

# Acuíferos de la costa Granadina

## 1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sector descrito se enmarca al sur de la provincia de Granada y comprende su zona costera, en una superficie aproximada de unos 650 km<sup>2</sup>. Representa una de las áreas más dinámicas desde el punto de vista económico de la provincia, sobre todo a causa del auge de los cultivos tropicales y bajo plásticos, y de la vitalidad del sector turístico.

La población de hecho de la zona, según el censo de 1991, es cercana a los 100000 habitantes, integrados en 14 terminos municipales con una densidad media de 142 hab/km<sup>2</sup>, población que se incrementa considerablemente en períodos estivales a causa de la demanda turística existente. Los núcleos más importantes son Motril (45880 hab), Almuñecar (20461 hab) y Salobreña (9220 hab).

El marco geográfico en el que se incluye corresponde al conjunto de cuencas del sur de España, en la vertiente meridional de las sierras de Almirante, Lújar y la Contraviesa. La zona central se encuentra ocupada por la llanura aluvial de los ríos Guadalfeo, rambla de Molvizar y Puntalón. Las zonas oriental y occidental comprenden una serie de pequeñas cuencas, entre las que destacan por su mayor extensión las del río Verde y Seco, ramblas de Gualchos y de Albuñol. Los puntos culminantes de las elevaciones montañosas se encuentran a distancias cercanas al mar, por lo que los cursos fluviales tienen pendientes elevadas, lo que unido al carácter muy irregular de las escasas precipitaciones y a la práctica ausencia de cobertura vegetal, implica un notable impacto por la erosión fluvial (BENAVENTE et al., 1988).

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

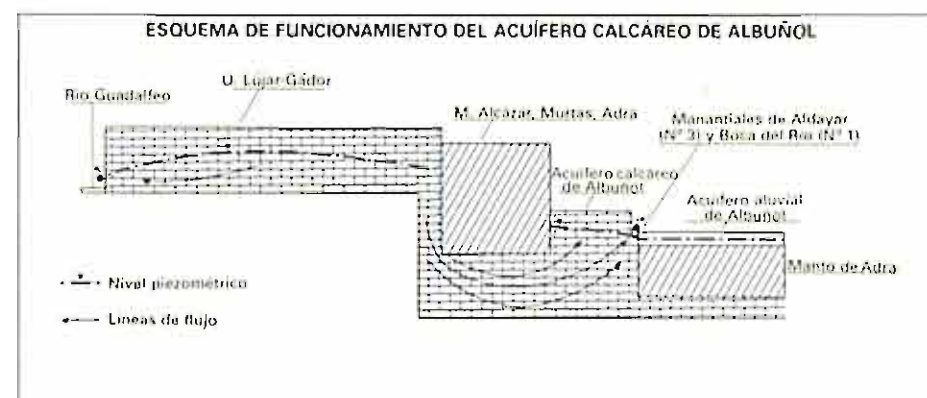
El área descrita se encuentra incluida dentro de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas en el Dominio Alpujarride, que se caracteriza por la presencia de diversos mantos de origen tectónico en los que las secuencias de materiales están constituidas por metapelitas, metarenitas y cuarcitas que pasan a techo a formaciones carbonatadas compuestas por mármoles, calizas y dolomías. La edad de estos materiales comprende desde el Paleozoico inferior hasta el Trías. Los depósitos postorogénicos se encuentran integrados por sedimentos detríticos, poco compactados, de naturaleza aluvial, constituidos por gravas, arenas y limos.

Los materiales alpujarrides presentan una estructura compleja, consecuencia de su disposición en mantos de corrimiento.

## 3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

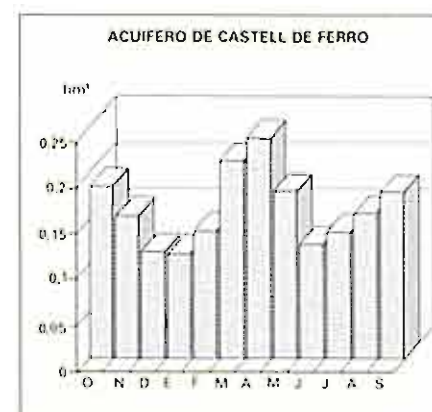
La descripción de los principales acuíferos existentes en el sentido E-O es la que sigue:

**Calizas de Albuñol.**— Los materiales acuíferos aparecen como una ventana tectónica que afloran debido a la acción erosiva de las ramblas de Aldáyar y Albuñol. Están formados por calizas y dolomías que pertenecen al manto de Lújar, con una potencia observable en la zona superior a los 500 m. La superficie de afloramiento es de 20 km<sup>2</sup>, los límites están recubiertos por los esquistos del manto de Murtas, que afloran en la zona septentrional, y por esquistos y cuarcitas del manto de Adra, que afloran en la zona meridional, estos últimos confieren al acuífero, hacia el sur, carácter confinado. Las salidas visibles presentan en conjunto un caudal muy constante, no evidenciando variaciones estacionales, y carácter termal.



