

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LOS ACUÍFEROS ALMERIENSES

ÁNGEL GONZÁLEZ ASENSIO
ITGE

INTRODUCCIÓN

La presente ponencia tratará sobre algunos aspectos de los acuíferos almerienses, sin llegar a descripciones de detalle que han sido programadas para otra sesión. Se dará un esquema del funcionamiento de los acuíferos, considerándolos como partes de la cuenca en que están involucrados -inmersos en el funcionamiento general de la misma- ya que escorrentía subterránea y superficial son sólo componentes espaciales, coincidentes o no en el tiempo, del conjunto de recursos naturales o escorrentía total de cada cuenca.

Esta unicidad del recurso (al fin implantada por la Ley de Aguas) invita a algunas reflexiones previas. Los acuíferos se sitúan conceptualmente como embalses subterráneos, con determinada capacidad para recibir, almacenar y ceder aportaciones de agua, los cuales desempeñan inestimables funciones de laminación y regulación de una parte de las escorrentías. Se trata de embalses naturales en los que entra en juego una parte de nuestro patrimonio hídrico. Su manejo puede resultar más o menos complejo, incluso necesitar inversiones en su investigación y control, para comprender su funcionamiento a la escala requerida, bastante más cercanas a las de los embalses superficiales que las empleadas usualmente en los estudios de carácter general. La decisión sobre el interés de adquirir el grado de conocimiento y control necesarios, en cada caso, dependerá de la disponibilidad de recursos hídricos que entren en juego y del coste que ello represente, comparado con otras alternativas existentes.

Aunque nuestros acuíferos sólo tengan una entidad media a muy baja, dan buen testimonio del gran valor relativo que representan, si se analizan las características hidrográficas de nuestro medio físico; el más árido de la Península. Sin embargo, este valor no ha sido asimilado comúnmente por nuestra sociedad (al menos desde una perspectiva racional, alejada de lo mágico) aunque hayan sido hasta ahora, en general con carácter pasajero, el soporte principal de nuestro desarrollo económico.

La actitud frente a estos embalses subterráneos deberá ser objeto de una profunda reflexión colectiva, en un momento en que el acierto de la Planificación Hidrológica en curso, para nuestra Provincia, depende, en gran medida, del buen conocimiento y mantenimiento de nuestro patrimonio de Recursos Propios Disponibles, en el que los acuíferos tienen un papel dominante, entre

otras razones porque su aprovechamiento sólo puede hacerse desde la fase subterránea de la escorrentía en buena parte de nuestro territorio. En cualquier caso, los acuíferos deberán incorporarse cuanto antes a nuestra cultura como lo que son y con el valor que representan, y recibir, consecuentemente, el tratamiento que merecen.

Hasta ahora los acuíferos almerienses -y casi todos los acuíferos- se han explotado como consecuencia de los resultados de prospecciones por tanteo, con mayor o menor intuición, según pautas de éxito-fracaso. Los estudios que se han hecho, a escala de comprensión general de funcionamiento y detección de problemas, han surgido después y tampoco han cambiado prácticamente la situación. Ha sido una etapa con predominio del uso irracional. Al entrar en la dinámica de la Planificación Hidrológica, la racionalización de este uso es el único camino posible. Primero habrá que conocerlos, a la escala conveniente en cada caso, para su manejo controlado; después se deberá planificar su uso y, finalmente, controlar la aplicación de lo planificado.

Dentro de este conocimiento es imprescindible la determinación del «déficit efectivo» en los acuíferos sobreexplotados, para deducir el volumen de «Recursos Disponibles» (o sostenibles) en cada caso. Olvidar ésto, supone sobrestimar los recursos con que vamos a contar en el futuro y minimizar el déficit.

Es impensable que la situación de sobreexplotación de muchos acuíferos pueda ser eliminada, durante el plazo de ejecución de las obras que permitan la llegada de recursos de sustitución de este exceso de explotación. Pero hay que definir y controlar esta sobreexplotación para planificar correctamente su eliminación al final del proceso. Hay que tener muy en cuenta que el concepto de sobreexplotación, como exceso de bombeo en un acuífero que genera una aportación sostenida de sus reservas (y con frecuencia un deterioro de la calidad de sus aguas) es un concepto técnico, que puede representar una decisión sobre la forma de explotar un acuífero plenamente satisfactoria, si está planificada (por ejemplo, mientras llegan otros recursos proyectados).

BREVE ANÁLISIS DE LOS ACUÍFEROS ALMERIENSES

Se presenta el análisis de acuíferos y recursos por «Sistemas de explotación» -según los criterios del Plan Hidrológico de la Cuenca Sur- los cuales están constituidos por cuencas o asociaciones de cuencas hidrográficas. Excepcionalmente, la Comarca de los Vélez, en la divisoria con las Cuencas del Segura y Guadalquivir, se considera de manera unitaria sin respetar el criterio citado, con la idea de mostrar la situación específica de esta zona almeriense y así completar prácticamente el conjunto provincial.

El esquema mostrado en la *Figura 1* proporciona esta visión de conjunto de la provincia. Dentro de cada Subsistema se señalan las divisorias de las cuencas hidrográficas principales que incluye. Se destacan los acuíferos más significativos entre los existentes en todo el territorio, que tienen una extensión conjunta minoritaria con relación a la del resto de la provincia, formada por materiales poco o nada permeables que predominan en los horts tectónicos que diseñan las cadenas montañosas y en el relleno de las fosas o pasillos situadas entre las mismas.

