-CERRO GORDO (06.30)	1.9	0.42	0.35	Ab. V <sup>va</sup> Algaidas y riegos. Riesgo de sobreexplotación.
SIERRA PEDROSO (06.30)	4.4	0.97	-	Transfiere sus recursos a otros acuíferos.
SIERRA HUMILLADERO (06.34)	6	0.78	0.92	Ab. Humilladero, Fuente Piedra y riegos. Sobreexplotación.
SIERRA MOLLINA-CAMORRA (06.34)	12	2.5	1.8	Ab. Mollina, Alameda y riegos. Riesgo de sobreexplotación.
SIERRA DE LOS CABALLOS (06.34)	18	4.85	3.2	Compartida con Sevilla. Ab. Sierra Yeguas y otros núcleos de Sevilla. Riegos. Riesgo de sobreexplotación.
SIERRA CUEVAS DE S. MARCOS	4.3	0.66	0.2	
<b>TOTAL</b>	<b>991.4</b>	<b>402.98</b>	<b>76.97</b>	

### ACUÍFEROS DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA (2)

Nombre del acuífero (unidad hidrogeológica)	Superf. km <sup>2</sup>	Recursos hm <sup>3</sup> /año	Bombeo hm <sup>3</sup> /año	Usos/Observaciones
<b>ACUÍFEROS DETRÍTICOS</b>				
DEPRESION RONDA (06.42) (00.07) *	200	6	5	Compartida con Cádiz. Riego y ab. pequeños núcleos.
LLANOS ANTEQUERA-ARCHIDONA(06.33)	206	46	33	Riegos. Agua de mala calidad para abastecimiento.
FUENTE DE PIEDRA (06.34)	150	10	4	Riego. Descarga en laguna. Los bombeos afectan a la laguna. Relación con acuíferos de Sierra Humilladero y Sierra Mollina-Camorra. Plan de ordenación y declaración de sobreexplotación en curso.
MARBELLA-ESTEPONA (06.40)	80	36	23	Ab. Marbella, Estepona. Riegos y campos de golf. Áreas con riesgo de salinización por bombeos. Régimen de recarga alterado por embalse Concepción y azudes en ríos que lo alimentan.
FUENGIROLA (06.39)	17	20	6.5	Ab. Fuengirola. Riegos. Riesgo de salinización en sector costero. Mala calidad para abastecimiento.
BAJO GUADALHORCE (06.37)	270	54	25.5	Ab. Málaga, Pizarra, Cártama e industria. Riegos. Sectores con mala calidad para abastecimiento. Riesgo de contaminación por vertidos y riegos.
VELEZ (06.27)	30	33	29	Riegos. Régimen de recarga alterado por embalse Viñuela. Los bombeos tienden a ser substituidos por agua superficial de Viñuela. Agua de mala calidad para abastecimiento. Riesgo de salinización en sector costero.
<b>TOTAL</b>	<b>953</b>	<b>205</b>	<b>126</b>	
<b>TOTAL PROVINCIA</b>	<b>1944.4</b>	<b>607.98</b>	<b>202.97</b>	

(\*) Cifras correspondientes sólo a Málaga

## **ACUÍFEROS DE MENOR ENTIDAD**

Además de los acuíferos incluidos en los cuadros, en la provincia de Málaga existen otros de dimensiones más reducidas y menor volumen de recursos o que son compartidos con las provincias limítrofes, aflorando en Málaga sólo en una pequeña superficie. No por ello dejan de tener interés, ya que, en el caso de los primeros, proporcionan recursos para satisfacer demandas locales y, en el caso de los segundos, aportan caudales a nuestra provincia en una cuantía superior a la que correspondería a la superficie aflorante en ella.

### **Acuíferos carbonatados:**

*SIERRAS DE BENADALID-GAUCÍN Y CASARES-MANILVA.* Son utilizados fundamentalmente para abastecimiento de las poblaciones cercanas y pequeños regadíos.

*SIERRA DE GIBALTO.* Abastecimiento y riego en el área de V<sup>va</sup> del Trabuco-Mariandana. Compartido con Granada.

*SIERRA DE GUARO (PERIANA).* Es el extremo meridional de la unidad de Sierra Gorda de Loja. Compartido con Granada. Abastece a Periana y zona regable de Guaro mediante una galería de regulación.

*SIERRA DE CÁRTAMA.* Riegos. Incluida en Bajo Guadalhorce.

*SIERRA DE GUARO.* Abast. a Guaro.

### **Acuíferos detríticos:**

*VEGA DE CAMPILLOS.* Riegos.