**Aluvial de la Rambla de Albuñol.**— Su extensión es de 3 km<sup>2</sup>, y está constituido por gravas, arenas y limos, y en menor proporción por arcillas, que incrementan su porcentaje en las áreas próximas a la desembocadura, el espesor es variable entre 20 y 60 m pudiendo alcanzar valores superiores en algunos sectores. El substrato está formado por esquistos paleozoicos del Manto de Adra, excepto en su zona septentrional, donde está constituido por calizas y dolomías del acuífero calcáreo de Albuñol, que lo alimenta en gran medida. El nivel piezométrico se encuentra a profundidades variables, entre 30 m en la zona septentrional y 2-3 m en las áreas deltaicas. La transmisividad es, en el sector central, de 2000 m<sup>2</sup>/día, en la zona próxima al delta del orden de 1000 m<sup>2</sup>/día, y en el delta de unos 700 m<sup>2</sup>/día (NIETO, 1974).

**Acuífero de Castell de Ferro.**— Está constituido por materiales de origen aluvial en su mayor parte. Se extiende de norte a sur con una longitud aproximada de 5 km y una anchura variable entre 200 y 700 m, ocupando una superficie aproximada de 3 km<sup>2</sup>. El substrato en la zona septentrional está formado por materiales metapelíticos (micasquistos, filitas y cuarcitas, con eventuales intercalaciones de calcoesquistos y niveles de yesos). En la zona costera, el acuífero aparece limitado al oeste por materiales carbonatados, (mármoles calizos y dolomíticos muy karstificados). Debido a su disposición geométrica, es probable que estos materiales



Distribución de las explotaciones en el año hidrogeológico 1987

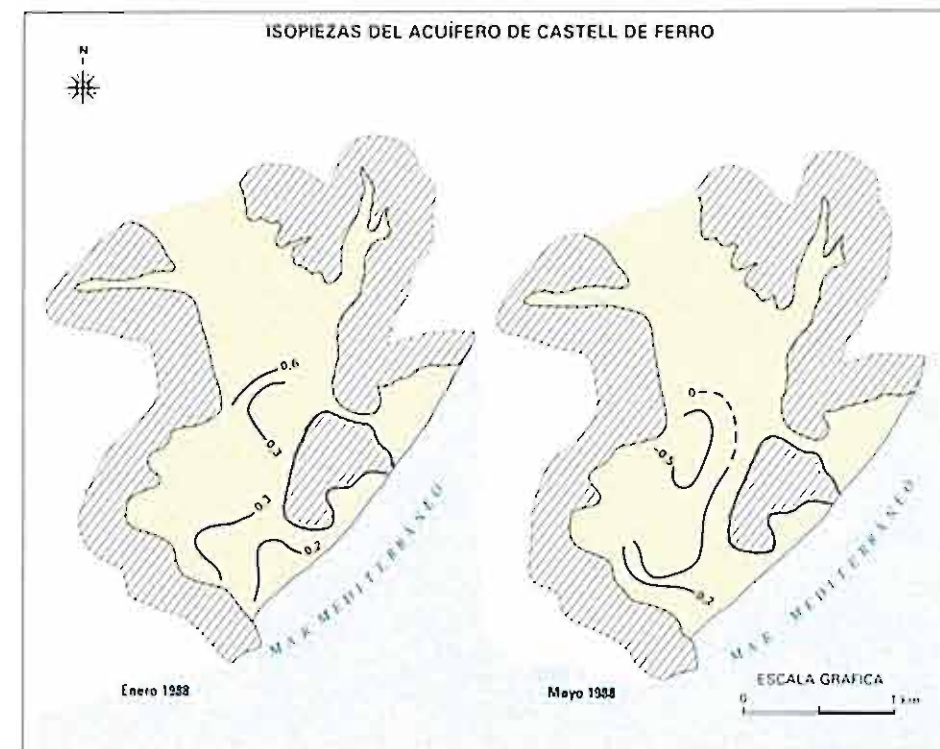
PORCENTAJE CORRESPONDIENTE POR PROVINCIAS DEL TOTAL AFLORANTE DEL ACUÍFERO

ALMERÍA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CÁDIZ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
CÓRDOBA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
GRANADA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
JAÉN	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
HUELVA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
MÁLAGA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SEVILLA	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

permeables constituyan el sustrato del acuífero en las inmediaciones del borde litoral (BENAVENTE et al., 1988).

