



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

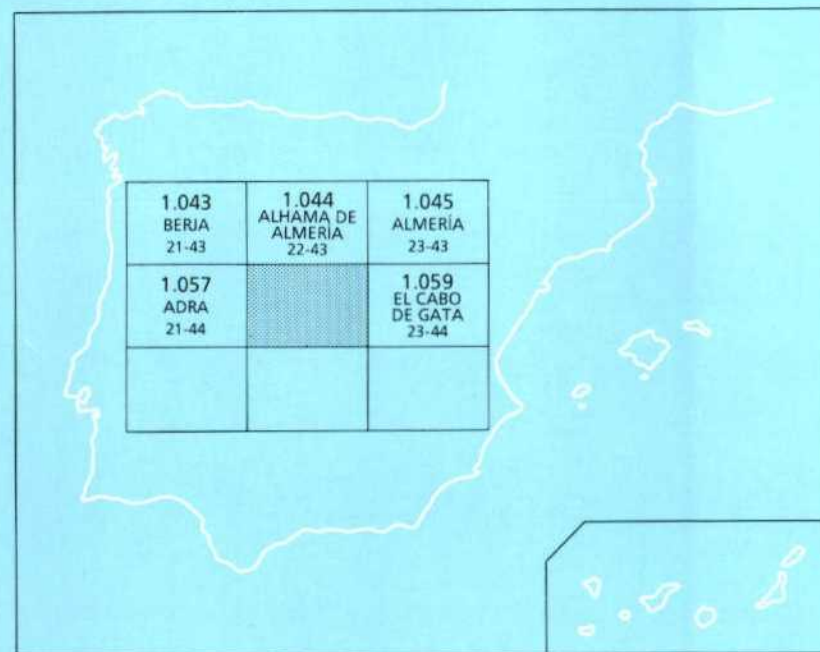
1.058

22-44

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Primera edición



ROQUETAS DE MAR



Ministerio de Medio Ambiente

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

ROQUETAS DE MAR

Primera edición

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-35276-1997

ISBN: 84-7840-311-6

NIPO: 241-97-010-4

Fotocomposición: Geotem. S.L.

Impresión: Master's Gráfico. S.A.

INDICE

1. INTRODUCCION	7
2. ANTECEDENTES	9
3. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS	11
4. APORTACIONES HIDRAULICAS SUPERFICIALES	13
5. UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	15
6. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS	17
6.1. ESTRATIGRAFIA	17
6.1.1. Unidades del Manto de Gádor	17
6.1.2. Unidades del Manto de Felix	18
6.1.3. Sedimentos neógenos y cuaternarios	18
6.1.3.1. <i>Mioceno superior</i>	18
6.1.3.2. <i>Plioceno inferior y medio</i>	22
6.1.3.3. <i>Depósitos cuaternarios</i>	22
6.2. TECTONICA	23
7. UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	27
7.1. ACUIFERO INFERIOR OCCIDENTAL (A.I.O.)	27
7.1.1. Litología, extensión y límites	27
7.1.2. Evolución piezométrica	28
7.1.3. Características hidráulicas	28
7.1.4. Extracciones por bombeo	29
7.1.5. Alimentación y descarga. Balance	29
7.1.6. Calidad química	30
7.2. ACUIFERO SUPERIOR CENTRAL (A.S.C.)	30
7.2.1. Litología, extensión y límites	30

7.2.2.	Evolución piezométrica	30
7.2.3.	Características hidráulicas	30
7.2.4.	Extracción por bombeo	31
7.2.5.	Alimentación y descarga. Balance	31
7.2.6.	Calidad química	32
7.3.	ACUIFEROS DEL SECTOR NORESTE	32
7.3.1.	Acuífero Inferior Noreste (A.I.N)	32
7.3.1.1.	<i>Litología, extensión y límites</i>	32
7.3.1.2.	<i>Evolución piezométrica</i>	33
7.3.1.3.	<i>Características hidráulicas</i>	33
7.3.1.4.	<i>Extracción por bombeo</i>	33
7.3.1.5.	<i>Alimentación y descarga. Balance</i>	33
7.3.1.6.	<i>Calidad química</i>	34
7.3.2.	Acuífero Intermedio Noreste (A.I.N)	34
7.3.2.1.	<i>Litología, extensión y límites</i>	34
7.3.2.2.	<i>Evolución piezométrica</i>	35
7.3.2.3.	<i>Características hidráulicas</i>	35
7.3.2.4.	<i>Extracción por bombeo</i>	35
7.3.2.5.	<i>Alimentación y descarga. Balance</i>	36
7.3.2.6.	<i>Calidad química</i>	36
7.3.3.	Acuífero Superior Noreste (A.S.N)	36
7.3.3.1.	<i>Litología, extensión y límites</i>	36
7.3.3.2.	<i>Evolución piezométrica</i>	37
7.3.3.3.	<i>Características hidráulicas</i>	37

7.3.3.4.	<i>Extracción por bombeo</i>	38
7.3.3.5.	<i>Alimentación y descarga. Balance</i>	38
7.3.3.6.	<i>Calidad química</i>	39
7.4	OTROS ACUIFEROS DEL CAMPO	39
7.5	RESUMEN. VOLUMENES EXTRAIDOS DE LOS ACUIFEROS DEL CAMPO DE DALÍAS	39
7.6	EL PROBLEMA DE LA INTRUSION MARINA EN LOS ACUIFEROS DEL SECTOR NORESTE DEL CAMPO	39
8.	LAS AGUAS TERMALES EN EL CAMPO DE DALÍAS	43
9.	DISPOSICIONES LEGALES	45
10.	BIBLIOGRAFIA	47

1. INTRODUCCION

Una de las misiones específicas del Instituto Tecnológico GeoMinero de España (I.T.G.E.), es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 del 20 de Febrero.

Desde 1970 el I.T.G.E. viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y estableciendo los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección, y sentando las bases para la integración de los recursos hidráulicos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el I.T.G.E. como informes de síntesis a los que se acompaña una cartografía específica de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a consulta.

En base a los datos disponibles recogidos en los estudios de infraestructura y posterior control de los acuíferos se ha considerado de gran interés para la comunidad científica y para el público en general, la publicación de mapas hidrogeológicos detallados a escala 1/50.000 en forma de Hoja correspondientes a la cuadrícula topográfica oficial, en aquellas zonas en las que la información hidrogeológica es más abundante y completa.

El objetivo del mapa, es mostrar al máximo detalle permitido por la escala, las características de yacimiento del agua subterránea y situación de su explotación, calidad química y valores de los parámetros hidrodinámicos.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrología, basadas en las normas UNESCO sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por tanto cotejables y comparables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa sea prácticamente autosuficiente; no obstante, se acompaña una breve memoria explicativa que completa la información gráfica.

Casi la totalidad de la información que suministra esta hoja hidrogeológica ha sido obtenida directamente por el ITGE, y, en su mayor parte, ya se ha dado a conocer mediante documentos de gran tirada o restringidos que ha emitido (o está casi a punto de emitir) este Organismo.

2. ANTECEDENTES

La Hoja de Roquetas de Mar, en la provincia de Almería, tiene un carácter especial por su significación hidrogeológica ya que en ella se encuentran alojados los acuíferos de mayor entidad a nivel provincial, artífices del desarrollo agrícola generado en el denominado Campo de Dalías.

Así el ITGE, desde 1970 lleva actuando de una manera ininterrumpida en esta Comarca, y como referencia orientadora del alcance de esta investigación conviene citar el orden de magnitud de los trabajos en ella desarrollados y que se resumen en los siguientes: Cartografía hidrogeológica del Campo de Dalías y entorno; levantamiento de unas 300 columnas de sondeos; inventario de 1.200 puntos de agua; perforación de 45 sondeos de investigación; 120 diagráfias de rayos γ en sondeos; 236 SEV repartidos en tres campañas; 19.000 medidas de nivel piezométrico; más de 1.000 nivelaciones de puntos de agua; 120 bombeos de ensayo de larga duración y 50 de desarrollo; 1.150 aforos volumétricos o mediante micromolinetes y más de 200 revisiones de contadores y lecturas de consumo eléctrico; unos 28.000 controles de horas de bombeo mensual, durante los últimos 10 años, en las 320 captaciones con extracción significativa; 13 series de diagráfias eléctricas en sondeos sin entubar y más de 4.800 muestreos de agua en bombeo y en profundidad con determinación en todos ellos de conductividad eléctrica y temperatura, así como ejecución de análisis normales en más de 1.100 muestras, etc.

La especial atención dada por el ITGE al estudio y seguimiento de estos acuíferos ha obedecido a la consideración de los siguientes hechos.

- Alta rentabilidad de los cultivos de regadío desarrollados en esta Comarca con suelos enarenados y bajo invernaderos de plástico, con una facturación anual que supera los 60.000 MP.
- Crecimiento constante de la demanda, que es abastecida en un 95% con agua subterránea, en bombeo de los acuíferos del propio Campo.
- Relación de estos acuíferos con el mar, produciéndose desde hace unos años la salinización en los extremos occidental y oriental del Campo, por el uso irracional de los mismos.

3. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

La hoja n°. 1058 (22-44) del Mapa Nacional a escala 1:50.000 denominada Roquetas de Mar está delimitada entre las coordenadas geográficas 2°31'11" y 2°51'11" de longitud Oeste y 36°40'04" y 36°50'04" de latitud Norte.

La superficie de la Hoja es de 360 km² perteneciente a la provincia de Almería, abarcando casi el 90% del referido Campo de Dalías (llanura costera) y la parte más meridional de la vertiente Sur de la Sierra de Gádor. Dentro de sus límites quedan encuadrados total o parcialmente los términos municipales de Dalías, Félix, Vicar, Roquetas de Mar, La Mojonera, Enix, El Ejido y Almería.

Como rasgo climático más destacable de esta Comarca puede citarse la benignidad del régimen de temperaturas en la llanura, debido a la protección de los vientos fríos del Norte y Noroeste que dan a la misma los importantes relieves de Sierra Nevada y Sierra de Gádor. Asimismo su situación abierta al mar le proporciona una regulación térmica y una humedad atmosférica notables. La temperatura media es de 18°C y la oscilación térmica anual de unos 16°C; prácticamente se desconocen las heladas.

Hay que destacar también la escasez de precipitaciones, la variación espacial de éstas y su régimen; en el Campo de Dalías se pasa de una media que supera los 300 mm al Noroeste de El Ejido, a menos de 200 mm al Sureste de La Mojonera. En la vertiente meridional de Sierra de Gádor sólo se pasa de un valor medio de 500 mm en Las Cumbres. En ambas zonas se aprecia una gran variabilidad interanual y mensual en el régimen de lluvias; existe un periodo seco en junio-septiembre y otro húmedo con dos máximos, en diciembre-enero y marzo-abril.

