

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

**LAS AGUAS SUBTERRANEAS
DEL CAMPO DE CARTAGENA
(MURCIA)**

33197¹

1. INTRODUCCION

El Campo de Cartagena, unidad hidrogeológica amplia y compleja constituida por diferentes acuíferos, ocupa una extensión superficial de 1.440 km² y se sitúa en el sureste de la Región de Murcia y sur de la provincia de Alicante.

Al ser reducido el conocimiento que sobre dicha unidad se poseía, el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) decidió abordar un estudio hidrogeológico completo de la misma, iniciado por una 1ª fase (infraestructura y definición geométrica. ITGE, 1988/89) y continuando con una 2ª fase en la que se ha completado su estudio hidrogeológico (ITGE, 1990/93).

La presente publicación recoge una síntesis de los resultados obtenidos en las mencionadas investigaciones, haciendo especial incidencia en la definición de las características hidrogeológicas de los acuíferos, sus balances hídricos y en las aplicaciones del agua. El uso prioritario es el regadío, desarrollándose una agricultura muy especializada, que supera las 20.000 ha y que ha cobrado un gran auge en los diez últimos años con la llegada de las aguas del Trasvase Tajo-Segura.

Esta publicación ha sido realizada por el Instituto Tecnológico Geominero de España con la colaboración de la Empresa Nacional ADARO, S.A. que ha actuado en calidad de contratista.

2. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

El Campo de Cartagena es una región natural, geográficamente muy bien definida y situada en el sureste de Murcia. Se caracteriza geomorfológicamente por su amplia llanura, con pequeña inclinación hacia el sureste, rodeada en todos sus contornos, a excepción de la zona del litoral, por elevaciones montañosas.

Por el norte se diferencia de la depresión formada por las vegas del Segura-Guadalentín mediante una lineación montañosa en la que se distingue de este a oeste las sierras de Altaona (529 m), Columbares (647 m), Los Villares (487 m), Puerto (603 m) y Carrascoy; en esta última se encuentra el pico más elevado de la comarca, que lleva su mismo nombre (1.065 m). En líneas generales, la altura de esta cadena montañosa disminuye gradualmente hacia el este, existiendo sólo algunas pequeñas lomas cerca del mar Mediterráneo.

En su parte meridional limita con un conjunto orográfico, de dirección E-O, que lo separa del Mediterráneo, desde Cabo de Palos hasta el límite del término municipal de Cartagena. Esta agrupación montañosa se inicia al este por la sierra de Cabo de Palos y va ganando altitud en las sierras de Llano del Beal, La Unión y Cartagena, en las que se asientan numerosas explotaciones mineras abandonadas; una de las cimas más elevadas de estas montañas es la Peña del Aguila (387 m) al norte de Portman. Al oeste de la ciudad de Cartagena prosigue la lineación orográfica, más o menos con la misma altitud, hasta la sierra de la Muela (551 m), unida por otra serie de relieves a la sierra del Algarrobo (713 m), ya más al norte. Al oeste, interrumpen la monotonía de la llanura del Campo de Cartagena las sierras de Los Victorias (292 m) y Gómez (305 m), entre Fuente Alamo y La Aljorra.

La parte central del Campo de Cartagena pertenece a los términos municipales de Torre Pacheco, Fuente Alamo y Cartagena. Es una llanura que se extiende hacia el este hasta el Mar Menor y de la que sólo destacan algunos cerros o cabezos como Cabezo Gordo (312 m), al oeste de San Javier, y el Carmolí (117 m), más al sur y junto al Mar Menor.