La información disponible sobre la litología detallada del acuífero proviene fundamentalmente de una campaña de nueve sondeos piezométricos efectuados por la Comisaría de Aguas del Sur de España (CASE). El mayor espesor se cortó en el extremo final de la rambla Ancha, entre la carretera y el borde costero, donde se alcanzan 56 m. El espesor medio, de acuerdo con las citadas perforaciones, es de unos 35 m.

Los puntos de agua inventariados se distribuyen en 11 sondeos y 33 pozos con profundidades variables entre 6 y 45 m para los pozos, y 40 a 70 m para los sondeos. La profundidad del nivel piezométrico oscila entre 4 y 50 m, con una media de 21,43 m.



**Acuífero de Carchuna.**— Está constituido por gravas y arenas que corresponden a playas antiguas no atravesadas en la actualidad por cursos de agua de importancia. Su extensión es próxima 5 km<sup>2</sup> y se encuentra rodeado por materiales metapelíticos alpujarrides de los mantos de Adra y Murtas, excepto en el sector oriental donde está en contacto con mármoles dolomíticos y calizos de carácter permeable. El espesor de los materiales detríticos aumenta desde los bordes hacia la línea de costas donde es posible que llegue a los 60 m, aunque la mayor parte del acuífero no ocupada por agua salobre tiene menos de 20 m de espesor (PULIDO et al., 1988).

**Acuífero cuaternario de Motril-Salobreña.**— Se trata del más importante de los acuíferos detríticos del litoral granadino ya que supone casi el 75% de la superficie total de estos. Coincide con una llanura suavemente inclinada hacia el mar, constituida por los aluviales (gravas, arenas, limos y arcillas) del río Guadalfeo y de la rambla del Puntalón, que suponen 35 de los 42 km<sup>2</sup> de extensión total, y por los piedemonte de dicha rambla y la de Molvizar, adosados al aluvial. El substrato está constituido por materiales metapelíticos alpujarrides de carácter impermeable y por materiales carbonatados de carácter permeable en el sector septentrional; destaca la presencia de un afloramiento carbonatado sobre el que se asienta el núcleo de Salobreña. La potencia de los materiales aluviales varía desde unos

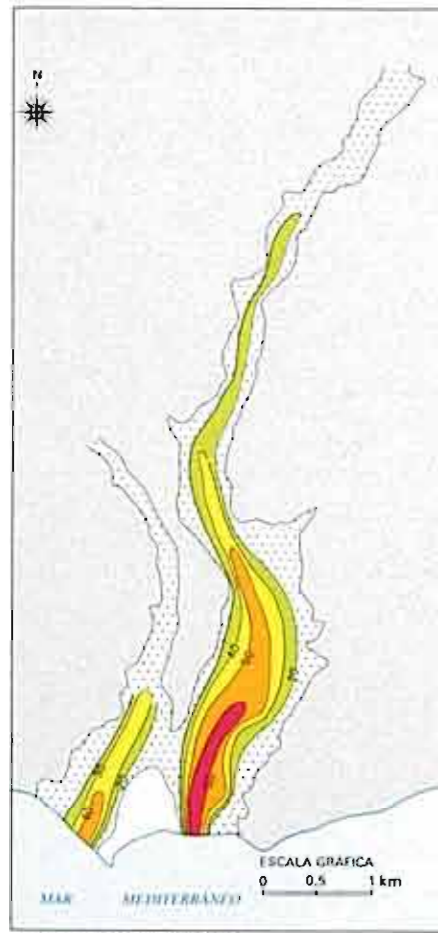


20 m en cabecera hasta valores superiores a los 200 m en la desembocadura del río.