Desde el punto de vista hidrográfico la Comarca se caracteriza por la ausencia de cursos de agua continuos, existiendo una red de ramblas que en la mayor parte de los casos al entrar en la llanura quedan cada vez peor definidas hasta su desaparición; sus avenidas esparcidas y de carácter torrencial casi nunca llegan al mar, ocurriendo esto sólo en el sector de Aguadulce.

La principal actividad económica es la agricultura de carácter intensivo. Existen en la actualidad unas 14.000 Has. de invernaderos, y paralelamente se ha desarrollado un espectacular crecimiento de los núcleos de población preexistentes, con una población estable que ha superado ya los 75.000 habitantes, a la que se suma una población turística próxima a las 40.000 personas en los meses veraniegos (áreas de Aguadulce, urbanizaciones de Roquetas de Mar y Almerimar).

4. APORTACIONES HIDRAULICAS SUPERFICIALES

El Campo de Dalías está atravesado por una serie de ramblas que descienden desde el borde Sur de Sierra de Gádor, en dirección aproximada N-S, y que se pierden después de un recorrido más o menos largo en la llanura. Citemos entre otras las ramblas de las Hortichuelas, del Cañuelo, Carcáuz Bernal, Maleza, Aguila, etc. Sus aportaciones, exclusivamente de avenida, se infiltran en su mayor parte al alcanzar el Campo. La composición litológica de las cuencas es en general carbonatada aunque las situadas más hacia el Este tienen áreas filíticas importantes, lo que da lugar a mayor arrastre de sólidos por las aguas superficiales.

El carácter permeable de la cuenca da lugar a que la mayor parte de la escorrentía sea subterránea. No existen estaciones de aforo, por lo que es muy difícil determinar la escorrentía superficial. En conjunto, la escorrentía total media puede estimarse en unos 51-72 hm³/año.

A pesar de la importancia de la demanda de agua para regadío, la escasa importancia de la escorrentía superficial es la causa de la inexistencia de obras hidráulicas de regulación. Por el contrario, la red de transporte de agua es muy densa en el Campo de Dalías, de forma que permite la importación de agua desde el Adra, la exportación al municipio de Almería, así como la redistribución de caudales dentro del propio campo. Está a punto de finalizar la construcción de una conducción desde el embalse de Beninar, por la que se prevé la aportación de unos 25 hm³/año para abastecimiento a Almería y complementariamente para regadío en el Campo de Dalías. Las principales conducciones en servicio son:

- Cuatro canales principales (IARA Comunidad de Regantes Sol y Arena) que conducen un caudal de 2,7 m³/s.
- El Canal de San Fernando con una capacidad máxima de 120 l/s que aporta al Campo de Dalías unos 90 l/s procedentes del acuífero aluvial del río Adra.
- La acequia de Fuente Nueva aporta un caudal de unos 65-70 l/s desde la población de Dalías a la Vega y Campo de Dalías.
- La conducción desde Aguadulce a Almería por la que el Campo de Dalías aporta unos 18-20 hm³/año para el abastecimiento de Almería.

5. UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Existen en el "Campo de Dalías" más de 1.200 captaciones de agua subterránea, de las que unas 200 están secas o enterradas, cerca de 450 están abandonadas y el resto, más de 450 puntos, se encuentran en servicio actualmente. De éstos últimos, unos 255 corresponden a sondeos con una extracción significativa y el resto son pozos, en su mayor parte situados en las zonas bajas (franja litorales del Este y Suroeste del Campo) con extracciones unitarias muy reducidas, así como algunos sondeos igualmente infrautilizados y algunas galerías (Celin). Con esta infraestructura de captaciones se podría aumentar muy considerablemente el volumen anual de bombeo (como ha ocurrido en determinados puntos).

De los 257 sondeos con los que se extrae más del 97% del agua bombeada del Campo, 54 captan el Acuífero Inferior Occidental, 89 el Acuífero Superior Central, 112 los acuíferos del Sector Noreste (47 el superior, 29 el intermedio y 36 el inferior), y 2 de la "Escama de Balsa Nueva". Los mayores rendimientos se alcanzan en los acuíferos dolomíticos, AIO y AIN, especialmente en el área de Aguadulce de éste último, por su menor altura de elevación, donde se encuentran caudales superiores a los 210 l/seg. con depresiones del orden de 2 m.

6. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

La Hoja de Roquetas de Mar pertenece a la zona interna del dominio bético y dentro de ella, al Complejo Alpujárride, del que se encuentran dos mantos de corrimiento, el manto de Gádor o de Lújar, y otro del que sólo quedan restos inconexos, el manto de Felix o de Murtas. Sobre estos materiales alpujárrides se encuentra una cobertera reciente que rellena la cuenca neógena que ocupa la mayor parte de la Hoja.

En lo relativo a los estudios geológicos que de esta zona se han realizado anteriormente caben destacar los de J.P. JACQUIN (1970), OROZCO (1972) y K. SCHWERD (1974), referidos principalmente a la Sierra de Gádor y en cuanto al Terciario y Cuaternario de los llanos del Campo de Dalías, destacan los trabajos de J. BAENA (1971), OVEJERO, G. y ZAZO, G. (1971) y FOURNIGUET (1975).

6.1. ESTRATIGRAFIA

Dentro de este apartado se describen resumidamente por un lado las unidades de los mantos de Gádor y Felix, y por otro los distintos sedimentos neógenos y cuaternarios.

6.1.1. Unidades del Manto de Gádor

— Permotrias

La formación permotriásica del Manto de Gádor está muy poco representada en el ámbito de esta Hoja, sólo se reduce a los afloramientos del ángulo noroccidental de la misma.

Se trata de una formación muy homogénea, en la que alternan filitas con bancos de cuarcitas micáceas de escaso espesor. Predominan las coloraciones purpuras, azuladas, moradas y verdes. Hacia su techo aparecen esquistos arcillosos, filitas en alternancia con cuarcitas y calizas fusiformes, que representan la transición de la facies pelítica a la facies carbonatada.

El contacto con la serie carbonatada superior es gradual, aunque en muchos casos está tectonizado y mecanizado y su potencia es muy variable.

— Trias Medio Superior

Se trata de una formación calizo-dolomítica, representando el gran afloramiento de Sierra de Gádor de la que en la Hoja, sólo aparece su borde meridional. A grandes rasgos se han distinguido tres tramos. El tramo inferior se compone de una formación de calcoesquistos con sericita, calizas margosas, y dolomías, en superficie predominan colores amarillos y parduzcos, aunque en algunos sondeos que alcanzan este tramo, la serie se encuentra muy apizarrada y de tonos gris oscuros a negros (tramo muy compactado).

El tramo medio está compuesto preferentemente por dolomías con algunas intercalaciones de calizas.

Estas dolomías presentan hacia su parte inferior un bandeo gris claro alternando con dolomías más oscuras, mientras que hacia techo es frecuente la presencia de la facies

franciscana (alternancia de bandas "doloeparíticas" blancas con "doloeparita" gris y negra). Finalmente el tramo superior es predominantemente calcáreo, aunque también presenta niveles dolomíticos lenticulares que alcanzan potencias considerables. El tramo calcáreo está caracterizado por calizas y margocalizas tableadas amarillas, margas y margocalizas amarillas y rojizas, y calizas grises con presencia de pliegues de "Slumping" y brechificaciones de origen sedimentario.

Un esquema idealizado de la serie carbonatada del manto de Gádor se presenta en la figura 1: Columna estratigráfica levantada en el sector central del acantilado de Aguadulce. En conjunto la potencia observada para esta unidad supera los 800 metros de potencia.

6.1.2. Unidades del Manto de Felix

— Permotrias

Está bien representado, sobre todo en el sector NE de la Hoja, desde la Rambla de Bernal y Llanos de la Maleza, hasta las inmediaciones de Aguadulce (carretera El Parador a Enix y Felix), así como en sondeos de este entorno (áreas de Vicar, Gangosa, etc.).

Su litología es semejante al Permotrias de la Unidad de Gádor: filitas, esquistos arcillosos y cuarcitas de tonalidades rojizas, moradas y verdes. Existen algunas intercalaciones delgadas de calcoesquistos de tonos amarillentos pero no son abundantes. Su potencia es muy variable.

— Trias Medio Superior

Se trata de calizas y dolomías bastante recrystalizadas y trituradas de tonos grises y pardo rojizos. Su espesor es muy variable, generalmente entre 60 y 100 metros, aunque por sondeos se han reconocido espesores mayores.

Además de los afloramientos citados para esta Unidad existe un afloramiento de dolomías (Horst de Guardias Viejas) cuya posición es dudosa respecto a uno u otro manto.

El contacto con las filitas suele ser mecánico en casi todos los casos y fuertemente tectonizado.

A los miembros carbonatados de los mantos de Gádor y Felix se le atribuye carácter permeable por fisuración.

6.1.3. Sedimentos Neógenos y Cuaternarios

Los sedimentos neógenos litorales y de plataforma cubren localmente a los materiales alpujárrides, manifestándose bajo distintas facies que se describen a continuación.

6.1.3.1. *Mioceno superior*

Los materiales del Mioceno se caracterizan por la pluralidad de facies litológicas que

"AGUADULCE" COLUMNA SINтетICA

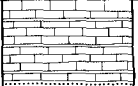





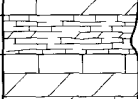
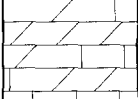
EDAD.	POT. m.	COLUMNA	TRAMO	DESCRIPCION
TRIAS SUPER.	835		T.8	Calizas, argilitas. En la base areniscas calcáreas.
M E D I O T R I A S	772		T.7	Dolomías, calizas dolomitas, argilitas y calcoesquistas.
	672		T.6	Calizas y dolomías.
	486		T.5	Calcoesquistos, dolomías y argilitas.
	461		T.4	Calizas y dolomías.
	346		T.3	Calcoesquistos, calizas con chert y nivelillos de argilitas.
	286		T.2	Calizas y dolomías.
	141		T.1	Calcoesquistos y calizas.

Figura 1

presentan a lo largo de todo el borde de la Sierra, puestas de manifiesto también en varias columnas de sondeos en el ámbito del Campo, reflejando unos depósitos característicos de cuencas independientes y ambientes distintos, siendo además interrumpidos por la presencia de manifestaciones volcánicas de tipo andesítico (rocas masivas y aglomerados de cantos volcánicos), de manera que se podría diferenciar al menos localmente una unidad miocena prevolcánica y una unidad miocena postvolcánica.