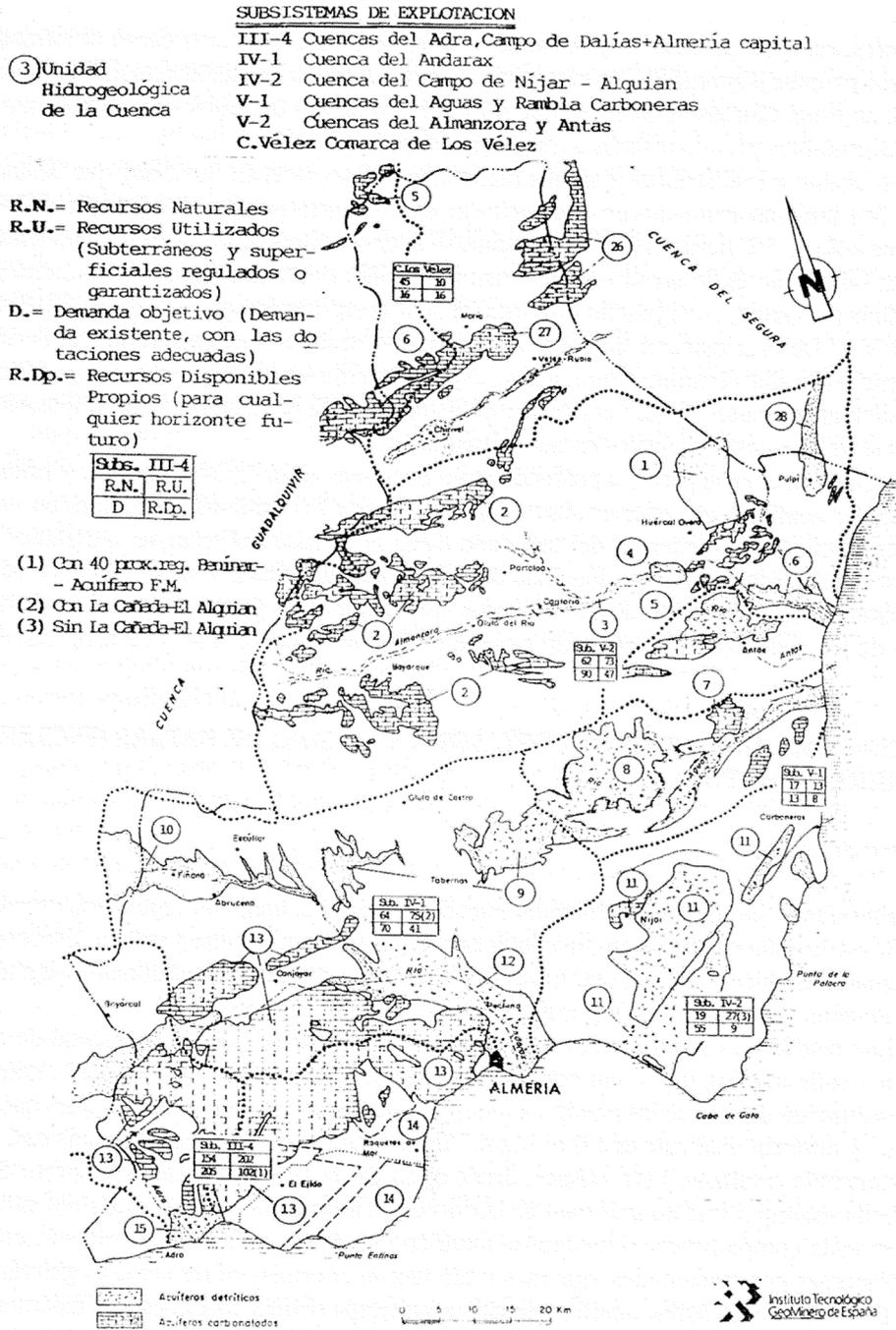


Figura 1. Subsistemas de Explotación de la Cuenca del Sur Oriental, más Comarca de Los Vélez. Esquema de distribución de demandas y recursos propios. Horizonte 1992

En la figura se señalan los valores correspondientes a cada subsistema en cuanto a: **recursos naturales, recursos utilizados y demandas** en el horizonte 1992, así como la estimación de **recursos propios disponibles**, de carácter sostenible desde la situación actual. (Hay que advertir que en estos últimos se han incluido 40 hm³/año dentro del Subsistema III-4, que aún no están disponibles pero lo estarán a muy corto plazo).

En cuanto a la distribución de los recursos naturales (P.H.C. Sur), hay que destacar que, de los 361 hm³/año estimados en este territorio, el 43% corresponden al Subsistema III-4, mientras que sólo el 5% pertenece al Subsistema V-1. Estas diferencias inciden claramente, como es bien sabido, en el desarrollo de los usos: de los 400 hm³/año utilizados con cierta garantía en toda la provincia, en el pasado próximo, el 50% corresponden al Subsistema III-4, y sólo el 3% al V-1. De esta manera, no hace falta comentar la dificultad que entraña la definición y armonización del término «demanda», especialmente en casos como el segundo de los subsistemas señalados, donde el desarrollo histórico de la demanda ha sido imposible, por la carencia de recursos y reservas en que sustentarse.

A continuación se pasará a profundizar un poco más en el pasado, presente y futuro de los principales acuíferos almerienses, haciendo referencia a los cambios producidos en su funcionamiento, como consecuencia del uso dado hasta la fecha a los recursos utilizables de cada subsistema, en función de su capacidad de regulación superficial y subterránea, considerando necesariamente la situación de los acuíferos sobreexplotados y, con todo ello, se destacará el papel de los acuíferos en el contexto general de funcionamiento futuro de las cuencas.

SUBSISTEMA III-4: CUENCAS DEL ADRA Y CAMPO DE DALÍAS (INCLUYENDO ALMERÍA CAPITAL)

Cuenca del Adra.

Presentaría un modelo de funcionamiento similar al actual, con regulación algo menor, y mayor escorrentía superficial al no contar con los usos del curso alto y medio. Esta escorrentía presentaría también, como ahora, tramos perennes, estacionales y ocasionales, según el volumen de agua circulante y la permeabilidad del sustrato del cauce.

Los **acuíferos carbonatados triásicos del Medio Adra** (sector occidental de Sierra de Gádor - valle medio), que están estructurados en compartimentos, se recargaría, como ahora, por infiltración directa de las precipitaciones y desde las escorrentías superficiales que los atraviesan, y también mediante una fracción del flujo subterráneo lateral (en cascada casi siempre) con dirección resultante Este - Oeste, desde el borde de la Sierra hasta el Acuífero de Fuente Marbella -(compartimento más bajo de la estructura hidrogeológica). A este flujo subterráneo, que en cada compartimento constituiría también una descarga, habría que añadir, en su caso, las descargas por manantiales, que más tarde fueron el origen de las actuales galerías.

En el **Delta del Adra**, acuífero detrítico multicapa (Mioceno-Plioceno-Cuaternario) la lámina de agua en cada capa presentaría más carga hidráulica en general, y mayores oscilaciones de nivel, ligadas al régimen de precipitaciones al alimentarse esencialmente de la escorrentía del río.