En el Campo de Cartagena no existen cursos permanentes de agua. Al igual que en otras llanuras áridas del sureste, son numerosas las ramblas de cauces anchos y planos, que confieren a la región una morfología peculiar y característica. Estas ramblas recogen las aguas en las épocas de lluvia, pues, aunque escasas, suelen ser muy intensas a consecuencia del régimen climático de tipo mediterráneo. La escorrentía superficial se drena en las sierras a través de numerosas ramblas de recorridos generalmente cortos y sinuosos, incorporándose progresivamente en la llanura a un sistema más jerarquizado que vierte al Mar Menor. Algunas ramblas se extinguen en la planicie debido a la escasez de pendiente y a la permeabilidad de los terrenos circundantes, o bien se ramifican en un conjunto dendriforme o de escorrentía difusa. El principal colector del Campo de Cartagena es la rambla de Fuente Alamo, que se inicia en las proximidades de este pueblo y sigue en dirección O-E para adoptar, entre Venta Redonda y Boca Rambla, el nombre de rambla del Albuñón, a unos 5 km al sur de Los Alcázares, ya con su cauce prácticamente colmatado de sedimentos finos. Esta rambla recoge las aportaciones procedentes de la sierra de Carrascoy, principalmente de la rambla de La Murta, así como con las procedentes de las sierras del Algarrobo, Victorias y Gómez, que se incorporan a la rambla de Fuente Alamo por su margen derecha. Las ramblas de El Beal y El Llano van directamente al Mar Menor, así como el barranco de El Moro, que se une a la rambla de La Carrasquilla, y otras de menor importancia.

En la figura 1 pueden verse las características geográficas más importantes del Campo de Cartagena y su situación en la Región de Murcia.