En general, aparecen estos materiales discordantemente sobre las dolomías, calizas y filitas de los dos mantos de corrimiento (Gádor y Felix), bajo facies litorales de calcarenitas bioclásticas, calizas detritico-organógenas, conglomerados, areniscas, y limos arcillosos o limos margosos, y facies de plataforma profunda, depósitos de margas arenosas, yesos, conglomerados y margas.

En el área de Vicar, principalmente en la loma de Ecarada, Lobos y sus inmediaciones, es donde la serie miocena ofrece un mayor desarrollo, y en la rambla de Vicar aparece el mejor afloramiento de la roca volcánica masiva (coladas). En conjunto para el Mioceno en este sector se han diferenciado 6 tramos de espesores variables describiéndose de muro a techo como siguen y esquematizados en la figura nº 2.

Tramo M-1: Caliza arrecifal o "pararrecifal", masiva, de tonos blancos y amarillentos, con abundante fauna, restos de lamelibranquios, algas, braquiopodos, etc.

Tramo M-2: Arenas, margas arenosas, arenas margosas y arcillas limosas de tonos amarillentos, rojizos a techo (ocres dominantes). Tramo blando.

Tramo M-3: Conglomerados calcáreos, areniscas alcáreas, calizas arenosas, conglomerados de cantos dolomíticos y filito-cuarcíticos. Matriz margo-dolomítica. Existen a veces intercalaciones de calizas arrecifales más significativas en la zona de Aguadulce.

Tramo M-4: Formado en la base por andesitas ortopiroxénicas con textura porfídica, y a techo aglomerado volcánico, con matriz vítrea, cementado por calcita y restos fósiles.

Tramo M-5: Conglomerado calcáreo de cantos dolomíticos, conglomerado volcánico con cemento carbonatado, bivalvos, moldes. Matriz arcillosa de alteración de roca volcánica.

Tramo M-6: Calcarenitas y areniscas calcáreas. Tonos crema y claros. Presentan formas de erosión características. Restos fósiles. Lumaquelas, etc.

El espesor máximo para toda la serie no suele sobrepasar los 100 metros.

Hacia el centro de la cuenca, se depositan margas, conglomerados y margas con yesos, que contienen una microfauna del Andaluciense, hecho puesto de manifiesto por sondeos de investigación, encontrándose esta facies a varios centenares de metros de profundidad (400-700 m.).

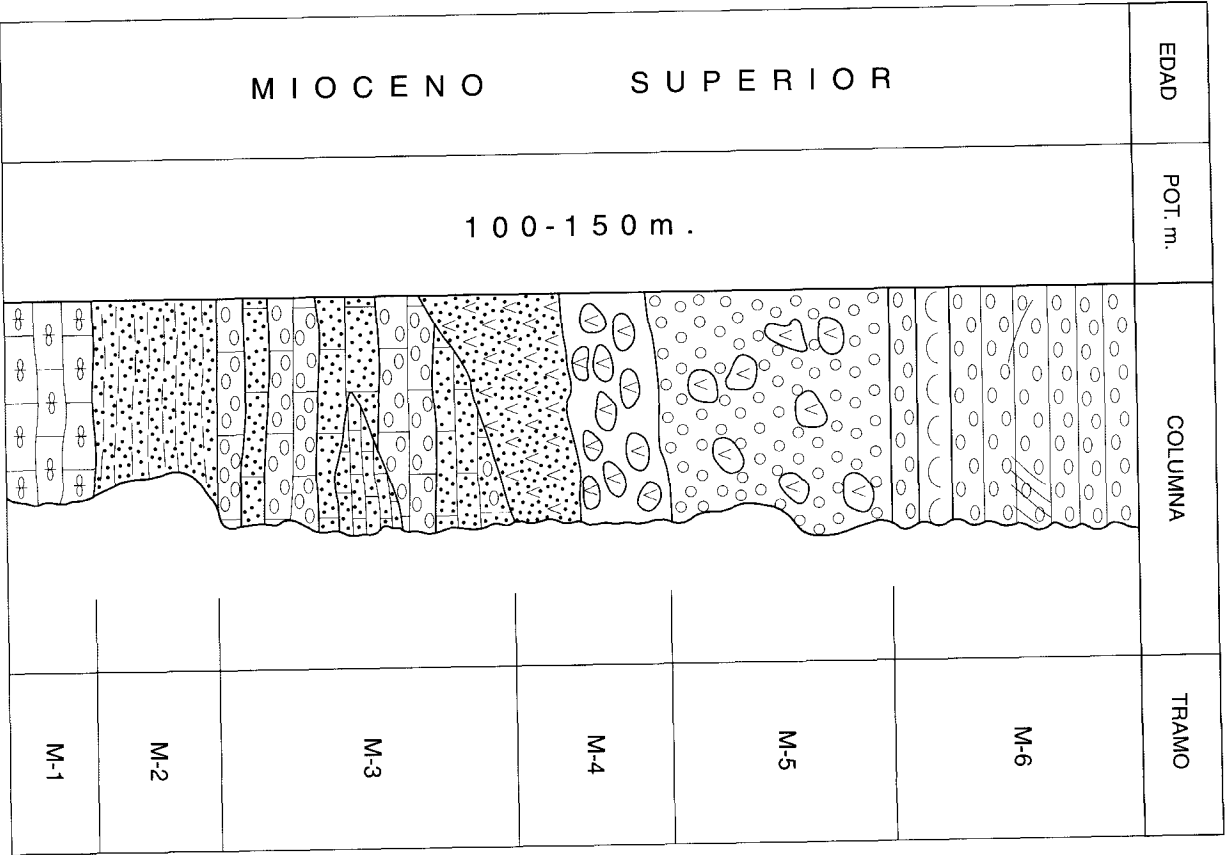


Figura 2

6.1.3.2. *Plioceno inferior y medio*

El Plioceno en el ámbito de la Hoja está representado por dos tipos de facies de litología diferente y que de muro a techo son:

— Margas arenosas y limos margosos

Generalmente sobre un conglomerado, base de la transgresión pliocena, se deposita una formación margosa de color gris verdoso que alcanza espesores hasta de 600 m. en el centro del Campo, correspondiente a una deposición de un mar relativamente tranquilo. Afloran estas margas en Matagorda y Guardias Viejas, y en la Loma del Viento (al SO de La Majonera), y han sido cortadas en numerosos sondeos.

Hacia el techo van apareciendo encima unas margas arenosas y arenas. Su edad es Plioceno inferior.

— Calcarenitas y conglomerados areniscosos calcáreos

La regresión pliocena culmina con el depósito de calcarenitas y calcirruditas arenosas bioclásticas, areniscas y conglomerados correspondientes al Plioceno medio superior. Su potencia puede alcanzar más de 100 m. y son las que ocupan una gran parte de la superficie del Campo de Dalías con vergencia general hacia el NE. Constituyen, como se verá más adelante, el acuífero superior del Campo de Dalías.

6.1.3.3. *Depósitos cuaternarios*

Los depósitos cuaternarios son muy numerosos en la Hoja, tanto de origen continental como de origen marino. Sus particulares características de depósito condicionaron en su mayor parte la morfología actual de la zona. Cabe destacar los grandes sistemas de abanicos aluviales en relación con la Sierra de Gádor y terrazas marinas antiguas y otros depósitos litorales asociados al borde mediterráneo, fuertemente controlados por la neotectónica.

— Terrazas marinas

Bajo este epígrafe se engloban cuatro episodios marinos, formados principalmente por conglomerados de cantos dolomíticos, micasquistos, etc., y bolos de cuarzo en una matriz arenosa y cubiertos por costras calcáreas. La fauna es abundante: *Strombus*, bivalvos, etc. Ocupan gran parte de la mitad Sur del Campo. Los niveles suelen tener espesores entre 0,5 a 3 metros.

— Limos rojos

Se trata de unos depósitos continentales que parecen ser posteriores al último episodio marino. Son limos rojos o rosas, muy finos, arcillosos con poca fracción detrítica y con cuarzo. Generalmente se localizan rellenando las depresiones topográficas tanto de carácter más o menos cárstico como de origen tectónico.

Son desde el punto de vista agrícola, los materiales más ventajosos por sus características litológicas, y es por ello por lo que se extraen de algunas depresiones para mejorar los suelos de otras zonas.

El área principal de afloramientos se extiende en la zona centro occidental de la Hoja, que abarca desde las inmediaciones del núcleo de Las Norias y El Ejido hasta Onayar. En este punto se ha desarrollado una cantera de explotación de unos 600 metros de longitud, llegando a alcanzar en algunos puntos 30 metros de profundidad, tocando las arenas y conglomerados marinos.

La figura 3 representa un croquis esquemático de la estratigrafía de los limos en una de las paredes de la cantera.

En el área de Las Norias también se han desarrollado varias canteras de explotación de los limos arcillosos aunque de menores dimensiones, alcanzando profundidades máximas de 8-10 metros.

— Conos de deyección

Se desarrollan a lo largo de todo el borde de la Sierra de Gádor, ocupando gran parte de la mitad Norte de la Hoja. Generalmente están compuestos por cantos muy heterométricos (desde bloques a gravilla) de dolomía, caliza, cuarcita, etc., poco clasificados y dentro de una matriz arenoso-arcillosa de tonos marrón oscuro a rojizo, llegando a alcanzar espesores hasta de 150 m.

— Otros depósitos cuaternarios

A lo largo de todo el litoral se han desarrollado varias zonas húmedas de variadas dimensiones. Se trata de depósitos limosos y fangosos que ocupan las zonas bajas, explotadas en unos casos como salinas (Roquetas de Mar, Cerrillos, etc.). Paralelamente se han desarrollado áreas de lagunas y marismas (Cerrillos, Punta Entinas, Punta del Sabinar, y otros), producidas por la surgencia en estas zonas del nivel piezométrico del Acuífero Superior, a lo largo de más de 20 Km. de litoral.

Se han desarrollado también dunas y playas de acumulación por la acción de los vientos dominantes de la zona sobre los sedimentos arenosos aportados por movimientos costeros en relación con esos mismos vientos.