La descarga al mar de esta cuenca se produciría principalmente de manera superficial y, en menor medida, a través del acuífero deltaico.

De los recursos naturales de la cuenca (unos 80 hm³/año) un 45% habría formado parte de la escorrentía subterránea en los acuíferos carbonatados del Medio Adra, de los que la mitad serían ajenos a la escorrentía superficial del río. La descarga de Fuente Marbella (22 hm³/año, en los últimos decenios antes de Benínar) tendría una componente de algo más del 50% de infiltración desde el Río Adra.

Esta cuenca ha sufrido sólo discretas modificaciones debido a los usos:

- las derivaciones de escorrentías superficiales y las captaciones de pequeños manantiales en el **Alto Adra** han mermado poco la escorrentía superficial del río y mejorado algo su regulación.

- los usos en los **acuíferos carbonatados del Medio Adra** (Fig.2), mediante captación forzada de manantiales (galerías) y, en las últimas décadas, con una discreta introducción de bombeos, habrán provocado un efecto mayor en el mismo sentido anteriormente citado, pero tampoco muy importante. La construcción del Embalse de Benínar ha modificado las descargas en Fuente Marbella, incrementando su volumen global y condicionando su régimen, muy directamente, a la cota del nivel embalsado.

- en el **Delta del Adra**, la evolución de los usos agrícolas, los cambios debidos a la derivación del tramo final del cauce, al encauzamiento del mismo, a la construcción del Embalse de Benínar, etc. habrían provocado, en primer lugar, un aumento en el espesor de la lámina de agua dulce (por «constitución» del material acuífero, incremento de la llanura de inundación del delta y de los retornos de riego, etc.) y, últimamente, un decrecimiento medio de dicha lámina, menor sensibilidad al régimen de precipitaciones, más regularidad en el régimen de aportaciones, mayor dependencia del régimen de bombeo, etc..

En conjunto podría decirse que los acuíferos de esta cuenca permanecen con un funcionamiento próximo a su régimen natural, y que la cuenca tiene aún unos excedentes utilizables que descargan al mar.

No existen problemas importantes hasta ahora en esta cuenca, ni tiene por qué haberlos si se racionalizan los usos para el futuro. Lo más destacable puede ser el efecto de empeoramiento de la calidad del agua, en el Delta especialmente, debido a la agricultura intensiva y otras contaminaciones derivadas de otros usos.

Cuenca del Sur de Sierra de Gádor - Campo de Dalías

En el caso de esta cuenca, como ahora ocurre, en régimen natural sólo existirían tramos ocasionales con escorrentías superficiales en cauces, de las que únicamente alcanzarían el mar, prácticamente, las ramblas de los extremos oriental y occidental del Campo. Más del 95% de la escorrentía total de la cuenca (75 hm³/año, cifra que habrá que corregir a la baja) se integraría pronto a la escorrentía subterránea.

En la Sierra, los acuíferos carbonatados (Acuífero Inferior Occidental e Inferior Noreste) se recargarían, como ahora, por infiltración directa de la precipitación y desde las escorrentías ocasionales de los cauces en su superficie, recibiendo un cierto flujo lateral subterráneo, en cascada, desde el Alto Andarax.

Su descarga se produciría hacia el mar, directamente por el extremo oriental del Campo (dando lugar a las surgencias de Aguadulce) y, en todo el frente de descarga, hacia los acuíferos de cobertera.

Estos acuíferos superficiales, de carácter detrítico (Acuíferos de la «Escama de Balsa Nueva», Superior Central, Superior Noreste e Intermedio Noreste) además de las citadas aportaciones subterráneas, recibirían una recarga por infiltración directa de la precipitación y desde las escorrentías superficiales procedentes de la Sierra, descargándose finalmente al mar por todo el litoral (aunque de forma preferente por los tramos costeros occidental y oriental), tras una serie de complejos intercambios de flujos entre ellos.

Esta cuenca ha experimentado, por el contrario, un cambio radical en su funcionamiento, motivado por la implantación de un bombeo que rebasa, con mucho, sus aportaciones (*Figura 2*).

Como consecuencia, todos los acuíferos (menos el Acuífero Superior Central y la Unidad de Celín) han venido aportando reservas, sufriendo descensos de su nivel piezométrico, lo que ha producido, y sigue produciendo, cambios muy importantes en sus relaciones de flujos y en los flujos de descarga al mar, en ambos casos con inversiones frecuentes. Algunas de estas inversiones están provocando intrusión marina, bien directamente o de forma indirecta a través de acuíferos ya salinizados.

Además de los procesos de deterioro de la calidad del agua por los usos agrícolas y urbanos -que esencialmente afectan a los acuíferos superficiales o capas libres de éstos- el problema más grave, derivado del uso, es el que origina la intrusión marina que afecta a la mayoría de los acuíferos, con lo que se ha perdido ya, y continúa perdiéndose, gran parte del potencial de recursos disponibles.

Papel de los acuíferos en el futuro

En los acuíferos no sobreexplotados (los de la Cuenca del Adra y los de Celín y Acuífero Superior Central del Campo de Dalías) se deberán mejorar las condiciones de uso y conservación (mediante regulación de manantiales, potenciación de la recarga natural, medidas de protección de la calidad del agua, etc.).

En los acuíferos sobreexplotados habrá que fijarse como objetivo su regeneración a largo plazo, iniciándola cuanto antes, -a medida que se obtengan los incrementos posibles de recursos de sustitución- y, por supuesto, racionalizando al máximo, y con urgencia, su uso. En este sentido, debería introducirse una redistribución de captaciones, derivada de un conocimiento imprescindible del funcionamiento y seguimiento de los acuíferos y subacuíferos a captar, sin el que cualquier actuación podría conllevar efectos negativos, en ocasiones innecesarios.

Por supuesto que el ahorro de agua, la protección máxima de su calidad, por los efectos directos del uso, y la recarga con eventuales excedentes no regulados ni utilizables directamente por la demanda, constituyen otras fuentes de actuaciones posibles. Así mismo, también lo son el uso muy controlado de determinados acuíferos o sectores de los mismos en el proceso de reutilización de aguas urbanas previamente depuradas, o en el de mezclas con aguas desalinizadas.