Las isopiezas reflejan el funcionamiento hidrodinámico y ponen de manifiesto la influencia que tiene en su recarga la percolación desde alguno de los cursos superficiales (río Guadalfeo, algunas acequias, la rambla de los Álamos, cerca de Motril, etc.) y la muy localizada importancia de las entradas laterales subterráneas. La transmisividad del acuífero está generalmente comprendida entre 50 y 200 m<sup>2</sup>/h, con espesores saturados de 25 a 200 m. La porosidad eficaz, generalmente comprendida entre 10 y 17 %, presenta un valor medio global del 14,2 %.

**Aluvial de los ríos Seco y Verde.**— El aluvial del río Verde alcanza una cierta anchura desde Jete, a cota ligeramente superior a los 100 metros y el del río Seco muestra alguna entidad desde Torrecuevas; ambos están comunicados cerca de Almuñecar, aunque en la misma costa están separados por un afloramiento del substrato metamórfico. El acuífero está cons-

ESTIMACIÓN DE LOS ESPESORES DEL ACUÍFERO (m)



Fuente: Calvache y Benavente, 1988.

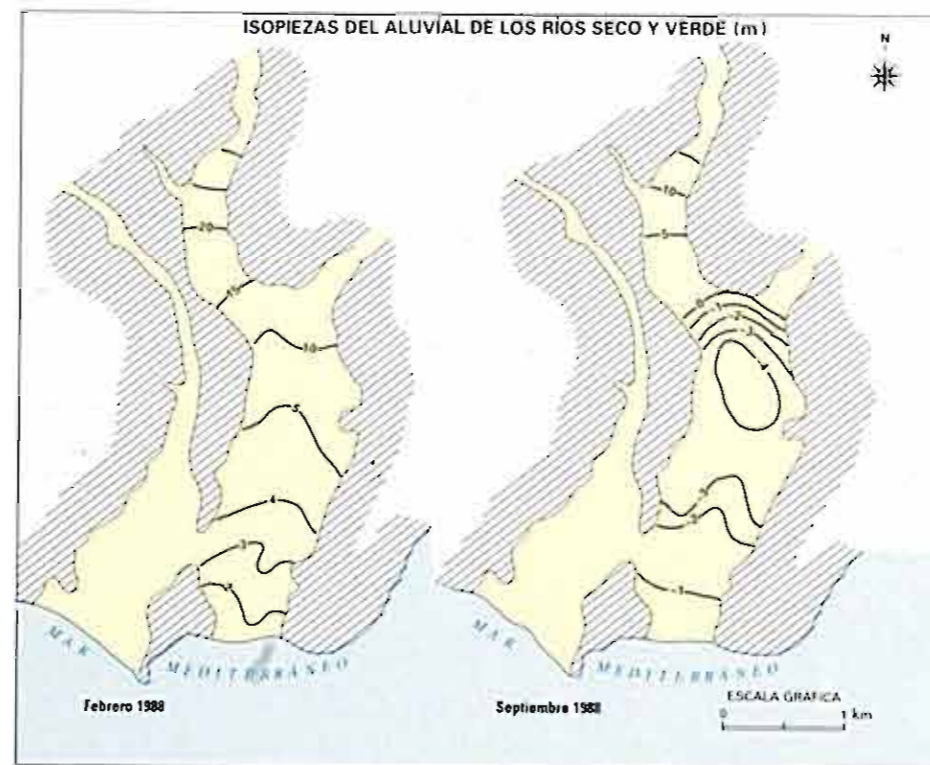
tituido por depósitos aluviales (gravas, arenas y limos), encajados en un potente conjunto de metapelitas y metarenitas con intercalaciones carbonatadas, de edad paleozoica, ligados a los mantos béticos de Sierra Almijara que constituyen el substrato impermeable. Su superficie es de unos 5 km<sup>2</sup>, de los que 3,7 corresponden al aluvial del río Verde entre Jete y el mar y 1,4 al del río Seco. La anchura del aluvial del río Verde varía entre 100 y 900 m, el máximo de espesor se halla desplazado hacia el oeste respecto al actual cauce del río, y va aumentando desde valores máximos de 40 m, al sur de Jete, a 60-80 m en el área costera; el río Seco presenta una anchura máxima de 750 m en la costa, disminuyendo progresivamente hacia el interior, con un espesor de aluvial de hasta 40 m.