6.2. TECTONICA

La disposición actual del Campo de Dalías, una gran llanura al pie de la Sierra de Gádor, recubierta por depósitos modernos sobre un sustrato que queda casi por completo cubierto, ha ocultado la complicada trama de familias de fallas que se entrecruzan produciendo, entre otros accidentes, cabalgamientos, compartimentación en bloques, flexuras, etc., y de los que debido principalmente a las observaciones de campo, campañas de geofísica y sobre todo un minucioso examen de correlación de todas las columnas de sondeos al alcance del estudio, se ha llegado a establecer un modelo estructural del Campo, aunque todavía queda camino

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LOS LIMOS ROJOS EN LA CANTERA DE ONAYAR

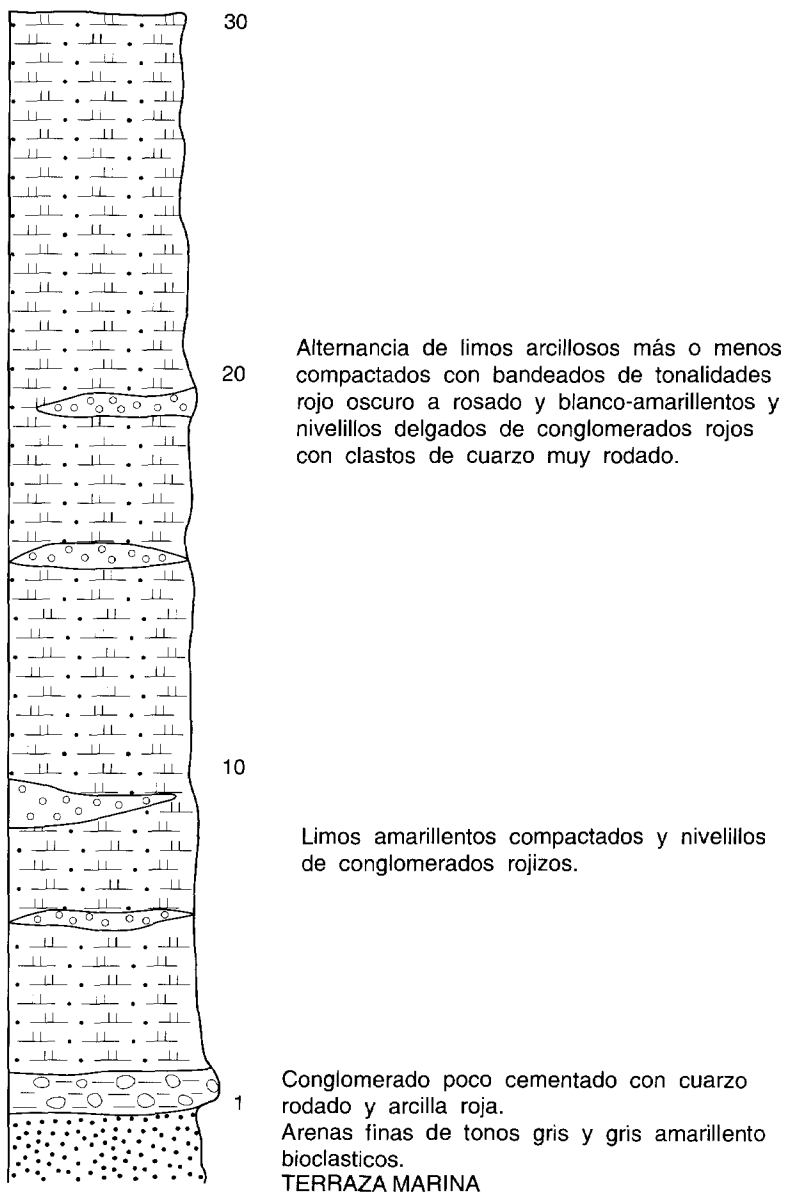


Figura 3

por recorrer para llegar a su completa interpretación. Se conoce aún poco, la distribución en el sustrato del Campo de las dos unidades tectónicas de Gádor y Félix.

Como ya se comenta en el Magna (Hoja Roquetas de Mar), existe un sistema de fracturas que se producen durante el Mioceno o posterior (fracturas de zócalo) y otros sistemas de fracturas recientes, afectando incluso a los depósitos cuaternarios y que alguna puede ser el reflejo de estructuras de desarrollo en profundidad.

El Complejo Alpujárride y Mioceno discordante se va hundiendo hacia el Sur desde el borde meridional de Sierra de Gádor por una serie de fallas normales escalonadas, con direcciones aproximadas, Suroeste-Noreste y Noroeste-Sureste, e incluso Este-Oeste. Mediante sondeos y geofísica se ha identificado (representadas en la Hoja) una serie Suroeste-Noreste por las que se hunde el sustrato hasta cotas entre 500 y 700 m, bajo el nivel del mar, dando lugar a una fosa interior en la zona central del Campo, separada de las zonas más hundidas, al Sur, por un horst que pasa por Guardias Viejas (donde aflora el sustrato de dolomías alpujárrides) y Roquetas. Más hacia el Este-Sureste, en la zona costera de Aguadulce-Roquetas, existe otro horst cuyo desarrollo es poco conocido. De igual forma se ha identificado, en la parte nororiental del Campo, otra serie de dirección Noroeste-Sureste.

Una fractura Este-Oeste, prolongación de los acantilados de Almería a Aguadulce, permitió las emisiones volcánicas intramiocenas de carácter andesítico, que, desde Aguadulce, se extienden por el Sur de Vicar (el afloramiento más occidental conocido se sitúa junto al Cortijo El Llano).

Continuando la fase distensiva se produjo la transgresión y regresión pliocena, instalándose la costa en las cercanías de lo que hoy es la ladera meridional de la Sierra de Gádor; el mayor espesor de sedimentos se produjo en la cubeta interna entre la Sierra y el horst de Guardias Viejas. Discordante sobre los depósitos miocenos se halla un conglomerado basal poco potente, sobre el que se dispone el Plioceno margoso que puede alcanzar hasta 700 metros de potencia.

Al Sureste del horst de Guardias Viejas el plioceno margoso también tiene un notable desarrollo, encima de depósitos de margas miocenas con espesores de más de 1.200 metros.

Después de esta serie de episodios la gran llanura de abrasión del Campo de Dalías se ve afectada por varios sistemas de falla, en general de pequeño salto (o incluso sólo producen flexiones) entre los que destacan: fallas de dirección N20-25E o N-S; E-O; N160°E y N120°E.

En el antiforame de Sierra de Gádor, cuyas cumbres en esta zona de la divisoria se sitúan entre los 1.000 y 2.200 m., se aprecian frecuentes rasgos morfológicos impuestos por los sistemas de fracturas de origen neotectónico; entre ellos, muchos tramos de los cauces principales de las ramblas, tallados en el potente y descarnado paquete calizodolomítico alpujárride, así como el límite entre sierra y llanura, el acantilado de Aguadulce-Almería, el farallón Aguadulce-Enix, etc.

En la cartografía de la Hoja, se han representado aquellas fallas con repercusión en el desarrollo de la piezometría y compartimentación de acuíferos, diferenciando dos grupos: fallas de zócalo (alpujárride-mioceno) y fallas de cobertera.

7. ACUIFEROS PRINCIPALES

Los acuíferos existentes en este ámbito pertenecen al Subsistema Sur de Sierra de Gádor-Campo de Dalías, uno de los tres integrantes del Sistema de Sierra de Gádor y Acuíferos de las Cuenclas Marginales.

En sucesivas ocasiones el ITGE, a través de informes y publicaciones, ha reflejado el estado de conocimiento alcanzado sobre las características hidrogeológicas de los diferentes acuíferos del Campo de Dalías. Citemos las etapas del PIAS (1976), Informe Hidrogeológico del Campo de Dalías (1982) y, más recientemente, una Síntesis Hidrogeológica (1989), además de múltiples informes parciales, poniéndose de manifiesto el avance de la investigación de esta compleja estructura hidrogeológica, a pesar de las lagunas aún existentes en determinadas áreas del Campo.

La estructura tectónica, en particular la superposición del Manto de Felix sobre el de Gádor, así como la disposición del cuerpo de margas pliocenas, condicionan la individualización de cinco acuíferos principales en este subsistema, solo relativamente independientes entre sí.

— El Acuífero Inferior Occidental y el Acuífero Inferior Noreste, constituidos por las dolomías de Gádor y en su caso, por las calizas miocenas, se desarrollan respectivamente en las zonas occidental y oriental del Campo de Dalías y en las partes de la Sierra de Gádor que lindan con ellas. Se han diferenciado, convencionalmente, por una falla con efecto, al menos parcial, de barrera hidrogeológica.

— El Acuífero Superior Central y el Acuífero Superior Noreste, formados casi exclusivamente por las calcarenitas pliocenas y su base arenoso-margosa dispuestas sobre una potente serie de margas impermeables que ocupan la mayor parte del Campo. También se han diferenciado, convencionalmente, por el efecto de barrera parcial de una falla tardía asociada a la que separa los dos acuíferos anteriores.

— El Acuífero Intermedio Noreste, que incluye las formaciones miocenas asociadas a las dolomías de la Unidad de Felix, es un conjunto muy imperfectamente conocido que presenta gran heterogeneidad.

Las características de cada uno de ellos se describen a continuación. (Conviene advertir que el Acuífero Inferior Occidental y el Superior Central, comprenden también parte de la Hoja contigua de Adra (n° 1.057), y que las descripciones de ambos se referirán al conjunto de cada uno de ellos. Un esquema de la distribución de acuíferos en el Campo de Dalías viene representado en la Hoja adjunta a esta memoria).

7.1. ACUIFERO INFERIOR OCCIDENTAL (A.I.O.)

7.1.1. Litología, extensión y límites

El A.I.O. está constituido por una serie calizo-dolomítica triásica perteneciente al manto de Gádor, de un espesor global superior a los 600 m, permeable por fisuración, y por una serie miocena de calizas detrítico organógenas y calcarenitas de unos 100 metros de espesor, discordante sobre el zócalo carbonatado. El sustrato del acuífero está constituido por una potente serie de filitas y cuarcitas, que afloran por el Noroeste en forma de una estrecha

banda semicircular que se extiende desde las proximidades de la Albufera de Adra hasta las inmediaciones de fuente Alta, constituyendo en este sector el límite del acuífero. Al Suroeste y Sur el límite del Acuífero debe estar bajo el mar a distancia desconocida, aunque se supone hundido bajo cientos de metros de margas neógenas impermeables, incluso también de filitas de la unidad alpujárride superior, como en la zona de Balanegra (Hoja de Adra), donde las dolomías de Gádor se encuentran confinadas por filitas de una supuesta escama del manto de Felix, de algunos kilómetros cuadrados de superficie (escama de Balsa Nueva). Al Sureste se admite un límite en el horst de Guardias Viejas. Al Noreste, las fallas de zócalo Noroeste-Sureste rompen la continuidad del acuífero del resto de la Sierra produciéndose una relación "en cascada". Convencionalmente se pueden admitir límites más concretos: el límite sureste del horst de Guardias Viejas y la línea de costa suroeste, por ejemplo. Así delimitado, el acuífero alcanza una superficie superior a los 200 km². En su área de cabecera, por el borde norte, existen más de 30 km² del acuífero sin saturar.