SUBSISTEMA IV-1: CUENCA DEL ANDARAX

En situación de régimen natural, el Alto Andarax (s.s.) presentaría un modelo de funcionamiento similar al actual, aunque con una escorrentía media cercana al doble de la ahora existente en su confluencia con el Nacimiento. Sus acuíferos carbonatados, también compartimentados, tendrían un funcionamiento similar a los del Medio Adra -como ahora ocurre- descargando finalmente hacia el río, excepto una parte (¿8 a 16 hm³/ año?) que lo haría subterráneamente hacia el Campo de Dalías. Se trata pues de una cuenca abierta.

En cuanto a las cuencas tributarias (Río Nacimiento, Ramblas de Gérgal y Tabernas), constituidas por substratos poco a nada permeables y con acuíferos detríticos en una reducida parte de su extensión (de los que sólo alcanza cierta importancia el del Nacimiento), presentarían una menor regulación y descargas al cauce principal sensiblemente mayores, en el caso del Nacimiento, y apenas diferencias con la situación actual en los otros dos casos.

Estos acuíferos detríticos, recargados por infiltración directa de la precipitación y desde escorrentías superficiales de los cauces que los atraviesan, se descargarían de manera difusa hacia estos mismos cauces, especialmente por el tramo más bajo de su recorrido por dichos acuíferos, y presentarían un mayor grado de saturación que el existente actualmente.

La parte baja de la cuenca recibiría más descargas que las actuales que, pese a su torrencialidad, permitirían al Río Andarax disponer de flujos superficiales estacionales, a cuya regulación contribuirían también una serie de discretos acuíferos detríticos pliocenos y cuaternarios -con un funcionamiento similar al del Nacimiento- y carbonatados triásicos. Estos últimos acuíferos, compartimentados, estarían más o menos asociados a tramos pararecificales del Mioceno Superior en los bordes del valle bajo hasta la capital; se recargarían por lluvia directa y desde los cauces tributarios que pasan sobre ellos, en sus correspondientes laderas de las Sierras de Gádor y Alhamilla. En cuanto al Delta del Río Andarax, tendría un funcionamiento similar al del Adra, aunque su capa inferior, apenas sin recarga de agua dulce, constituyera ya un subacuífero salobre.

La descarga al mar de esta cuenca se produciría superficialmente y, en proporción minoritaria, subterráneamente a través del acuífero del Delta. Casi todos sus recursos naturales (que se cifran en un total de 65 hm³/año) habrían pasado, una o más veces, por fases subterráneas, repartiéndose entre acuíferos carbonatados y detríticos aproximadamente al 50%.

Como en el Medio Adra, casi todos los acuíferos del Alto Andarax continúan actualmente en régimen próximo al natural, aunque el conjunto de la cuenca acuse la regulación y merma de escorrentía superficial que proporcionan las captaciones forzadas de manantiales, en acuíferos carbonatados, y algunas derivaciones ocasionales de la escorrentía superficial.

En los compartimentos carbonatados del entorno de Alhama y del Bajo Andarax, se han anulado casi o totalmente las descargas al río, al estar sobreexplotados.

En los acuíferos detríticos, la histórica captación forzada mediante galerías y pozos, y la posterior extracción por bombeo en pozos y sondeos han bajado la lámina de agua en los mismos, con la consiguiente pérdida de descargas laterales al cauce y disminución de buena parte del grado de saturación del aluvial. Esta situación ha propiciado el incremento del volumen de agua infiltrada desde las escorrentías de los cauces, con pérdidas en el flujo superficial hacia los tramos bajos del río.

Aparte de los casos de sobreexplotación en los citados compartimentos dolomíticos (desde el entorno de Alhama hasta la desembocadura, incluidos los profundos del valle bajo) y de los casos de acuíferos detríticos sobreexplotados del Bajo Andarax, cabe citar el deterioro que la utilización de los recursos ha producido en la calidad del agua de los aluviales, particularmente, desde el tramo medio al Delta, que tiene un origen múltiple como: un menor flujo superficial; la existencia de mezclas con acuíferos profundos en carga de carácter más salobre; los usos urbanos y agrícolas, etc.

En todos estos casos se ha perdido potencial de recursos disponibles.

El papel de los acuíferos en el futuro

En los acuíferos carbonatados del Alto Andarax y en el acuífero detrítico del Nacimiento, podría estudiarse el interés de incrementar su regulación, aumentando el bombeo y anulando el drenaje forzado de las galerías, en actuación coordinada con obras de potenciación de la recarga natural y con los necesarios embalses de regulación superficial -previstos para ambas cuencas- siempre considerando los efectos aguas abajo de estos últimos a efectos de balance.

En los acuíferos sobreexplotados de la cuenca media - baja, dado que no existe otra forma de recuperar su potencial de recursos disponibles, habrá que llevar a cabo una labor de regeneración -con resultados a largo plazo- en los casos en los que ésta sea viable. Esto conllevaría, según los casos, reducción/ clausura del bombeo, potenciación de la recarga natural, recarga con eventuales excedentes no regulados, eliminación del drenaje forzado de las galerías, cementación de sondeos profundos, etc. y, por supuesto, una rígida protección de las contaminaciones derivadas de los usos.

Todas las actuaciones necesitan un conocimiento y seguimiento detallado de los intercambios de flujos entre acuíferos y subacuíferos, y de las variaciones que conllevan en la salinidad, particularmente acentuado para el caso del Bajo Andarax.

Actuaciones orientadas a la reducción del consumo, el uso controlado de algunos acuíferos en la reutilización de aguas residuales urbanas regeneradas, o el uso de otros con aguas de salinidad irrecuperable, para la alimentación de plantas desaladoras o mezcla con las procedentes de desalinización, son actuaciones posibles en el futuro, especialmente para el caso de los acuíferos detríticos.