Hasta la fecha se han inventariado un total de 176 puntos de agua, 147 en el aluvial de río Verde y 29 en el del río Seco. La utilización del agua extraída de esas captaciones es fundamentalmente para uso agrícola, para abastecimiento urbano se utilizan 12 puntos. Los valores de permeabilidad, obtenidos mediante modelización matemática, están comprendidos entre 200 y 700 m/día (CALVA CHE, 1989), los valores más altos se observan en torno a la zona central de la vega y se produce un sensible descenso en el área más próxima a la costa debido a la presencia de mayor proporción de finos. La posición del nivel piezométrico es muy variable según se consideren períodos de aguas altas (febrero-abril) o bajas (septiembre-noviembre). En la situación de aguas altas, la piezometría indica un flujo continuo hacia el borde costero, con gradientes distintos según los sectores; las diferencias están causadas por variaciones en la sección del acuífero y/o de la permeabilidad de los materiales. En aguas bajas la situación corresponde a la de un conoide de depresión bastante generalizado con cotas negativas de más de 6 m, centrado aproximadamente 2 km tierra adentro.

**Otros acuíferos.**—Cabe mencionar los acuíferos detríticos de La Herradura y del Aluvial de Huarea, ambos de características semejantes a los descritos pero de dimensiones más modestas. En el primero de ellos, las extracciones producidas por bombeos son superiores a los recursos lo que provoca el avance del agua salada en el acuífero costero (FERNÁNDEZ-RUBIO et al., 1988). En el segundo solo existen extracciones significativas en su zona deltaica. Por otra parte hay una serie de afloramientos carbonatados denominados de la Sierra de Gualchos (BENAVENTE, 1982) de pequeña extensión, cuyos recursos son drenados directamente al mar, y cuya morfología hace suponer que los volúmenes de reservas existentes son prácticamente nulos.

#### 4. EXPLOTACIÓN Y BALANCE

En los acuíferos de Castell de Ferro, Carchuna, la Herradura y río Seco, la principal componente de la recarga proviene de la escorrentía producida en los materiales impermeables que conforman sus cuencas vertientes.



En el acuífero de Motril-Salobreña, los volúmenes de recarga se producen sobre todo por entradas laterales subterráneas desde el acuífero carbonatado adyacente, por infiltración de excedentes de riegos, y por percolación desde los cursos de agua que lo atraviesan, especialmente el río Guadalfeo, esta última es también la principal componente de la recarga en el aluvial del río Verde ya que dicho río es alimentado permanentemente en la cabecera de su cuenca por importantes descargas del acuífero de Tejeda-Almijara. El acuífero de las calizas de Albuñol es alimentado en su mayor medida por flujos subterráneos procedentes con toda probabilidad de la cercana sierra de Lújar, lo que explica el termalismo de sus aguas. Por otra parte, sus descargas subterráneas hacia el aluvial de la rambla de Albuñol representan el mayor volumen de entradas a dicho aluvial. Las salidas se producen por extracciones mediante bombeos en pozos y sondeos y de manera subterránea al mar.

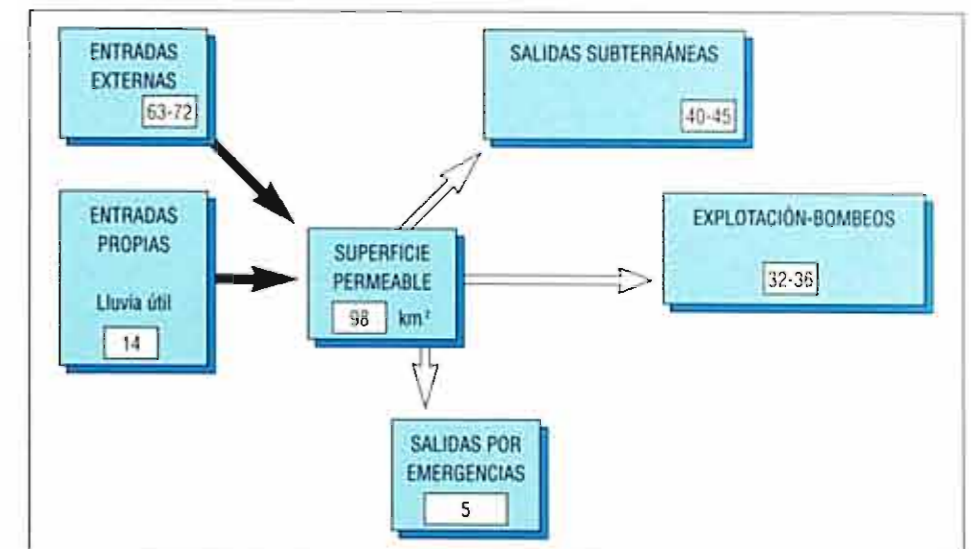
Los bombeos solo son superiores a la recarga en el acuífero de La Herradura, y ligeramente inferiores en el acuífero de Castell de Ferro, en ambos se han registrado procesos de intrusión marina. En el acuífero del río Verde existe una sobreexplotación temporal de los recursos, lo que provoca que durante los estiajes se produzca una entrada generalizada de agua de mar en el mismo. Los mayores volúmenes explotados se producen en el acuífero de Motril-Salobreña (unos 17 hm<sup>3</sup>/año), aunque debido a los importantes recursos que posee, hasta la fecha no se tiene evidencia de la existencia de intrusión.