Debido a la acción de una serie de fallas de 100 a 300 metros de salto, las series dolomíticas triásicas con el recubrimiento mioceno se van hundiendo escalonadamente hacia el Sureste, bajo el Plioceno y Cuaternario del Campo, pasando, de ser un manto de carácter libre en la Sierra y en el borde del Campo, a quedar confinado por materiales margosos impermeables de la cobertera neógena (margas pliocenas y, en zonas más meridionales, también miocenas). En algunos casos las filitas permotriásicas de la unidad de Felix pueden contribuir también a ejercer este papel de confinante.

7.1.2. Evolución piezométrica

En la actualidad este acuífero se encuentra en situación claramente deficitaria con niveles piezométricos muy por debajo del nivel del mar, habiéndose producido algunos cambios en su funcionamiento. Antes de iniciarse la explotación intensiva a la que está sometido (hace unos 20-25 años), el acuífero presentaba una carga hidráulica de +10 a +11 m., con una superficie piezométrica muy plana debido a su gran transmisividad. Con el crecimiento de la explotación, el acuífero y su entorno fueron reaccionando haciéndose más patente el descenso continuo de sus niveles, que ya hacia 1974-75 se situaban alrededor de la cota +5 y en 1981 estaban por debajo del nivel del mar. Entre 1982 y 1988 se han llegado a alcanzar niveles de -10 a -13 m.

Las consecuencias directas más destacables de esta evolución piezométrica en el A.I.O. han sido, por un lado la inversión de flujo en su antigua zona de descarga hacia el acuífero de Balsa Nueva, lo que supone entrada de agua salada al A.I.O. y por otro el aumento de diferencia de potencial entre el A.I.O. y los acuíferos colindantes, de los que cada vez recibe un mayor flujo de descarga.

7.1.3. Características hidráulicas

La transmisividad del conjunto de materiales fisurados y detríticos de este acuífero se ha estimado en 600-900 m²/h y la porosidad eficaz en la zona libre en un 5% para las dolomías y un 12-13% para las calcarenitas, cifrándose entre $2,5 \times 10^{-4}$ y $1,5 \times 10^{-3}$ los valores del coeficiente de almacenamiento en la zona cautiva.

7.1.4. Extracciones por bombeo

Durante el año hidrológico 1989-90 el número de captaciones controladas en el A.I.O. asciende a 53, repartidos en las áreas de Tarambana (12), Pampanico (9), Tomillar (26) y Profunda (6), con un bombeo total de 38 hm³/año. Los caudales instantáneos son del orden de 100 l/s y la profundidad del agua se halla entre 100 y 200 m. (zona libre de la llanura) y hasta más de 700-800 m. en la parte confinada.

En el conjunto de acuíferos del Campo, el A.I.O. representa un peso global de extracción de un 35%.

7.1.5 Alimentación y descarga. Balance

El balance hídrico considerado de mayor interés, sin olvidar el valor siempre impreciso de estos balances, que fué establecido hace unos años para 1986/87 (año de humedad media y determinadas condiciones de uso y situaciones piezométricas relativas entre acuíferos vecinos) puede resumirse de la forma siguiente:

ENTRADAS	(hm³/año)
Infiltración de la precipitación	10,0
Retornos de riego y urbanos	3,0
Recarga lateral desde el Acuífero Superior Central	5,5
Recarga lateral desde el Acuífero Inferior Noreste	5,0
Recarga lateral desde el Acuífero de la Escama de Balsa Nueva	3
TOTAL ENTRADAS	26,5
SALIDAS	(hm³/año)
Bombeos	37,5
TOTAL SALIDAS	37,5
Aportación de reservas	11,0

Para las condiciones supuestas, resulta pues la siguiente estimación de balance (en hm³/año para el A.I.O.

$$\begin{array}{rcl} \text{Entradas} + \text{Aportación de reservas} & = & \text{Salidas} \\ (26,5) & & (11,0) \quad (37,5) \end{array}$$

En las condiciones actuales del acuífero, con cotas piezométricas negativas en su mayor parte, es aventurado dar una cifra de reservas útiles fuera del contexto de una determinada política de explotación. A título orientativo puede asumirse que las reservas contenidas en sólo los 20 primeros metros saturados suponen unos 100 hm³.

7.1.6. Calidad química

Los puntos muestreados presentan, en general, un agua con facies bicarbonatadas cálcico-magnésicas y concentraciones próximas a 0,5 gr/l, que pasan a bicarbonatado-cloruradas cálcico-magnésico-sódicas y concentraciones de sales que pasan de 1 gr/l en la actualidad, en las zonas de descarga del Acuífero Superior Central (los volúmenes de agua cedidos desde otros acuíferos producen variaciones espaciales tanto del tipo de facies como de la concentración de sales existente). En cuanto a la potabilidad el agua es de calidad aceptable aunque algo dura. Se encuadra en el grupo C3-S1 de la clasificación de Wilcox-Thorne-Petersen para aguas de riego con una salinidad media y bajo riesgo de alcalinización del suelo.

7.2. ACUIFERO SUPERIOR CENTRAL (A.S.C.)

7.2.1. Litología, extensión y límites

Constituye un manto de carácter libre que ocupa una extensión de 225 km² en la zona centro-sur del Campo. Está formado por 100-150 m. de calcarenitas y arenas pliocenas, localmente también por depósitos cuaternarios en la orla litoral, las cuales se apoyan en las margas también pliocenas que le sirven de sustrato impermeable, con una potencia que puede alcanzar los 600-1.000 m.

El límite del acuífero, al Suroeste, Sur y Sureste es el mar teniendo en cuenta la semipermeabilidad del techo de la formación margosa base del acuífero. Al Noreste el límite está formado por la falla de cobertera que hunde el colindante acuífero del sector Noreste. El límite por el Norte coincide con el acuñamiento o desaparición por cambio de facies del potente tramo margoso de la base del acuífero. En el límite occidental se halla el pequeño acuífero de la escama de Balsa Nueva (Hoja de Adra) de unos 30 km² de superficie, constituido por un tramo calizo-detrítico, terrígeno-bioclástico ligado estructuralmente a unas filitas del Complejo Alpujarride (Manto de Felix) que hidrogeológicamente está ligado al A.I.O. y otro tramo superior detrítico plioceno más relacionado con el A.S.C.

7.2.2. Evolución piezométrica

El acuífero Superior Central presenta cotas piezométricas en su mayor parte comprendidas entre el nivel del mar y unos 25-30 m sobre el mismo, aunque debido al efecto de fracturación en la calcarenita que produce cierta compartimentación en el acuífero, al grado de explotación, etc. existe alguna zona con valores de 35-40 m y también algún caso (área de Onayar) con cotas negativas inferiores a -5 m, actualmente en recuperación.

7.2.3. Características hidráulicas

Por las variaciones de potencia y saturación de este acuífero poroso y las diferencias de permeabilidad existentes en el seno del mismo, especialmente entre los tramos calcáreníticos superiores, más permeables, y los arenosos y arenoso margosos de su base, la transmisividad varía entre 0 y 20 a 30 m²/h, observándose un crecimiento general de la misma de Sur a Norte, consecuente con el mayor hundimiento y espesor saturado del tramo calcárenítico en este sentido. Para la porosidad eficaz se han estimado valores del 10-20%

7.2.4. Extracción por bombeo

Existen más de 600 captaciones en el acuífero aunque gran parte de ellas están abandonadas o enterradas, no pasando en la actualidad de 80.

Como referencias históricas de cifras de bombeo se pueden aportar las que siguen: en el año 1975-76: 13 hm³; en 1980-81: 18 hm³; en 1984-85: 16 hm³ y en 1989-90: 14 hm³, (en este caso con un total de 88 captaciones).

El área de mayor bombeo es la de Santa María, con 71 pozos en uso, cuyas extracciones, representan el 80-85% del volumen total de bombeo en este acuífero, con caudales instantáneos del orden de 30 l/s.

7.2.5. Alimentación y descarga. Balance

El balance hídrico considerado de mayor interés, estimado para 1986/87 con las condiciones ya citadas al hacer referencia al A.I.O., es el que se refleja a continuación con los siguientes valores medios de los intervalos de variación estimados para los diferentes términos de entradas y salidas.

ENTRADAS	(hm ³ /año)
Infiltración de la precipitación	16,0
Retornos de riego y urbanos	11,5
TOTAL ENTRADAS	27,5

SALIDAS	(hm ³ /año)
Bombeos	14,0
Descarga lateral subterránea hacia el A.I.O.	5,5
Idem hacia el A.E.B.N.	0,5
Idem hacia el A.S.N.	2,0
Descarga hacia el mar y lagunas costeras	4,0
TOTAL SALIDAS	26,0

Constitución de reservas 1,5

Para las condiciones citadas, el balance estimado para el A.S.C. sería en hm³/año el siguiente.

$$\begin{array}{r} \text{Entradas} = \text{Salidas} + \text{Constitución neta de reservas} \\ (27,5) \quad (26,0) \quad (1,5) \end{array}$$

Las reservas útiles del acuífero pueden cifrarse en varios centenares de hectómetros cúbicos aunque las variaciones de porosidad eficaz y de la calidad del agua impiden, de momento, dar mayor precisión.

7.2.6. Calidad química

La facies hidroquímica del A.S.C. es en la actualidad clorurada-sódico-magnésica, existiendo mayores proporciones de sulfatos en el área de Balerma, de bicarbonatos en la de Los Alacranes y El Ejido, y de cloruro sódico en la zona costera del área de San Agustín. La concentración de sales oscila entre valores próximos a 1 gr/l y más de 6 gr/l. Se han encontrado las mayores concentraciones de nitratos (más de 400 mg/l) en pozos superficiales y cercanos a poblaciones.

La calidad del agua para riego se clasifica entre C3-S2 en el área Norte del acuífero y C6-S4 en el Sur, según Wilcox-Thorne-Petersen.

7.3. ACUIFEROS DEL SECTOR NORESTE

En este sector existen tres acuíferos principales: Inferior, Intermedio y Superior, conocidos sólo parcialmente debido a la complejidad de su estructura y a la falta de una serie de sondeos mecánicos de investigación que permitan obtener la necesaria información particularizada sobre los mismos.