SUBSISTEMA IV-2: CAMPO DE NÍJAR - LLANOS DE EL ALQUIÁN

Está formado por un conjunto de pequeñas cuencas que, desde Sierra Alhamilla y Sierra del Cabo de Gata, desaguan al mar. Prácticamente todas las occidentales (Llanos del Alquíán) continúan en régimen natural (con sus escasas aportaciones, torrencialidad, y ausencia generalizada de acuíferos de entidad que actúen como elementos reguladores) ya que casi no hay recursos explotables. Solamente los acuíferos detríticos del Campo de Níjar y de la Cuenca del Hornillo (a ambos lados de la Serrata) en la Cuenca de Rambla Morales, constituyen excep-

ciones a este panorama, en unión de minúsculos compartimentos triásicos diseminados de Sierra Alhamilla y muy pequeños enclaves arrecifales o pararrecifales del Mioceno que, a mucha menor escala, presentan algún interés muy local.

Estos dos acuíferos detríticos más importantes se recargarían por infiltración directa de la precipitación y desde las escorrentías superficiales de los cauces que los atraviesan. Además, en ambos casos, existen recargas laterales desde compartimentos permeables y acuitardos de borde. Su circulación subterránea presentaría un eje de drenaje principal, que llegaría a ser casi coincidente en dirección con los de las Ramblas de Artal y El Hornillo, respectivamente, que confluyen en El Barranquete y desaguan al mar por Rambla Morales. Las escorrentías de estas ramblas serían ocasionales y de muy breve duración, aunque la convergencia de flujos subterráneos desde el entorno de la unión de ambas ramblas hasta la costa en un flujo único hacia el mar y el descenso de cotas topográficas, haría aflorar la lámina de agua ocasionalmente, en períodos más húmedos.

La sobreexplotación que ha tenido lugar durante las últimas décadas (Cuadro *Figura 4*) ha producido un consumo de reservas muy notable en los acuíferos de este subsistema, dando lugar a importantes descensos de niveles, agotamiento de algunas capas superiores y compartimentos de borde, así como un cambio profundo en la circulación subterránea, especialmente en el acuífero más septentrional y más importante.

En este acuífero, el flujo de descarga hacia El Barranquete se está minimizando por la creación de un cono de depresión en su parte central, al que confluyen ahora la mayor parte de los flujos subterráneos, sin que ésto repercuta de manera ostensible en las características de las descargas torrenciales por los cauces -tal vez también debido al efecto producido por el abandono reciente del sistema de «boqueras» para riegos ocasionales, como en el Andarax y otras cuencas, que laminaban las avenidas-.

La sobreexplotación en los acuíferos detríticos ha provocado también la movilización de flujos ligados a capas y sectores menos permeables y más salinos de este sistema acuífero (relacionados con materiales evaporíticos y volcánicos), con frecuencia facilitada por interconexión «vía sondeo», con un resultado negativo para la calidad del agua, lo que unido al deterioro generado por la carga contaminante de los usos agrícolas y urbanos, produce una situación de importante pérdida progresiva del potencial de recursos disponibles.

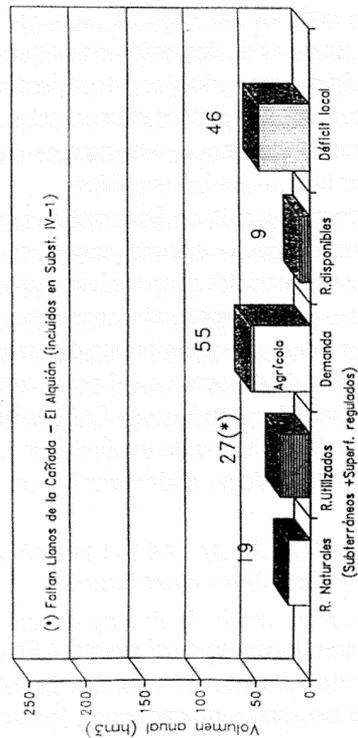
En el caso del tramo bajo de El Hornillo, desde El Barranquete hacia el mar, el descenso piezométrico estará haciendo evolucionar tierra adentro las interfases salinas que, si continúa el proceso, pueden llegar a alcanzar las cotas de captación de los sondeos.

El papel de los acuíferos en el futuro

Considerando, como en el caso del Bajo Andarax y del Campo de Dalías, que no es posible otro uso de los recursos naturales de esta cuenca que el que permite la regulación de sus acuíferos, es necesario, cuanto antes, llevar a cabo actuaciones que conduzcan a la regeneración de los mismos como son, entre otras, la obtención de recursos de sustitución para reducir drásticamente los bombeos, potenciación de la recarga natural mediante obras adecuadas (al-

- (1) Por embalses y por regulación conjunta. (2) Sólo de escorrentías superficiales de permanente garantizada. (3) Presas y regulación conjunta en construcción o realización inminente. (4) Obras en proyecto, en estudio o sin estudio; a decidir, considerándose conjuntamente con los incrementos posibles de explotación subterránea. Se incluyen los proyectos de regulación conjunta. (5) Por precipitación directa y desde escorrentías superficiales o subterráneas que alcanzan la unidad. No son siempre sumables los de las distintas unidades. (6) Bombas y captaciones de manantiales existentes. Sólo se refiere al bombeo cuando la captación de manantiales es nula, o la información sobre ésta es insuficiente; estas circunstancias se indican entre paréntesis, con cero -en el primer caso- o con un valor estimado de las surgencias conocidas, en el segundo. (7) Valores orientativos de incrementos mínimos aceptables de regulación subterránea (nuevos bombas o aprovechamientos de manantiales), complementarios a la regulación superficial o subterránea existente o en curso; a decidir, analizándose conjuntamente con los incrementos posibles de (4) recursos superficiales. (8) En la suma de (3), (2) y (3). (9) Es la suma de la explotación de las unidades hidrogeológicas, menos el déficit efectivo en las sobreexplotadas.
- (c) Excluido llano de La Cañada / El Alquízar. (d) Corrección del déficit estricto y entidad deteriorada. (e) Considera adoptadas medidas relacionadas con la recarga de acuíferos (presas, reutilización de agua regenerada, etc.).
- (f) Cita conservada del borrador (Jul.93)

Recursos Naturales	Recursos Superficiales -Subterránea-		Zonificación de Recursos Subterráneos: Unidades Hidrogeológicas NO SOBREEXPLORADAS				RECURSOS PROPIOS				DEFICIT LOCAL		
	Regulados (1) o captados (2)	Incrementos de regulación en curso (3)	Otros incrementos posibles (4)	Nº de Unidad	Recursos Medios (5)	Explotación (6)	Incrementos posibles de explotación (7)	Recursos Medios (5)	Explotación (6)	Deficit efectivo sobre explotación (d)		RECURSOS DISPONIBLES	DEFICIT LOCAL
											Superficiales (8)	Subterráneos (9)	TOTAL (9)
19	0	0	0	14: C.de Níjar (c)	12	27	18	55	0	9	9	9	46



Evaluación y zonificación de Recursos Naturales, Recursos Utilizados (*), Demandas y Recursos Disponibles propios (**). Horizonte 1.992.