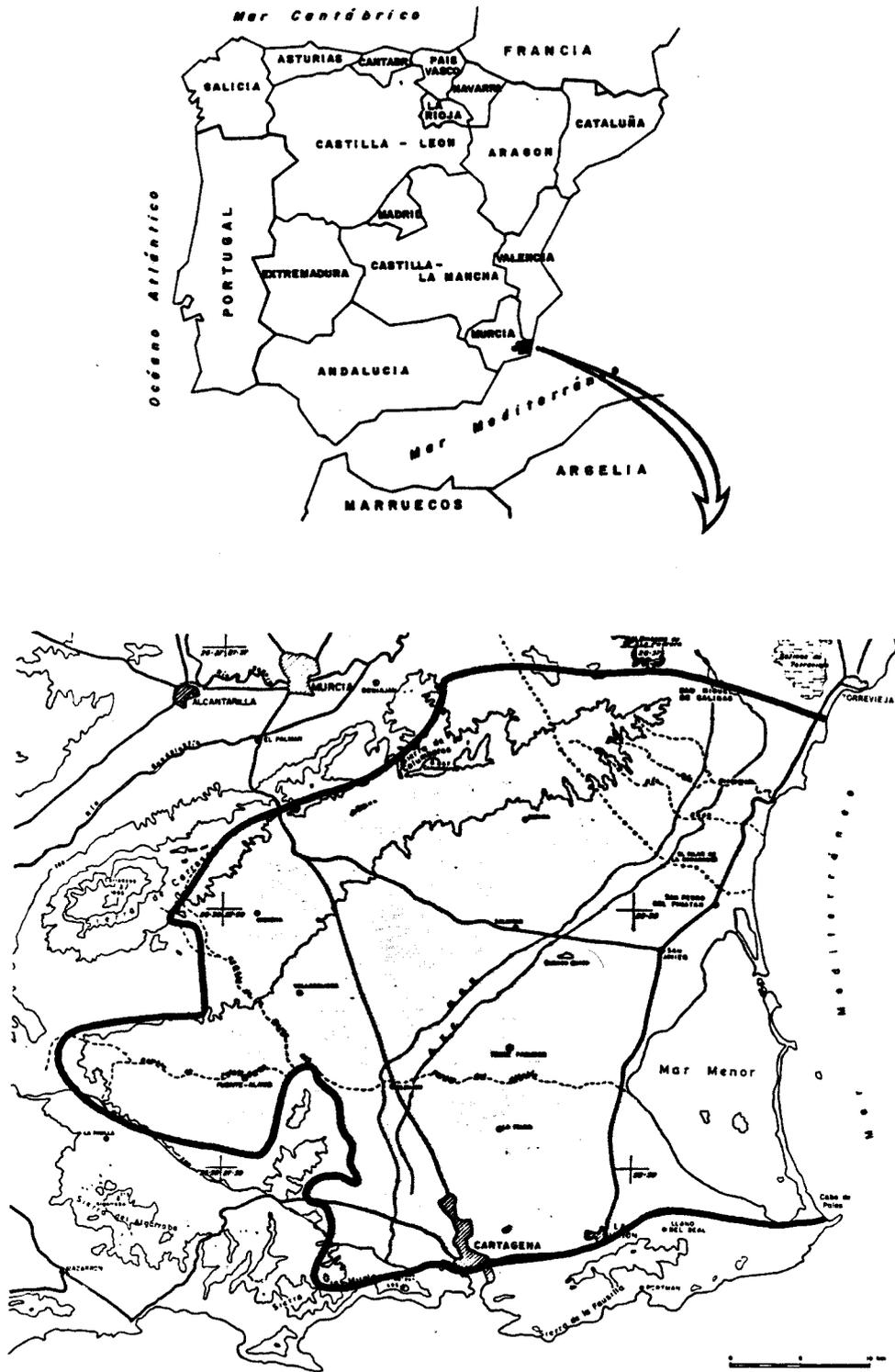


Fig. 1. Localización geográfica.

3. CLIMATOLOGIA

Los máximos valores anuales de precipitación se han localizado en la sierra de Carrascoy, con 350 mm y los mínimos en Torrevieja, con 250 mm: la mayor parte del Campo (zona llana) recibe una lluvia media de 300 mm (figura 2).

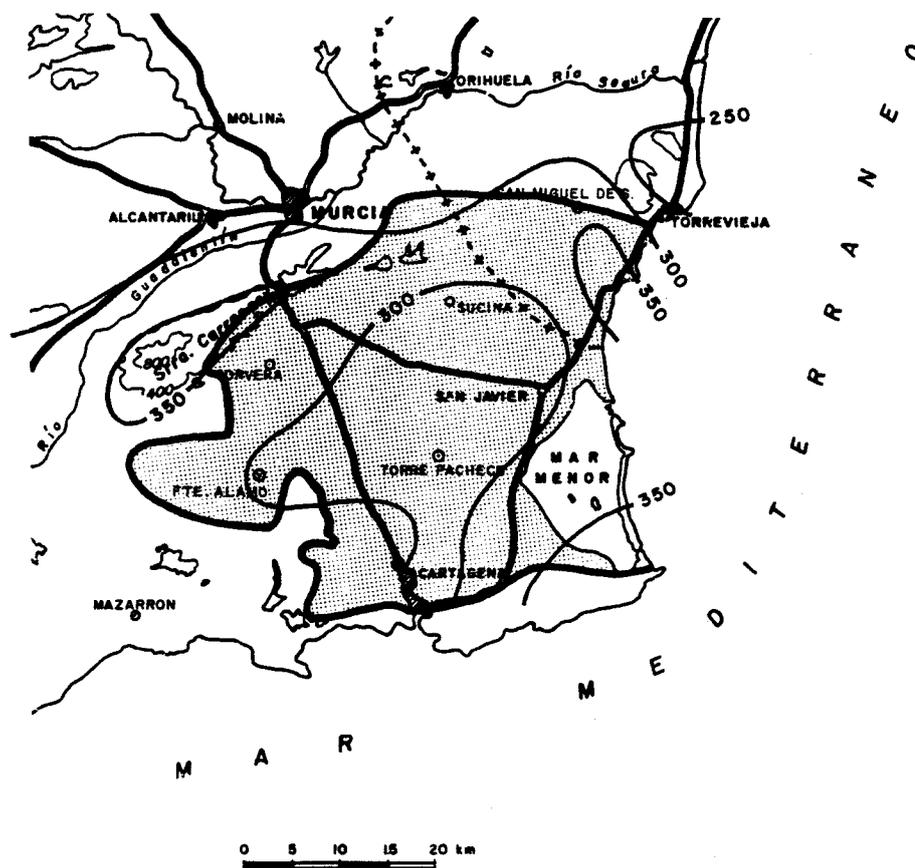


Fig. 2. Isoyetas anuales medias (Período 1940/41-1988/89).

La temperatura media anual es de 17°C, localizándose la zona más fría (16°C) en la sierra de Carrascoy y la más cálida (18°C) en las inmediaciones de San Miguel de Salinas.