La superposición de acuíferos citados se produce cuando existe entre los mismos uno de los siguientes tramos impermeables: las filitas de un importante resto del "Manto de Felix" (que desde media ladera de la Sierra se extiende hacia el Campo hundiéndose bajo la llanura con una superficie, profundidad y potencia poco conocidas), dando lugar a la diferenciación de los acuíferos Inferior e Intermedio y/o las margas pliocenas que originan el acuífero Superior, al separarlo del existente bajo las mismas. Otros impermeables locales dan lugar a distintas capas en los materiales miocenos (volcánico, etc.) o pliocenos (intercalaciones de margas), complicando la estructura hidrogeológica.

7.3.1. Acuífero Inferior Noreste (A.I.N.)

7.3.1.1. *Litología, extensión y límites*

Está constituido por la mayor parte del flanco calizo dolomítico meridional de la Sierra de Gádor y su prolongación hacia el Sur bajo la llanura, donde pronto pierde su carácter general de manto libre para confinarse bajo alguno de los impermeables antes citados.

El tramo de calizas y dolomías triásicas fisuradas de 600 a 1.000 metros de potencia, puede llevar a techo a un paquete de calizas, calcarenitas, conglomerados, etc., del Mioceno, que localmente puede incluir materiales volcánicos.

El orden de magnitud de la extensión del A.I.N es desconocido, aunque quizás se trate de cifras entre 200 y 300 km², ya que puede trascender hacia el Norte la divisoria de la Sierra. El desconocimiento casi general de sus límites se refiere tanto a las zonas de la Sierra como a las hundidas bajo la llanura o, eventualmente, bajo el mar, por falta de sondeos mecánicos destinados a su investigación. Sólo se conoce aceptablemente la frontera de este acuífero con el A.I.O en la zona próxima a la Sierra y una parte indeterminada del acantilado, al Este de

Aguadulce donde se produce un contacto directo con el mar, también de geometría mal conocida.

7.3.1.2. *Evolución piezométrica*

Aún es imposible definir una superficie piezométrica del acuífero, al contar únicamente con datos de nivel en dos pequeñas áreas del mismo, asequibles a los sondeos normales de explotación; una es el área de El Aguila y la otra la de Aguadulce. En esta última los descensos piezométricos son menos ostensibles por su proximidad al mar, y están influenciados además por una fuerte explotación local. En el área del Aguila, aparentemente compartimentada, los descensos se han notado más, y está sometida también a un fuerte drenaje por bombeo y por descarga lateral especialmente hacia el A.I.O.

La gran profundidad a que se encuentra el agua en la mayor parte de su extensión redujo durante muchos años su explotación al área de Aguadulce, provocando el correspondiente descenso piezométrico y, con él, una importante disminución del flujo de descarga al mar. Además ha originado la intrusión de agua salada, como consecuencia de la progresión de la zona deprimida del manto hacia cotas negativas. En la actualidad se está produciendo una disminución del bombeo del A.I.N. en éste área de Aguadulce, pasando de representar un 20% de todo el bombeo del Campo a sólo un 16%. En cambio, se puede observar una tendencia creciente de las extracciones en el área de El Aguila y, más recientemente, en la zona confinada de la llanura.

7.3.1.3. *Características hidráulicas*

Para las dolomías triásicas de este acuífero se han obtenido valores de transmisividad entre 600 y 700 m²/h en Aguadulce y de 220 m²/h en El Aguila.

7.3.1.4. *Extracción por bombeo*

Durante el año hidrológico 1989-90, la extracción por bombeo en el AIN se realiza mediante 36 captaciones (19 en Aguadulce, 5 en el Viso, 11 en El Aguila y 1 en Vicar) que bombearon 29 hm³(el 28% del total bombeado en todo el Campo) de los que solo al área de Aguadulce corresponden 18 hm³, extraídos en una superficie de 1,5 km² (una de sus captaciones bombeó un volumen anual superior a los 5 hm³). La extracción media por pozo es de 0,5 hm³/a y los caudales instantáneos son del orden de 60 a 100 l/s, aunque en la citada área de Aguadulce hay 6-7 captaciones con caudales alrededor de los 200 l/s.

7.3.1.5. *Alimentación y descarga. Balances*

Para el año 1986/87 en el caso del A.I.N se propuso un balance hídrico similar al establecido anteriormente para los dos acuíferos descritos. Las estimaciones establecidas son las siguientes:

ENTRADAS	(hm ³ /año)
Infiltración de la precipitación	34,0
Retorno de riego y urbanos	2,0

ENTRADAS	(hm³/año)
Aportación de agua de mar	0,5 (*)
TOTAL ENTRADAS	36,5

(*) Este valor debe ser, al menos en la actualidad, bastante más alto.

SALIDAS	(hm³/año)
Bombeos	31,0
Descarga al Acuífero Superior e Intermedio de este mismo Sector	4,0
Descarga al AIO	5,0
Descarga al mar	3,5
TOTAL SALIDAS	43,5

Aportación de reservas	7,0
------------------------------	-----

El balance resultante para el A.I.N en hm³/año es por tanto:

$$\begin{array}{rcc} \text{Entradas} + \text{Aportaciones reservas} = \text{Salidas} \\ (36,5) \qquad \qquad (7,0) \qquad \qquad (43,5) \end{array}$$

Por las características y actual situación de este acuífero, no parece oportuno hacer referencia a sus reservas útiles.

7.3.1.6. *Calidad química*

En las captaciones muestreadas en el área del Aguila, el agua es de tipo bicarbonatado magnésico-cálcica, con salinidad próxima a 0,4 mg/l, propia de un acuífero dolomítico. Sin embargo, en el área de Aguadulce la calidad química, similar inicialmente a la de El Aguila, se ve afectada principalmente por la intensa explotación, causante de un proceso de intrusión marina, que comienza a manifestarse en 1982/83 con la aparición en bombeo de aguas de tipo clorurado sódicas, con concentración de sales próximas a 2 gr/l (mayo 1988). Esta salinidad ha llegado a valores próximos a 20 gr/l en profundidad, en captaciones que inicialmente bombeaban agua dulce.

7.3.2. **Acuífero Intermedio Noreste (A.I.N)**

7.3.2.1. *Litología, extensión y límites*

El acuífero está formado en primer lugar por los restos inconexos de calizas y dolomías del Manto de Felix, que a modo de isleos, pueden encontrarse sobre las correspondientes filitas del mismo y, en segundo lugar y con mayor importancia por conglomerados, areniscas, calcarenitas, calizas organógenas, rocas volcánicas, etc., del Mioceno Superior que, a su vez,

pueden estar recubiertas por materiales detríticos del Plioceno y/o Cuaternario sin interposición de impermeable alguno. Presenta también una complicada disposición estructural (dominio del manto de Felix sobre el de Gádor y emisiones volcánicas intramiocenas, junto a una intensa fracturación en bloques) que da lugar a un acuífero con un complejo sistema de relaciones hidráulicas y compartimentaciones detectadas en las zonas donde hay sondeos que le han alcanzado. Las zonas donde se tiene este conocimiento (limitado) del acuífero se reduce al Área de La Gangosa y parcialmente a las del Viso y Roquetas.

El acuífero se comporta dependiendo del área como libre monocapa, o bicapa, o bien todo el confinado al quedar recubierto por margas de Plioceno.

7.3.2.2. Evolución piezométrica

En la Hoja nº 1 se aporta un esquema piezométrico en el que se presenta un intento de individualización de los acuíferos implicados en este sector del Campo a nivel de capas libres. De Manera esquemática puede decirse que en estas áreas citadas, cuando hace más de 25 años se inició la explotación intensiva de la zona, las cotas piezométricas eran del orden de +4 a +6 m, y que en febrero de 1981 ya se situaban entre 0 y -2 m. En la zona libre del A.I.N continúa produciéndose un ligero descenso piezométrico anual del orden de unos décímetros con respecto a la situación del manto siete años antes. No obstante, el relativamente discreto descenso del nivel piezométrico observado en este área, comparado con el importante déficit del acuífero referido a sus recursos propios, hace pensar en la notable influencia de uno o dos potenciales impuestos en sus límites noreste (A.I.N.) y sureste (el mar). En este último caso el agua salada habrá sustituido una reserva de agua dulce, por intrusión marina, bajo la cobertera pliocena, no detectada claramente por falta de sondeos adecuados para su control. Esta sustitución ha podido ser facilitada por producirse situaciones dinámicas del nivel, originadas por el intenso bombeo, que han llegado a ser del orden de -10 m.

7.2.3.3. Características hidráulicas

En este acuífero las características hidáulicas son muy heterogéneas aunque, en general, en la zona explotada del mismo las captaciones tienen buenos rendimientos. Considerando un manto en medio poroso se obtienen transmisividades del orden de 30-60 m²/h, (facies con escasa matriz y espesores saturados importantes).

7.3.2.4. Extracción por bombeo

Durante el año hidrológico 1989/90, en el A.I.N, se contabilizan 29 captaciones (1 en Aguadulce, 10 en El Viso y 18 en La Gangosa), alcanzando un volumen de extracción de 17,5 hm³, de los que sólo en el área de La Gangosa se extrajeron 15 hm³.

Por el volumen anual de bombeo que soporta, este acuífero (considerado independientemente) se sitúa en un rango similar al del A.S.C y A.S.N, siendo captado en su mayor parte en el área de La Gangosa (como se acaba de indicar), donde es más asequible por su menor profundidad.

Los caudales medios de bombeo en el acuífero varían entre los 30 y 70 l/s. Puntualmente se ha alcanzado un caudal de 207 l/s.

7.3.2.5. Alimentación y descarga. Balance

El acuífero en general se recarga por infiltración de lluvia caída directamente sobre su zona libre y de escorrentía superficial que alcanza dicha zona y, principalmente, por descarga lateral procedente del A.I.N (desde las áreas de Aguadulce y de El Aguila) y en menor escala desde el A.S.N. A estas entradas de agua dulce habrá que añadir el volumen de agua salada que ha penetrado en sus zonas confinadas, de difícil evaluación por el momento.

El balance hidráulico del acuífero se aborda conjuntamente con el A.S.N, aunque la importancia de este sea menor que la del A.I.N por el volumen de bombeo implantado en los mismos, próximos al 25% del total del Campo para el conjunto. La aún insuficiente definición de este acuífero intermedio y de los intercambios de flujos entre los mismos, ha motivado la unificación de dicho balance como una primera medida de aproximación.

7.3.2.6 Calidad química

Solo hay datos de las áreas donde existe sondeos de explotación. En el área de La Gangosa actualmente, tanto en la zona en que existe una única capa, como en la capa superior cuando el acuífero se hace bicapa, la facies del agua, de los puntos muestreados es clorurada sódica, con concentraciones salinas muy variables (entre 1 y mayores de 11 gr/l en Mayo de 1988). Únicamente en zonas de transferencia desde el A.I.N, las aguas son de tipo cloruro-bicarbonatadas-cálcico-magnésico-sódicas, con concentraciones en sales próxima a 1 gr/l con las de este último acuífero. Ya antes de la implantación de los bombeos (1963-65) existía una notable variación de calidades en éste acuífero, ligadas o condicionadas por su compartimentación.