(*) subterráneos y superficiales regulados o garantizados.

(**) para cualquier horizonte futuro, desde la situación actual.

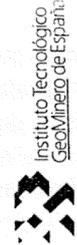


Figura 4. Subsistema IV-2. Año 1992
Campo de Níjar

gunas de ellas ya previstas), recarga con eventuales excedentes no regulados ni utilizables directamente por la demanda, etc. Evidentemente, otras actuaciones sobre el uso de estos acuíferos, en relación con aguas urbanas regeneradas, desaladoras, etc., comentadas para otros acuíferos detríticos, son en principio recomendables.

Como siempre, las actuaciones deberán ir precedidas de un conocimiento detallado del funcionamiento de capas y subcapas, con un control muy estricto de las operaciones, para evitar resultados indeseables.

SUBSISTEMA V-1: CUENCAS DEL RÍO AGUAS Y RAMBLA DE CARBONERAS

El funcionamiento natural de estas cuencas diferiría poco del actual. La escasez de precipitaciones, su régimen torrencial, la falta de acuíferos reguladores de entidad, etc., han impedido prácticamente los usos a una escala suficiente como para generar cambios sensibles. Mediante los ejes de drenaje principales, a los que deben su nombre, estas cuencas han descargado al mar, sólo ocasionalmente. Cabe citar, anecdóticamente, un corto tramo del Río Aguas con circulación permanente, como consecuencia de la descarga del karst de yesos miocenos.

Como acuíferos que sólo relativamente presentan alguna relevancia, que proporcionarían una muy discreta regulación (con episodios muy efímeros de las escorrentías superficiales generadas por sus descargas), pueden citarse el pequeño acuífero detrítico de La Palmerosa - en la Cuenca de Carboneras- y los detríticos neógenos del Alto y Medio Aguas, muy compartimentados y con variaciones muy notables de sus características hidráulicas. Mención especial, aunque también de muy poca importancia, hay que hacer del acuífero de mármoles de Sierra de Bédar - Alcornia, y de algunos otros retazos dolomíticos alpujárrides. Todos ellos se recargarían por infiltración directa de la precipitación y desde las escorrentías superficiales que los atraviesan, especialmente, descargando en pequeños manantiales y subterráneamente a otras unidades.

Ya se ha dicho que prácticamente nada ha cambiado en estas cuencas. Sólo (Cuadro *Figura 5*) se ha producido la sobreexplotación de algunas zonas del Neógeno detrítico del Alto Aguas (alto Alpargatero), de los mármoles de Bédar - Alcornia, La Palmerosa, etc. Las consecuencias del uso de estos acuíferos se reducen a la pérdida de parte del exiguo potencial de recursos disponibles, por agotamiento y/o pérdida de calidad del agua, según el caso.

El papel de los acuíferos en el futuro

La importancia de estos acuíferos se debe, especialmente en el Alto Aguas, a las dificultades de abastecer las demandas existentes, en torno a los mismos, mediante otros medios. Habrá que propiciar actuaciones que permitan su regeneración, como son la potenciación de su recarga natural con obras de laminación, adecuadas también para esta recarga, sustitución de bombeos, recarga con eventuales excedentes no regulados (para el caso de los mármoles de Bédar), etc. También son necesarias otras actuaciones de protección de los acuíferos ante eventuales situaciones contaminantes.

SUBSISTEMA V-2: CUENCAS DEL ANTAS Y ALMANZORA

En las cabeceras de ambas cuencas (especialmente en Sierra de los Filabres, que hace de divisoria entre ambas) el funcionamiento en régimen natural sería semejante al que existe en la actualidad, dada la ausencia de usos por la escasísima existencia de restos de estructuras carbonatadas triásicas que, bien por factores erosivos o tectónicos, sólo representan compartimentos carbonatados de ínfimas proporciones. Ya más en el valle, los usos han sido más importantes, porque hay otros compartimentos acuíferos de dimensiones mayores, (que tienen una recarga directa de la precipitación, en general reducida, casi siempre menor que la aportada por los cauces que los atraviesan) cuya descarga se producía por los manantiales o por descargas laterales subterráneas a otros acuíferos (aunque sólo con cierto relieve en algunos casos del Alto Almanzora, aguas arriba de Cantoria).

La regulación proporcionada por estos acuíferos carbonatados, y la que proporcionarían los detríticos aluviales de cauces principales y tributarios, unida a la más discreta que aportaban las cubetas detríticas de El Saltador, Overa y Valle Bajo, en el Almanzora, y de La Ballabona, en el Antas, más que restarle la torrencialidad que conocemos a estos cauces, laminando las avenidas, proporcionaría escorrentías superficiales más duraderas (especialmente en el Almanzora), aunque, en un esquema simplista, sólo un 50% (o menos) de sus recursos naturales, «pasarían» por alguna fase subterránea.

Con respecto a los usos implantados en este subsistema (Cuadro *Figura 6*) puede decirse que:

Las unidades carbonatadas del Alto Almanzora, con surgencias visibles, se vienen utilizando históricamente mediante galerías. Sólo en algunos casos (Higueral, Partalao, Saliente, etc.) se explotan, en las últimas décadas, con bombeos, habiendo provocado sobreexplotaciones sólo locales.

El aluvial del Almanzora se ha explotado mediante galerías, que han forzado su descarga y provocado pérdida de su capacidad reguladora.

El bombeo ha afectado a todos los acuíferos detríticos, aunque sólo ha producido sobreexplotación en El Saltador y Ballabona, y situaciones temporales y locales de agotamiento en el ámbito del aluvial. También ha sido éste el sistema empleado para agotar las reservas de muchos de los diminutos compartimentos dolomíticos y cuarcíticos triásicos, con buenos caudales y vida corta.