Los valores máximos de evapotranspiración potencial se detectan en Fuente Alamo, con 960 mm/año y los mínimos, de 800 mm/año, en la sierra de Carrascoy; la media es de 900 mm/año.

La lluvia útil es de 50 mm/año.

4. GEOLOGIA

El Campo de Cartagena está asentado sobre la zona Bética en la que, a su vez, pueden distinguirse tres complejos tectónicos que constituyen sendos mantos de corrimiento: Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide; todos ellos están representados en el Campo de Cartagena y su distribución se puede observar en la figura 3.

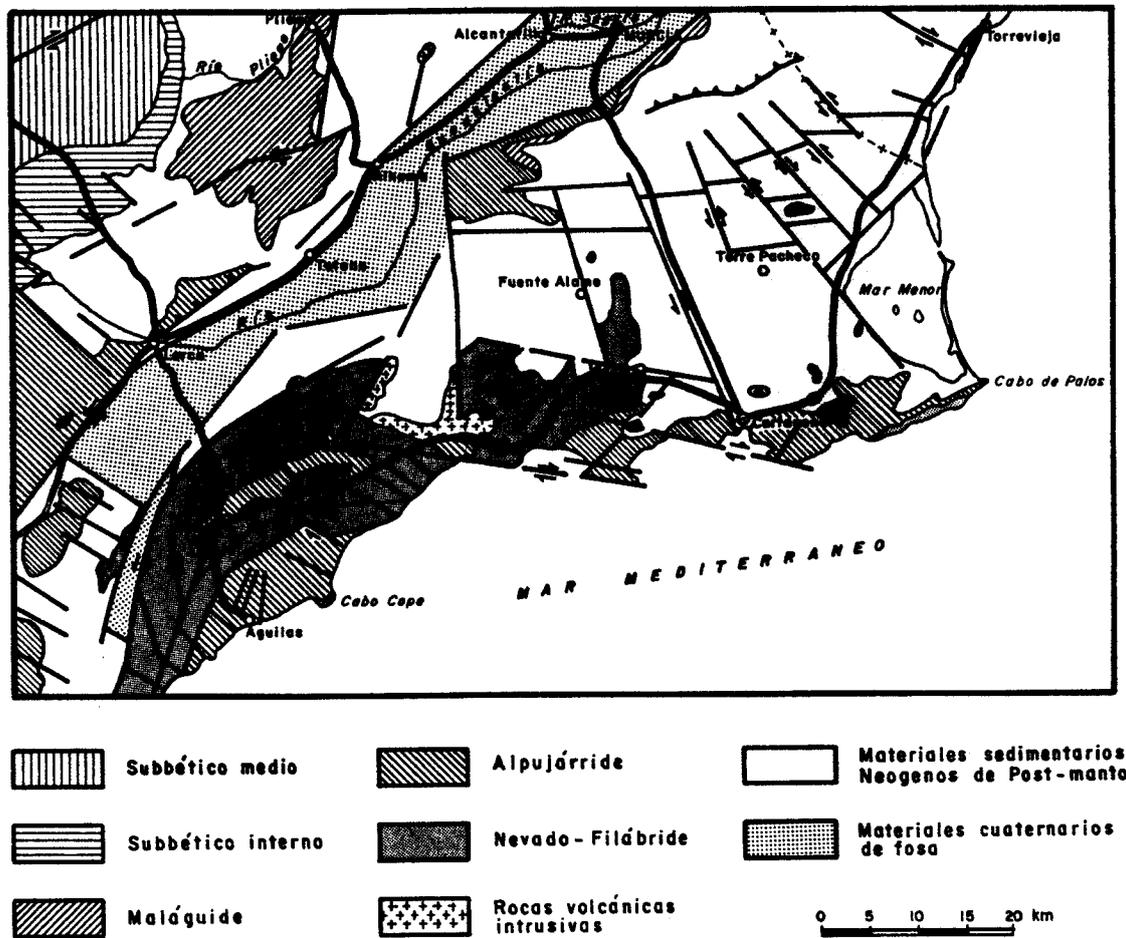


Fig. 3. Esquema geológico regional.