La salinidad del agua bombeada por los sondeos del área de La Gangosa ha ido aumentando de manera progresiva (llegando a triplicarse en determinadas captaciones) por entrada del agua de mar. Por otra parte, las actividades agrícolas están produciendo una contaminación manifiesta, así por ejemplo la presencia de nitratos llega a sobrepasar los 90 ppm.

En cuanto al área del Viso, en este acuífero se encuentran aguas con contenido bajo en sales y facies carbonato-cloruradas-cálcico-magnésico-sódicas, denotándose la influencia de la recarga del acuífero en la zona donde se sitúan las escasas captaciones existentes desde el A.I.N.

7.3.3. Acuífero Superior Noreste (A.S.N)

7.3.3.1. Litología, extensión y límites

Constituye un acuífero albergado en los materiales detríticos pliocenos y cuaternarios marinos (arenas, gravas, conglomerados y calcarenitas) que se encuentran sobre las margas pliocenas que rellenan esta parte de la cuenca, y también formando cuñas o barras interca-

ladas en dichas margas, especialmente en áreas de borde. Esto ocasiona que el acuífero, en general de carácter libre, se convierta localmente en multicapa, característica detectada pero no bien conocida espacialmente por insuficiencia de sondeos.

Comprende las áreas de Roquetas, El Viso y zona Sur de las de Aguadulce y La Gangosa, es decir, la mayor parte de la llanura del Sector Noreste del Campo. El límite norte se sitúa en las proximidades del límite morfológico del Campo de Dalías, diferenciándose un tramo central en contacto con el A.I.N, cuya base impermeable de filitas reduce al mínimo el flujo subterráneo desde el borde sur de la sierra (A.I.N.), y unos tramos extremos por los que existe un flujo subterráneo procedente del A.I.N. Al Suroeste el acuífero linda con el A.S.C, del que está separado por una barrera de permeabilidad coincidente con una falla NO-SE de cobertura, responsable de una reducción del flujo de descarga desde el A.S.C. que llega a ser prácticamente nulo en su tramo central y algo permeable en los extremos. El límite sureste está constituido por el mar aunque, en niveles detríticos menos superficiales, existe también un contacto lateral con el A.I.N. ("Horst de Roquetas de Mar").

7.3.3.2. Evolución piezométrica

Se puede afirmar que en condiciones próximas al régimen natural de funcionamiento de este acuífero, los niveles piezométricos presentaban cotas positivas de diferente valor según las áreas: desde aproximadamente +14 m. a +5 m., en las zonas occidental y oriental del borde norte del manto, hasta la cota 0 en la costa.

Con la explotación se produjeron importantes modificaciones en el funcionamiento del acuífero; dentro del área del Viso se originó pronto una cubeta donde aún convergen los flujos subterráneos de la mitad noroccidental del manto, destacándose también un umbral paralelo a la costa, entre Cortijos de Marín y Aguadulce, que ha ido perdiendo altura hasta casi desaparecer en su tramo medio. Este esquema de funcionamiento, instalado ya en etapas tempranas del periodo de explotación intensiva del acuífero, se fue acentuando a lo largo del tiempo, y ya en diciembre de 1974 el área del Viso presentaba cotas piezométricas negativas.

El esquema piezométrico de febrero de 1987 relativo a la capa libre —más superficial— del acuífero indicaba que el fondo estaba constituido por dos embudos, uno más occidental que superaba la cota -20 m., y otro que ya rebasaba los -15 m.

7.3.3.3. Características hidráulicas

Estas características son similares a las del A.S.C aunque quizás presenten mayor heterogeneidad, debido al mayor desarrollo de las facies detríticas groseras (áreas del Viso y Aguadulce).

Hacia el Sur (área de Roquetas) las transmisividades se hacen menores al aumentar la proporción de tramos margosos y la matriz margoso arenosa o margoso-limosa de los paquetes más permeables, por lo que bajan los rendimientos de las captaciones en general.

7.3.3.4. *Extracción por bombeo*

Durante el año hidrológico 1989-90 en el A.S.N el bombeo significativo se llevo a cabo mediante 47 captaciones (8 en Aguadulce, 8 en Roquetas, 30 en El Víso y 1 en La Gangosa), alcanzando un volumen próximo a los 7 hm³.

Los caudales de bombeo utilizados son muy variables dependiendo de las zonas: desde 5-10 l/s, hasta los 50-60 l/s (Viso).

7.3.3.5. *Alimentación y descarga. Balance*

Como se comentó en el apartado 7.3.2.5. aquí se hace referencia a un esquema de balance hídrico para el año 1986-87 estimado en su día representativo del conjunto formado por los Acuíferos Intermedio y Superior Noreste. Los supuestos establecidos para los distintos términos que intervienen son los mismos que se convinieron para los balances del A.S.C y A.I.O.

ENTRADAS	(hm³/año)
Infiltración de la precipitación	10,0
Retornos de riego y urbanos	5,0
Recarga lateral desde el A.S.C	2,0
Recarga lateral desde el A.I.N	4,0
Posible recarga desde el mar	2,0
TOTAL ENTRADAS	23,0

SALIDAS	(hm³/año)
Bombeos	27,0
Descarga al mar	1,0
TOTAL SALIDAS	28,0

Aportación de reservas 5

En consecuencia la formulación estimada del balance conjunto de los dos acuíferos quedaría así:

$$\begin{array}{rcc} \text{Entradas} + \text{Aportación de reservas} = \text{Salidas} \\ (23) \qquad \qquad (5) \qquad \qquad (28) \end{array}$$

Con un valor únicamente orientador, puede decirse que las salidas se repartían por igual entre los dos acuíferos considerados en este balance, aunque la tendencia de los últimos años ha incrementado el peso relativo del bombeo en el A.I.N., actualmente tres veces mayor que el implantado en el A.S.N. Por el contrario al A.S.N deben corresponder más del 60% de las entradas y más del 80% de la aportación de reservas señaladas en el mismo. La entrada de agua de mar, cuya evaluación es particularmente problemática, ha tenido que experimentar incrementos sobre el valor señalado.

7.3.3.6. *Calidad química*

En los escasos puntos asequibles al muestreo en este acuífero (pertenecientes además a su parte libre) la facies hidroquímica es clorurada sódico-magnésica y la concentración de sales próxima a 2 gr/l en general. La gran variación espacial existente del tipo de aguas y de su contenido en sales está influenciada fundamentalmente por la relación de flujos del acuífero con el mar y el A.I.N (en las áreas de El Viso y Aguadulce); la mezcla con el agua de este último acuífero se manifiesta por la presencia de aguas bicarbonato-cloruradas cálcico-magnésico-sódicas, y la concentración de sales próxima a 0,5 gr/l en la zona de descarga del citado acuífero inferior.

La intrusión marina se está produciendo en el área de Roquetas y también en la de El Viso, habiéndose llegado en la segunda de dichas áreas a bombear agua con salinidad cercana a 5 gr/l.

En cuanto al proceso de contaminación del agua por las actividades agrícolas en la parte libre del acuífero, puede señalarse que se manifiesta en todas las zonas muestreadas la presencia de nitratos, con concentraciones próximas a 200 ppm (áreas de Viso y Roquetas, Mayo 1988).

7.4. OTROS ACUIFEROS DEL CAMPO

En el ámbito del Campo de Dalías y entorno, también existen pequeños acuíferos "colgados" con escasa relevancia por el volumen de sus recursos o del bombeo que les afecta. Citemos el situado en el área de Vícar, formado por conglomerados, calcarenitas y retazos dolomíticos de la Unidad de Felix, los cuales se sitúan sobre la base impermeable de filitas de este manto, cuyo techo se halla por encima del nivel de erosión de la zona. También pueden citarse los pequeños acuíferos locales a veces existentes en algunos abanicos aluviales del borde de la Sierra de Gádor, cuya base impermeable puede situarse en pasadas arcillosas de la propia formación. Y de todos ellos, destaca por su mayor importancia el acuífero "colgado" carbonatado de una zona del manto de Gádor denominado "Unidad de Celín".

Particular importancia tienen, por el papel que pudieran representar o que se sabe representan en la actualidad, los acuíferos del "Horst de Guardias Viejas" (A.H.G.V) y de la Escama de Balsa Nueva (A.E.B.N), éste último ya en la Hoja de Adra (1057).

El "Acuífero del Horst de Guardias Viejas" tiene carácter confinado bajo las margas pliocenas, y está constituido por materiales porosos del Mioceno (calizas arrecifales, conglomerados, etc.) y, eventualmente, por dolomías pertenecientes probablemente al Manto de Felix; parece "enraizado" en el área de El Aguila o en la zona occidental de la de El Viso, de donde se recargaría del A.I.N o del A.I.N, descargándose por la zona de Guardias Viejas al mar. Sus relaciones con los acuíferos principales deben ser mejor conocidas por la eventualidad de una vía futura de penetración de agua de mar.

No existe ningún piezómetro sobre esta pequeña unidad y algunos sondeos que le han alcanzado, al parecer abandonados por empeoramiento de su calidad, captan también el

A.S.C, que trasvasará un cierto caudal al horst a través de los mismos (por diferencia de carga hidráulica). Tiene carácter termal, y a pesar de la mezcla de agua, se han medido más de 40°C de temperatura en el agua bombeada.

7.5. RESUMEN DE LOS VOLUMENES EXTRAIDOS DE LOS ACUIFEROS DEL CAMPO DE DALÍAS

En el cuadro 1 se resume el volumen total de agua que se ha suministrado en origen a la demanda global del Campo de Dalías (y al abastecimiento a la ciudad de Almería) en los últimos 10 años, reflejado por años hidrológicos y procedencia.

En relación con los datos reflejados en el citado cuadro, se pueden hacer diversas consideraciones, destacando la siguiente:

— Los acuíferos inferiores del Campo, el A.I.O y el A.I.N, que son los más explotados, soportan ya un bombeo anual en torno a los 70 hm³. Esta explotación presenta además una tendencia creciente debido al incremento de la demanda, a la mayor exigencia de la calidad de ésta y al empeoramiento de la ya mediocre calidad natural que, en general, tienen los acuíferos de cobertura: A.I.N, A.S.N y A.S.C (por los problemas de salinización derivados del uso de los mismos, incluido el de intrusión marina en los dos primeros casos).