Con motivo del uso agrícola y urbano, la sobreexplotación de acuíferos detríticos, etc., la calidad del agua del aluvial y de las cubetas ha empeorado hasta límites que las hace intolerables para abastecimiento urbano y para usos agrícolas con ciertas exigencias.

La llegada de las aguas del trasvase Tajo - Segura y la puesta en funcionamiento del Embalse de Cuevas de Almanzora, han cambiado notablemente la situación de uso y de regulación en el tramo final de esta cuenca, que afecta también a las cuencas vecinas del Sistema V de explotación.

- (1) Por embalses y por regulación conjunta.
- (2) Sólo de escorrentías superficiales de permanencia garantizada.
- (3) Presas y regulación conjunta en construcción o realización inminente.
- (4) Obras en proyecto, en estudio o sin estudio; a decidir, considerándolas conjuntamente con los incrementos posibles de explotación subterránea. Se incluyen los proyectos de regulación conjunta.
- (5) Por precipitación directa y desde escorrentías superficiales o subterráneas que alcanzan la unidad. No son siempre sumables los de las distintas unidades.
- (6) Bombos y captaciones de manantiales existentes. Sólo se refiere al bombeo cuando la explotación de manantiales es nula, o la información sobre éste es insuficiente; estas circunstancias se indican entre paréntesis, con cero en el primer caso, o con un valor estimado de las surgencias conocidas, en el segundo.
- (7) Valores orientativos de incrementos mínimos aceptables de regulación subterránea (nuevos bombos o aprovechamientos de manantiales), complementarios a la regulación superficial o subterránea existente o en curso; a decidir, analizándose conjuntamente con los incrementos posibles de (4) recursos superficiales.
- (8) Es la suma de (1), (2) y (3).
- (9) Es la suma de las unidades hidrogeológicas, menos el déficit efectivo en las sobreexplotadas.
- (b) Considerando potenciación de la recarga natural, con presa de laminación / retarga.
- (c) Incluye recarga con aguas residuales urbanas regeneradas.
- (d) Sobreexplotación local en estiajes. Incluida recarga con aguas residuales urbanas regeneradas.
- (e) Cifra conservada del borrador (Jul.93)

Recursos Naturales	Recursos Superficiales-Subterráneos			Zonificación de Recursos Subterráneos: Unidades Hidrogeológicas NO SOBREEXPLORADAS			Sobreexplotadas			D RECURSOS PROPIOS DISPONIBLES			DEFCIT LOCAL	
	Regulados (1) o captados (2) (capacidad) (3)	Incrementos de regulación en curso (4)	Otros incrementos posibles (5)	Nº de Unidad	Recursos Medios (6)	Explotación (7)	Incrementos posibles de explotación (8)	Recursos Medios (5)	Explotación (6)	Déficit efectivo: sobre-explotación (9)	Superficiales (a)	Subterráneas (b)		TOTAL (c)
62	0	0	0	05: Ballabona-Sª Libona	2	2	2	2	4	2	0	0	2	
				01: El Sallador	2	2	2	2	5	3	0	0	2	
				06: Valle Bajo + otras	2	2	2	2	8	6	18	18	2	47
				03 + 04 Aluvial + C.Overa	18	18	18	18	16	9	0	0	9	
				02: Sª Estancia + Filabres	14	14	14	14	6	6	0	0	14	

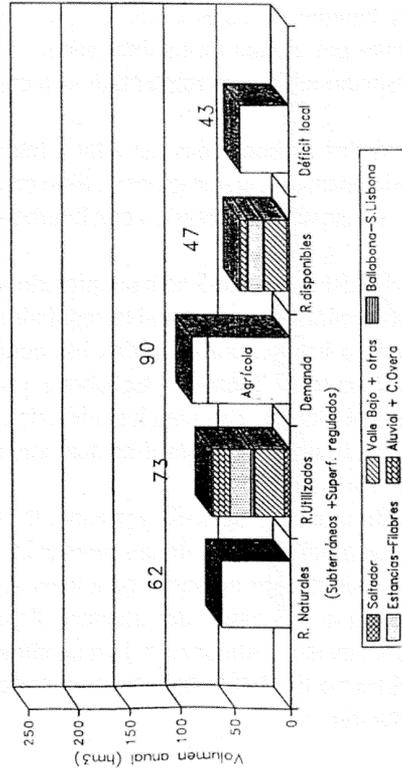


Figura 6. Subsistema V-2. Año 1992
Cuencas de Antas y Almanzora

Evaluación y zonificación de Recursos Naturales, Recursos Utilizados (*), Demandas y Recursos Disponibles propios (**). Horizonte 1.992.
(*) subterráneos y superficiales regulados o garantizados.
(**) para cualquier horizonte futuro, desde la situación actual.



El papel de los acuíferos en el futuro

Dada su situación y características, los acuíferos carbonatados podrán ser mejor utilizados mediante la potenciación de su recarga natural con obras de retención en los cauces que los atraviesan, combinadas, si cabe, con la regulación de los manantiales, eliminando el sistema de galerías.

Cabría estudiar, en su caso, el interés que presentan algunas de estas unidades con mayor capacidad de almacenamiento (Hijate - Higueral, etc.) como posibles elementos reguladores o como receptoras de eventuales excedentes no regulados, (ni regulables por embalses más ventajosos de la cuenca alta) provenientes de trasvases a esta cuenca.

Otro tanto se puede decir de los acuíferos carbonatados (Bédar, Sierra Lisbona) y detríticos (El Saltador y La Ballabona) de la Comarca del Bajo Almanzora que, con una estanqueidad reconocida, han liberado un almacenamiento de decenas de hm³.

La protección de los acuíferos y la potenciación de su recarga natural, en general; la regeneración de compartimentos sobreexplotados, mediante recursos de sustitución a sus bombeos; la regeneración y reutilización de aguas residuales urbanas, etc., constituyen actuaciones a estudiar para analizar su viabilidad, en relación con el mantenimiento al máximo de los recursos disponibles de estas cuencas.

COMARCA DE LOS VÉLEZ. (Cuadro *Figura 7*)

Al estar los acuíferos de esta Comarca prácticamente en situación muy próxima a su régimen natural, no merece mayores comentarios. Sus recursos disponibles son superiores a su demanda.