El complejo Nevado-Filábride está definido litológicamente por un potente tramo basal de micaesquistos, cuarcitas y gneises del Paleozoico, y sobre él otro carbonatado de mármoles triásicos de color crema. Aflora al sur del Campo de Cartagena, en las sierras de Los Victorias y de La Fuente, así como en el Cabezo Gordo, que presenta una estructura de horst tectónico y que destaca en la llanura del Campo a manera de monte-isla.

El Alpujárride aflora en los alrededores de Cartagena y La Unión, principalmente en las sierras de La Muela, Pelayo, y Gorda y también en la sierra de Carrascoy. Viene definido por un tramo basal de micaesquistos negros, cuarcitas, diabasas, yesos, metaconglomerados y areniscas atribuibles al Pérmico y sobre él otro tramo superior de filitas, calizas y dolomías negras del Triás. La estructura es de cabalgamientos y mantos de corrimiento superficiales en su cobertera permo-triásica con vergencias norte y sur.

El Maláguide está representado, aunque mínimamente, en la sierra de Carrascoy, y definido aquí por un tramo inferior de argilitas rojas y cuarcitas del Pérmico y uno superior de dolomías grises oscuras del Triás.

El Campo de Cartagena constituye una de las depresiones interiores posttectónicas de las Cordilleras Béticas, en la que se conserva un potente relleno neógeno de más de 1.000 m de espesor, predominantemente margoso, con intercalaciones de conglomerados en el Tortoniense, calcarenitas en el Andaluciense y areniscas en el Plioceno. Los materiales más modernos corresponden al Cuaternario, con limos, gravas y arcillas.

Los materiales terciarios constituyen a grandes rasgos un sinclinorio, reposando de un modo discordante y en posición subhorizontal sobre una estructura en bloques del Bético, tales como los de Cabezo Gordo (emergido) y Riquelme (sumergido). Estos bloques se han originado por una serie de fallas de direcciones N 45 O (fallas de Fuente Alamo-La Murta, Lobosillo, Roldán, Balsicas-Los Urrutias, Avileses-San Cayetano y Sucina-San Javier), NE-SO (falla de Santiago de La Ribera) y O-E (fallas de Valladolides, Lo Romero, Los Martínez y Río Seco) que han condicionado el depósito durante el Andaluciense, el Plioceno, e incluso el Cuaternario. Los movimientos de las fallas, singenéticas con la sedimentación, originaron subsidencias diferenciales en la cuenca y distintos espesores en los depósitos según se encuentren en una zona hundida o levantada. Cabe destacar el umbral de Cabezo Gordo y el surco de San Pedro, donde las areniscas del Plioceno presentan 10 y 110 m de espesor y las calcarenitas del Andaluciense, 80 y 210 m, respectivamente; en la zona de surco, el Cuaternario alcanza una potencia de 150 m.

En el sur de esta depresión existe un vulcanismo miocénico, fundamentalmente calcoalcalino potásico, con manifestaciones tardías de carácter ultrapotásico, shoshonítico y basáltico.

5. HIDROGEOLOGIA

En el Campo de Cartagena se han definido seis acuíferos constituidos por materiales permeables (carbonatados y detríticos) pertenecientes al Triásico, Tortonense, Andaluciense, Plioceno y Cuaternario. Dada la compleja estructura tectónica interna de esta depresión, el carácter discordante de muchas de sus formaciones y el contacto por el este con el Mar Menor y el Mediterráneo, existe en ciertas zonas una conexión hidráulica entre acuíferos y entre éstos y los mares referidos.

5.1. TRIASICO DE LOS VICTORIAS

5.1.1. Formaciones permeables e impermeables

Al norte de las sierras de Los Victorias y Los Gómez, formadas por materiales metamórficos impermeables del Permotriásico, se encuentran dos pequeños afloramientos de mármoles triásicos del Nevado-Filábride (cabezo de La Cruz y cerro de El Rey) que testifican la existencia de un acuífero triásico en profundidad.

En este sector existen tres unidades superpuestas pertenecientes al Nevado-Filábride. Las dos basales forman un potente conjunto de esquistos, cuarcitas y gneises que constituye el impermeable de base. La unidad superior de mármoles, con una potencia de más de 50 m, es la formación permeable del acuífero.