Los recursos extraídos se destinan principalmente a regadíos de cultivos tropicales (aguacates, chirimoyos y nísperos) y de hortalizas en invernaderos. Una parte inferior es destinada al abastecimiento de diferentes núcleos de la zona.

A continuación se resumen por acuíferos las principales cifras del balance hidráulico:

ACUÍFERO	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	ENTRADAS (hm <sup>3</sup> /año)	EXPLOTACIÓN (hm <sup>3</sup> /año)
Calizas y aluvial de la rambla de Albuñol	23	11-13	4
Castell de Ferro	3	3	2
Carchuna	5	2,5	0,3
Motril-Salobreña	42	47,5	17,5
Río Seco y río Verde	5	11-17	7-11

BALANCE HÍDRICO GLOBAL (hm<sup>3</sup>/año)



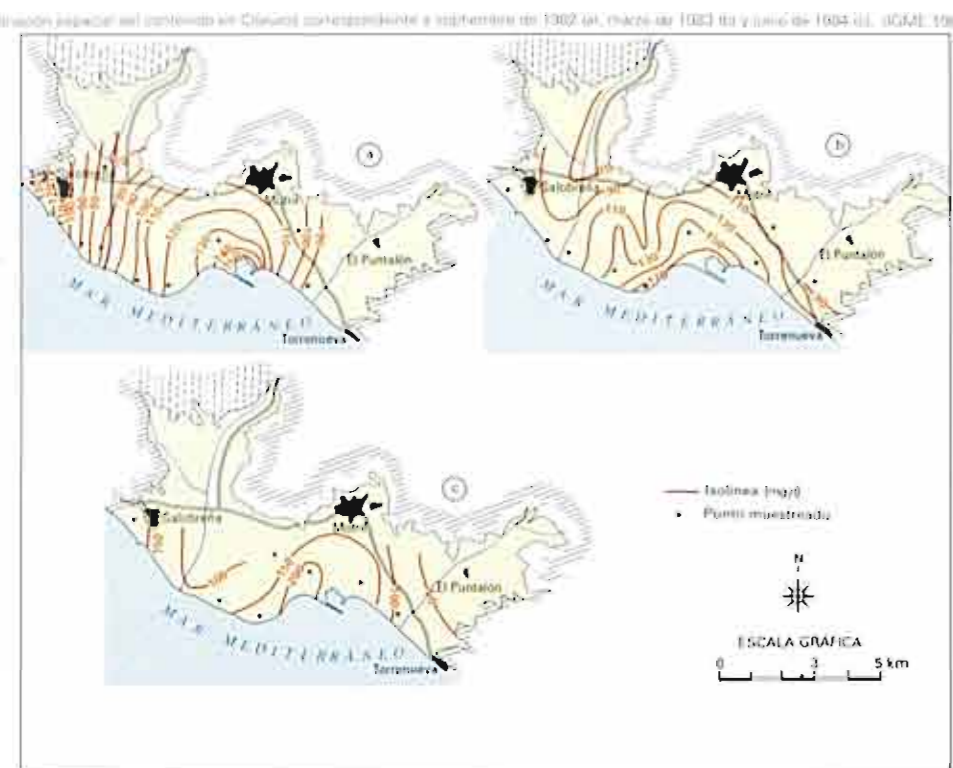


## 5. HIDROQUÍMICA

En el acuífero calcáreo de Albuñol, las aguas presentan temperaturas de surgencia entre 26 y 30 °C, la facies hidroquímica es sulfatada cálcico-magnésica, con contenidos salinos muy parecidos en todos los puntos y conductividades comprendidas entre los 2500 y 3200  $\mu\text{mhos/cm}$ . En el acuífero aluvial las aguas muestran un quimismo claramente influenciado por la recarga inducida desde el acuífero carbonatado por lo que sus características son semejantes.