Sólo localmente necesitaría algunas actuaciones de atención a demandas puntuales, así como todas aquellas que se encaminen al mantenimiento de sus recursos disponibles, entendiéndolos siempre en cantidad y calidad.

CONCLUSIONES

Dejando aparte la Comarca de Los Vélez, por ausencia de problemas de abastecimiento que no puedan resolverse desde sus acuíferos, la situación resultante, para la Cuenca Sur Oriental, se resume en la *Figura 8*.

Esta figura recoge datos equivalentes del Plan Hidrológico de la Cuenca Sur en cuanto a Recursos Naturales, Recursos Propios Utilizados y Demanda (objetivo) para 1.992. También incluye la estimación realizada sobre los Recursos Propios Disponibles en los acuíferos y de los embalses superficiales (recogiendo así mismo la próxima regulación conjunta del Adra) todo ello desde la perspectiva actual.

La comparación entre Demanda y Recursos Propios Disponibles da un déficit de 226 hm³/año.

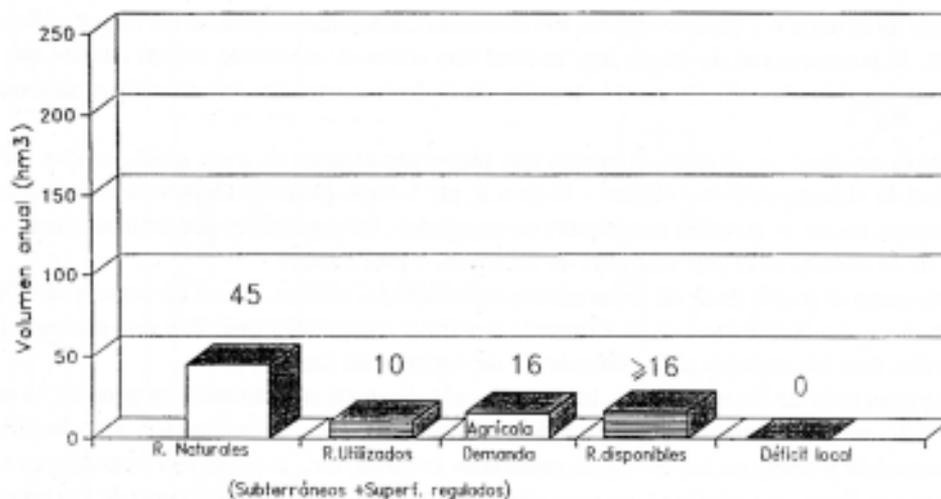


Figura 7. Comarca de los Vélez. Año 1992
Estimación de recursos naturales, recursos utilizados, demanda y recursos disponibles. Horizonte 1992

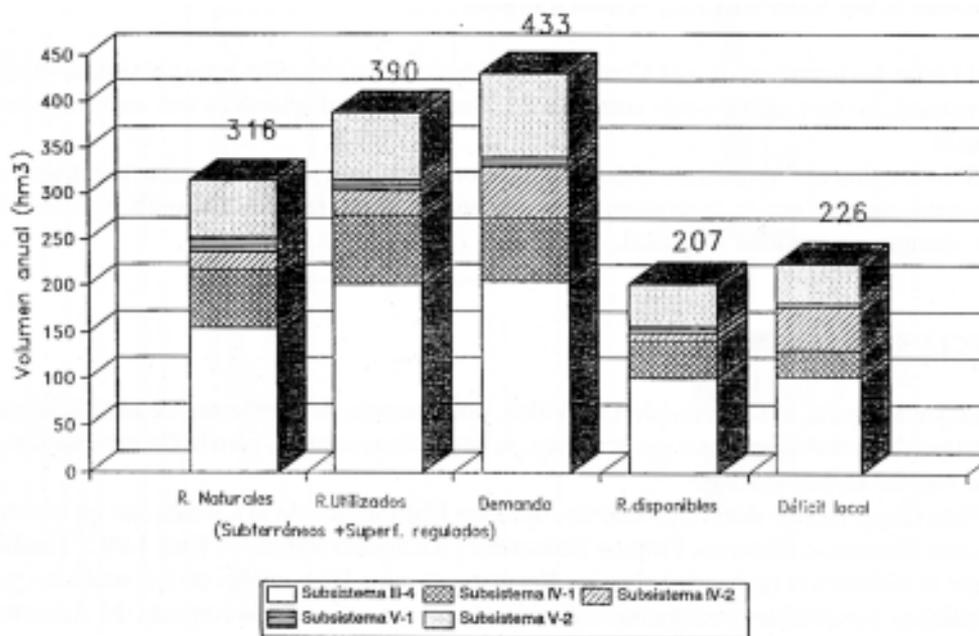


Figura 8. Cuenca Sur Oriental. Año 1992
Estimación global de recursos naturales, recursos utilizados, demanda y recursos disponibles propios.
Horizonte 1992

Para reducir este déficit hay que contar con nuevos recursos disponibles como:

* Los *incrementos futuros de regulación*, no considerados en estos resultados, tanto con embalses de superficie como con aumento del bombeo de algunos acuíferos combinado con obras que potencien su recarga. Ambos tipos de incrementos deben tomarse, en parte, sólo como alternativas a estudiar, analizando el impacto que cualquiera de las formas propuestas podría producir sobre la disponibilidad de recursos ya considerados, aguas abajo, como tales, a efectos de balance.

* Los *provenientes de fuentes no convencionales*, como la reutilización de aguas residuales urbanas regeneradas, plantas desaladoras, etc. De ellos, ya existen varias actuaciones encaminadas a la obtención a corto plazo de este tipo de recursos (Campo de Dalías, Almería capital, etc.).

Por último, una vez fijada definitivamente la demanda global al horizonte del año 2.012, y definidas las actuaciones que permitan determinar el total de recursos disponibles a dicho horizonte, quedarán reflejadas las necesidades de importación de agua de otras cuencas excedentarias, a considerar por el Plan Hidrológico Nacional.

Queda claro que si los acuíferos almerienses han desempeñado un papel principal en la atención a la demanda histórica, en el futuro tienen también mucho que aportar si sabemos hacer el uso que se debe de los mismos.

Almería, 21 de Febrero de 1.994