5.1.2. Límites del acuífero

La existencia de repetición tectónica de unidades y similitud de facies, dificulta enormemente la labor de identificación y en consecuencia la definición la geometría del acuífero o acuíferos, pues se observan frecuentes saltos piezométricos entre sondeos próximos.

No obstante, en base a datos de geofísica y columnas de sondeos, se ha podido delimitar, al menos lateralmente, el acuífero. Los límites son los siguientes (fig 4): al sur, los afloramientos metamórficos permotriásicos de las sierras de Los Victorias y Los Gómez actúan como impermeable de base; al oeste y este, las fallas de Fuente Alamo y Albuñón-Lobosillo, de dirección NO-SE, delimitan el horst bético y hacen que los materiales permeables del mismo se pongan en contacto con las potentes formaciones margosas de las depresiones de Cuevas de Reylo, al oeste, y Torre Pacheco, al este; al norte, una falla paralela a la de Corvera, cuya traza discurre 1 km al norte de Valladolides, desconecta el acuífero Triásico de Los Victorias del Triásico de Carrascoy, pues el primero presenta cotas piezométricas negativas, mientras que en el segundo son positivas.

La superficie del acuífero así definido es de 101 km², de los cuales sólo 1 km² pertenece a afloramientos permeables del Triásico.

5.1.3. Piezometría

A pesar de la compartimentación ya indicada y de los saltos piezométricos, a grandes rasgos se observa un flujo principal provocado por las explotaciones, de SO a NE, con cotas piezométricas comprendidas entre -10 m s.n.m. en las inmediaciones de la población de Fuente Alamo y -180 m s.n.m. al S de Valladolid (fig. 4).

El gradiente hidráulico es del 11 por mil, aunque en el centro de las zonas de mayores explotaciones éste llega a alcanzar el 100 por mil.

Desde el año 1973 en que se comenzó el control piezométrico, el acuífero ha experimentado un importante descenso de nivel del agua, a consecuencia de la sobreexplotación, a un ritmo de 4 m/año desde 1973 a 1978 y de 14 m desde 1979 hasta 1982. En la figura 9 se representa la evolución del piezómetro 2738-50011. Puede observarse que en el período comprendido entre los años 1974 y 1985 (al final del cual el sondeo se quedó seco), el nivel del agua descendió 48 m, a razón de 4,3 m/año; en septiembre de 1985 la cota del agua era -24 m s.n.m.

5.1.4. Alimentación

Tiene dos orígenes: infiltración de lluvia útil (2,4 hm³/año) e infiltración de excedentes de regadío (1 hm³/año). Por tanto la alimentación total es de 3,4 hm³/año.

5.1.5. Descarga

La única descarga se realiza mediante bombeos, con una tasa de 27,2 hm³/año.

5.1.6. Reservas

Las reservas totales se estiman en 150 hm³, pero las económicamente explotables son aproximadamente la mitad.

5.1.7. Hidroquímica

La salinidad del acuífero está comprendida entre 2.000 y 3.500 mg/l (fig. 7). Las aguas pertenecen al tipo sulfatado-clorurado mixto o cloro-sulfatado mixto. Son inadecuadas para el consumo humano. En algunos sondeos las aguas extraídas llegan a alcanzar temperaturas de hasta 42° C.

5.2. TORTONIENSE

5.2.1. Formaciones permeables e impermeables

El acuífero Tortoniense está constituido, en el sector occidental, por 200 m de conglomerados poligénicos con intercalaciones de areniscas; en el sector oriental se produce un cambio de facies, con un predominio de las areniscas sobre los conglomerados, al tiempo que la potencia disminuye hasta 150 m.

El Tortoniense aflora sólo en el norte del Campo de Cartagena (desde La Murta hasta el puerto de San Pedro) descansando indistintamente los conglomerados y areniscas sobre materiales margosos del Mioceno superior, que hacen de impermeables de base, constituyendo el contacto entre litologías un límite deposicional.