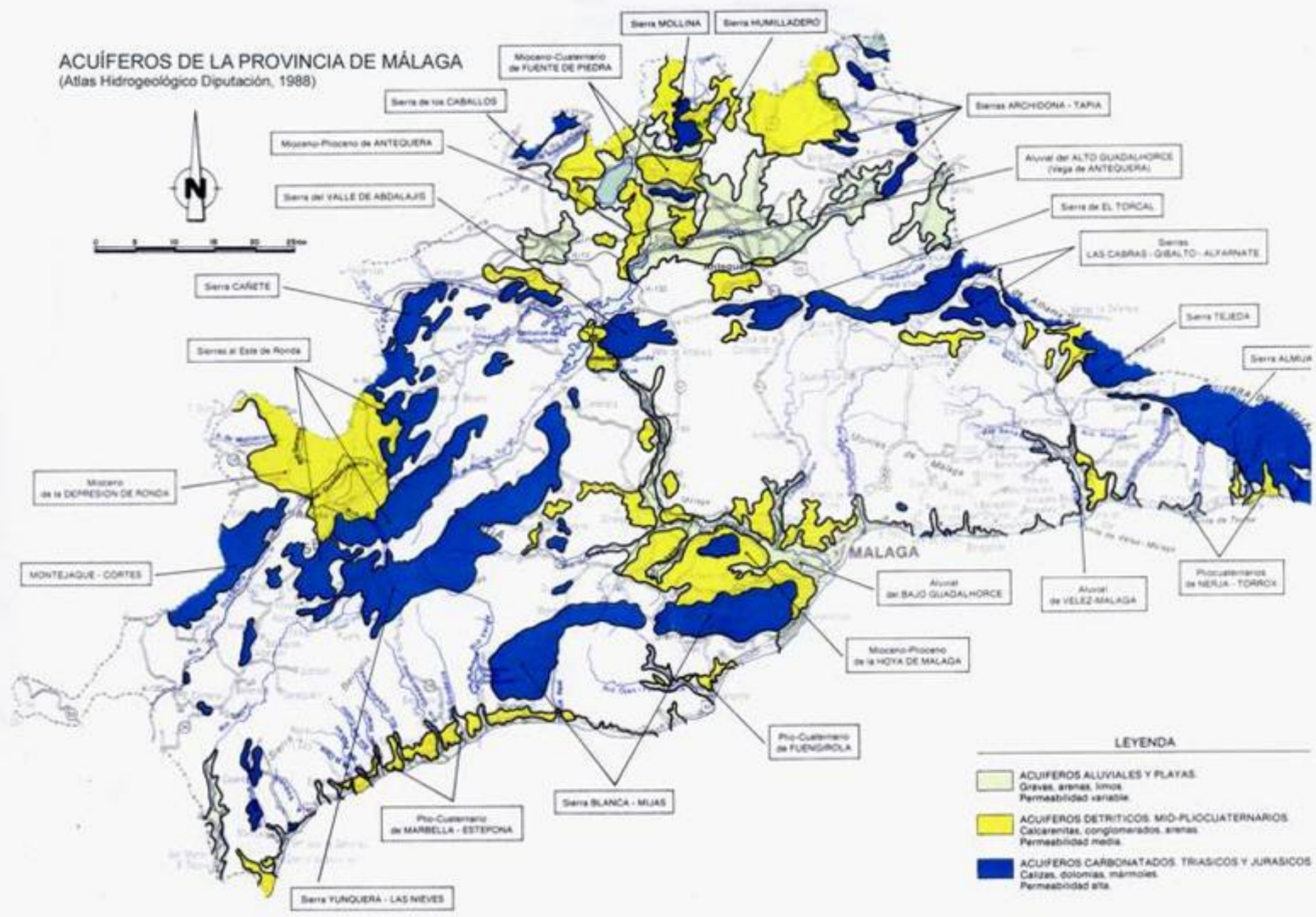
*VEGA DE ALMÁRGEN-TEBA.* Relación con Sierras de Cañete y Teba. Riegos.

*ALUVIALES DE LA ZONA DE SALINAS-MARIANDANA.* Relación con Sierra de Gibalto. Riegos.

*LA MAGDALENA-HACHO DE ANTEQUERA.* Riegos.

*ALUVIALES DEL SECTOR COSTERO ORIENTAL DE MÁLAGA* (Totalán, Rincón de la Victoria, Algarrobo, Torrox, etc.). Proporcionan recursos para pequeños riegos y abastecimiento de núcleos aislados. En algunos se observa salinización por bombeo.

**ACUÍFEROS DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA**  
(Atlas Hidrogeológico Diputación, 1988)



**LEYENDA**

- ACUÍFEROS ALUVIALES Y PLAYAS.  
Gravas, arenas, limos.  
Permeabilidad variable.
- ACUÍFEROS DETRÍTICOS MID-PLIOCENARIOS.  
Calcarenitas, conglomerados, arenas.  
Permeabilidad media.
- ACUÍFEROS CARBONATADOS TRIÁSICOS Y JURÁSICOS.  
Calizas, dolomías, mármoles.  
Permeabilidad alta.