En el acuífero de Castell de Ferro, la facies es bicarbonatada cálcica en el sector de cabecera, con mineralización inferior a los 800 mg/l, en el resto del acuífero, la calidad se ha visto modificada por procesos de intrusión marina en las áreas donde se concentran los bombeos. Así, se detectan ahora aguas cloruradas sódicas con salinidades que, en algunos casos, superan los 3000 mg/l. Por otra parte, las concentraciones de nitratos son frecuentemente superiores a 100 mg/l, debido a la escasa recarga natural y al consiguiente alto grado de reciclaje de las aguas extraídas para el empleo agrícola.

### ACUÍFERO DE MOTRIL-SALOBREÑA



En el acuífero de Carchuna la calidad original de las aguas es deficiente, con predominio de facies cloruradas sódicas y salinidad relativamente alta.

En el acuífero de Motril-Salobreña, predominan los aniones bicarbonato y sulfato y los cationes calcio y magnesio, aunque con variaciones según los sectores y épocas del año. Las aguas menos salinas (650 mg/l) se localizan en las inmediaciones de los principales cursos superficiales. En los últimos años no se aprecian tendencias que indiquen síntomas de intrusión marina.

En los aluviales de los ríos Seco y Verde la calidad natural de las aguas es buena en ambos, con facies bicarbonatada cálcica. Las mejores características se registran en el río Verde aguas arriba de la rambla de Ítrabo, donde la salinidad total no suele superar los 600 mg/l. Aguas abajo de dicho sector son patentes los efectos de la intrusión marina y en muchas captaciones se aprecia, sobre todo durante el estiaje, un incremento de salinidad total hasta valores de más de 5000 mg/l, con facies hidroquímica clorurada sódica. Los contenidos en nitratos no suelen superar los 50 mg/l.

## 6. PROBLEMÁTICA EXISTENTE

Los principales problemas son los relacionados con los procesos de intrusión marina que se han detectado en algunos acuíferos de la zona, tales como el acuífero del río Verde, Castell de Ferro y el pequeño acuífero de La Herradura. En el río Verde, puede decirse que existe una importante entrada de agua de mar en el acuífero durante el estiaje, produciéndose en la época invernal drenajes de agua dulce hacia el mar que provocan el lavado de los materiales detríticos que presentan una muy alta permeabilidad. En Castell de Ferro la contaminación provocada por la intrusión en un amplio sector es patente prácticamente durante todo el año. En el acuífero de Motril-Salobreña, la entrada en funcionamiento de la presa de Rules va a generar un cambio en las condiciones hidrodinámicas existentes lo que debe ser previsto y estudiado en detalle.

## 7. OPTIMIZACIÓN Y GESTIÓN

Los acuíferos del río Seco, río Verde y Castell de Ferro se encuentran actualmente en fase de tramitación de su declaración como acuíferos sobreexplotados lo que conllevará a corto plazo la realización de una serie de actuaciones entre las que se han planteado varias posibilidades como la ordenación de extracciones, explotación de acuíferos carbonatados de cabecera, trasvases desde cuencas adyacentes, reutilización de aguas residuales y otros.



Vega de Salobreña (acuífero aluvial costero del río Guadalfeo) vista desde el sureste hacia el noreste. Los relieves de borde corresponden a materiales metapelíticos alpujárrides, salvo en el extremo septentrional que son carbonatos de la unidad de Escalate. Al fondo materiales carbonatados de la unidad de la Sierra de Hajar (Los Pelos, 1840 m s.n.m.). (61)

El acuífero de Motril-Salobreña debe gestionarse conjuntamente con la presa de Rules, una vez que esta entre en funcionamiento. La gestión debería a su vez contemplar la regulación de manantiales en los acuíferos carbonatados de cabecera en las condiciones en que se propone en el Manual de utilización del acuífero ITGE (1991) y que incluye un modelo matemático de gestión coordinada de los recursos hídricos totales de la cuenca del Guadalfeo.

En el acuífero carbonatado de Albuñol es posible un incremento de la explotación para regadío, si bien las aguas presentan una mediocre calidad química por lo que para su utilización deben ser mezcladas con aguas de mejor calidad.



# ACUÍFEROS DE LA COSTA GRANADINA