7.6. EL PROBLEMA DE LA INTRUSION MARINA EN LOS ACUIFEROS DEL SECTOR NORESTE DEL CAMPO

En las zonas costeras de Aguadulce y Roquetas y áreas de interior, el ITGE realiza un seguimiento de datos orientado a conocer la evolución de la intrusión marina en los acuíferos del sector. En la red establecida de piezómetros, que es muy deficiente por la falta de sondeos específicos de control, periódicamente se realizan muestreos de agua a diferentes profundidades y/o medidas de conductividad y temperatura y nivel piezométrico. Ya desde mediados de los 70 —para el A.S.C.— y sobre todo en los primeros años de la década de los 80, se conoce la existencia del proceso de intrusión marina afectando a todos los acuíferos principales del sector aunque la complejidad de la estructura hidrogeológica, y por tanto, de este proceso, ha impedido aportar los datos deseables sobre la evolución del mismo. En la actualidad esta contaminación no sólo afecta a las áreas costeras de los acuíferos, sino que se transmite lateralmente hacia las interiores del A.I.N (área de La Gangosa) y A.S.N (área de El Viso).

En el **Acuífero Inferior Noreste** (A.I.N), la situación de intensa explotación que sufre en el área de Aguadulce está provocando que la evolución hacia la superficie y tierra adentro de las interfases salinas, en el mismo, progrese de una manera indeseable, al menos desde 1982/83. (Sobre el alcance de esta contaminación salina faltan datos que permitan su determinación más allá de los puntos de control disponibles en el entorno de Aguadulce).

Este aumento de la salinidad que ha afectado ya a la posibilidad de utilización de algunas captaciones presentes en la misma también se ha detectado en los escasos puntos de seguimiento de la salinidad en profundidad; como ejemplo de dicho efecto cabe citar el aumento

CUADRO 1

VOLUMEN SUMINISTRADO A LA DEMANDA DEL CAMPO DE DALÍAS Y ALMERÍA, Y SU PROCEDENCIA

CONCEPTO (hm³)	AÑO HIDROLOGICO									
	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90
1. Bombeo Ac. Inf. Occidental	27	33	33,5	33,5	38,5	35,5	39	42	37,5	38
2. Bombeo Ac. Inf. Noreste	20	23	29,5	27	31,5	31	32,5	31	27	29
3. Bombeo Ac. Super. Central	18	18,5	16,5	13	16,5	14	14	13,5	15	14
4. Bombeo Ac. Super. Noreste (A.S.N. + A.It.N.)	(23)	(22,5)	(26,5)	(25,5)	(27)	(27,5)	(27,5)	(27,5)	10 (28,5)	7 (24,5)
5. Bombeo Acu. Interm. Noreste									18,5	17,5
6. Total bombeo C. Dalías	88	97	106	99	114	108	113	114	108	106
7. Volúmen aportado por acuíferos ajenos Campos (Celin/aluvial Adra)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8. Volúmenes importados del Embalse de Benínar								≈ 5	≈ 10	14,5
9. Total Volumen suministrado ajeno acuífero Campo	5	5	5	5	5	5	5	10	15	19,5
10. Total agua suministrada al Campo + Almería	93	102	111	104	119	113	118	124	123	125
11. % de humedad Estación Majonera de Felix	37	54	16	85	38	137	70	62	178	95

de la conductividad en el sondeo 224RM que a la cota -68 m.s.n.m. ha pasado de 16.000 a 24.000 $\mu\text{mhos/cm}$. (periodo Octubre 85 a Octubre 88, localizándose en él la interfase a -59 m.s.n.m. en esta última fecha).

La distribución espacial de la salinidad del agua por contaminación en este área es la consecuencia de la estructura del acuífero, con direcciones preferentes de entrada de agua salada (según fracturaciones NO-SE y E-O) y, principalmente, de la utilización tan poco racional del A.I.N en el área de Aguadulce, caracterizada por la excesiva concentración de los bombeos existentes y por los elevados caudales y volúmenes de extracción empleados (un solo sondeo, 249RM, de abastecimiento a Almería capital, con un caudal de 210 l/s, bombea un volumen próximo a los 6 hm³/año.

Como consecuencia de esta inadecuada forma de explotación del acuífero mediante las captaciones del área de Aguadulce más utilizadas, y de su inapropiado régimen de extracciones, se localiza un cono de depresión en el centro y noreste del campo de bombeo del área, en el que se alcanzan actualmente niveles dinámicos de varios metros por debajo del nivel del mar, produciéndose acusados ascensos de salinidad al SE del mismo y en su parte oriental como resultado de la entrada de agua de mar, aparentemente, según direcciones E-O y NO-SE, hacia las zonas más deprimidas del acuífero.

En el **Acuífero Intermedio Noreste**, debido también a que está sometido a intenso bombeo, se ha salinizado parte del área de La Gangosa, aparentemente a través de su zona costera "Horst de Roquetas" y de la zona de fosa comprendida entre ambas.

Se sabe que, en algunas zonas o compartimentos del acuífero, dentro del área de La Gangosa y ya antes de la explotación intensiva aquí implantada, determinados sondeos captaron agua con salinidades altas (2,5 gr/l), pero este fenómeno está aún sin justificar plenamente, dado el escaso conocimiento estructural que se tiene del acuífero hasta el momento.

En el **Acuífero Superior Noreste**, debido a la utilización dada al mismo acuífero y a los de su entorno, se viene produciendo la salinización del agua al menos en parte de su área costera (área de Roquetas) y del área del Viso.

Como consecuencia de esta entrada de agua de mar se ha producido, al menos desde 1982, un empeoramiento progresivo de la calidad del agua en los sondeos que lo captan en el área del Viso, que ha llegado a causar el abandono de la mayor parte de los situados en la Zona SE de la misma. Cabe citar como ejemplo de este proceso el aumento de la conductividad del agua del sondeo 53 V_c que ha pasado de tener 5.000 $\mu\text{mhos/cm}$. en Mayo de 1983 a 8.000 $\mu\text{mhos/cm}$. en Abril de 1988.

Existe otro foco de contaminación por intrusión marina en la zona costera del sector occidental del Campo, que ha afectado al "Acuífero de la Escama de Balsa Nueva" y, desde este se está transmitiendo al A.I.O. a través de un frente de descarga que geográficamente corresponde a la Hoja de Adra (n° 1057).

8. LAS AGUAS TERMALES EN EL CAMPO DE DALÍAS

El horst de Guardias Viejas constituye la zona de mayor interés geotérmico del Campo de Dalías. Se trata de un acuífero de carácter confinado bajo las margas pliocenas, constituido por calizas arrecifales miocenas y dolomías triásicas pertenecientes probablemente al Manto de Felix; parece enraizado en el área del Aguila o en la de El Viso, de donde se recargaría el acuífero Inferior y/o Intermedio del Sector Noreste, descargándose por la zona de Guardias Viejas al mar.

En la zona central del horst existen varios pozos (actualmente abandonados) que lo han alcanzado, donde se han medido más de 40°C de temperatura en el agua bombeada, la cual es una mezcla del agua caliente más profunda y de la fría superficial que captan también el acuífero Superior Central. Una mezcla de este tipo pero producida de forma natural, se producirá en el extremo suroeste del horst, disminuyendo en varios grados la temperatura del agua, hecho puesto de manifiesto en los antiguos Baños de Guardias Viejas con aguas de una temperatura de 28,2°C.

Los Baños de Guardias Viejas, próximos a la zona litoral del sector suroccidental del Campo, que tienen una cota aproximada de 12 m.s.n.m., eran ya conocidos como baños termales en la época romana, denominados como Termas de Murgas. Fueron declarados de utilidad pública por la D.G.S. del Ministerio de la Gobernación en la Gaceta de Madrid de 26 de Abril de 1928 (n° 117). También se encuentran clasificados como minero-medicinales en las relaciones editadas por el ITGE de 1913, 1947 y 1986. A lo largo de los resultados analíticos realizados por el ITGE, en años anteriores y actualmente, se resalta como se mantiene la naturaleza clorurada-sódica del manantial. Actualmente los Baños se encuentran cerrados al público.

9. DISPOSICIONES LEGALES

Con la legislación vigente desarrollada a partir de Mayo de 1984 se pretendía establecer una limitación al crecimiento de la demanda en la zona (prohibición de la realización de nuevas captaciones y limitación del número de nuevas hectáreas de regadío).

La serie de disposiciones legales se resume en los siguientes apartados:

- El Decreto 117/1984 de 2 de Mayo de la Junta de Andalucía y el Real Decreto-Ley 15/1984 de 24 de Mayo, por los que por primera vez se introduce una restricción en el uso de las aguas subterráneas en el Campo de Dalías.
- Suspensión de las transformaciones en riego de los Sectores IV y V del Campo de Dalías en 1984.
- Declaración Provisional de Acuífero Sobreexplotado en 1986 al amparo de lo dispuesto en la Ley de Aguas de 1985.
- Declaración Definitiva de Acuífero Sobreexplotado en 1988 al amparo de lo dispuesto en la Ley de Aguas de 1985 y del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que la desarrolla de 1986.

10. BIBLIOGRAFIA

La bibliografía consultada para la redacción de esta Memoria es la siguiente:

DOMINGUEZ PRATS, P., GONZALEZ ASENSIO, A., 1987. Intrusión marina en el Campo de Dalías (Almería). IV Simposio de Hidrogeología, Palma de Mallorca, pp. 101-115.

IGME-IRYDA, 1977. Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería). P.I.A.S. Ed. restringida. Resumen en Colección Informe pp. 67-65. Servicio Publicaciones Ministerio de Industria. Madrid.

IGME, 1981. Nota sobre la situación de peligro de intrusión marina en los sectores NW y NE del Campo de Dalías (Almería). Edición restringida. Centro documentación ITGE. Madrid.

IGME, 1982. Estudio hidrogeológico del Campo de Dalías (Almería). Edición restringida. ENADIMSA, 13 volúmenes. Centro documentación ITGE. Madrid.

IGME, 1986. Intrusión marina en el Campo de Dalías (Almería). Edición restringida. Seminario interfase agua dulce-agua salada en Andalucía. I.A.R.A. - I.G.M.E. Granada.

ITGE, 1989. Síntesis Hidrogeológica del Campo de Dalías (Almería). Propuesta de primeras actuaciones de investigación y gestión. Edición restringida. Centro documentación ITGE. Madrid, 163 pp.

I.T.G.E.-C.E.H. JUNTA ANDALUCIA, 1991. Control de la explotación del Campo de Dalías (Almería) 1989-90. Edición restringida. Centro documentación I.T.G.E. Madrid, 77 pp.

MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA DE ROQUETAS DE MAR (n° 1058), a escala 1/50.000. MAGNA-IGME.