Este acuífero detrítico se interna bruscamente en el Campo, por debajo de la potente formación margosa de Torremendo, que hace de impermeable de techo.

5.2.2. Límites del acuífero

Dado el carácter lentejonar de este acuífero (típico de su naturaleza litológica) y la verticalización de los estratos (existen incluso inversiones afectadas por cabalgamientos de vergencia sur), es previsible que el acuífero termine poco más al sur que sus afloramientos (fig. 4). No es posible conocer su extensión exacta con los datos disponibles, pues téngase en cuenta que sólo es captado por 20 sondeos, con profundidades inferiores a 100 m, y que éstos están siempre ubicados junto a los afloramientos. La prospección geofísica, por otro lado, tampoco ha contribuido a una mejor definición, pues estos materiales no tienen el suficiente contraste de resistividades. En el caso de que dicho acuífero se continúe hacia el sur, una vez suavizado su buzamiento, independientemente de la casi segura inconveniencia económica de su explotación en la zona llana, se cree que el límite máximo de representación vendría condicionado por la falla de Corvera y su continuación hacia el este.

En el caso de mayor representatividad del acuífero, la superficie de éste sería de 230 km²; la extensión práctica del mismo, sin embargo, es de sólo 43 km², y la de los afloramientos permeables de 25 km².

5.2.3. Piezometría

Hay muy pocos puntos de agua que captan el acuífero, por lo que las isopiezas representadas en la figura 4 se tratan realmente de un ensayo. Parece que el flujo principal es de sentido SO-NE, aunque debido al carácter lentejonar del acuífero, pueden existir varias compartimentaciones.

Los niveles piezométricos obtenidos están comprendidos entre 370 m s.n.m. y 282 m s.n.m.

En este acuífero se produjo un descenso piezométrico de 43 m entre 1977 y 1979, motivado por la explotación intensiva ligada a esos años de sequía, pero tan pronto cesó ésta los niveles se estabilizaron; incluso la tendencia en los últimos años más lluviosos es la del ascenso.

5.2.4. Alimentación

La alimentación del acuífero se produce exclusivamente por infiltración de lluvia útil, valorada en 0,8 hm³/año.

5.2.5. Descarga

La descarga por bombeo, única que existe en el acuífero, es de 0,9 hm³/año.

5.2.6. Reservas

Las reservas útiles son de unos 75 hm³.

5.2.7. Hidroquímica

Es el único acuífero del Campo de Cartagena que puede utilizar sus aguas para abastecimiento público (Baños y Mendigo y Corvera). Presentan una salinidad comprendida entre 560 y 930 mg/l y facies del tipo mixta-mixta a bicarbonatada mixta. Las aguas no experimentan evolución notable en el tiempo.

5.3. ANDALUCIENSE

5.3.1. Formaciones permeables e impermeables

El tramo permeable del Andaluciense presenta una litología bastante homogénea a base de calizas bioclásticas o calcarenitas, exceptuando la zona de los afloramientos más septentrionales que está representada por materiales de naturaleza más detrítica, constituidos por areniscas, arenas y arcillas.

La potencia viene condicionada por la tectónica de fallas singenética a la sedimentación, diferenciándose surcos como los de Gea y Truyols (250 m), San Pedro (210 m) y Sucina (200 m) y umbrales como el de Cabezo Gordo (80 m). Sin embargo debe resaltarse que salvo en la zona de límite deposicional del acuífero, en donde los espesores son de unos 50 m, y en la de los surcos y umbrales ya indicados, en casi todo su dominio de representación no experimenta grandes variaciones, manteniéndose un espesor medio bastante constante de unos 125 m, aumentando ligeramente hacia el mar (fig 5).

El impermeable de base es el Tortoniense margoso y el de techo el Andaluciense margoso.

5.3.2. Límites del acuífero

A lo largo de todo el sector occidental y septentrional, desde las proximidades de Corvera en el extremo oeste hasta la localidad alicantina de San Miguel de Salinas, las calizas bioclásticas o calcarenitas del acuífero Andaluciense son aflorantes, apoyándose sobre las margas del Tortoniense superior y constituyendo en toda esta amplia zona un límite deposicional del acuífero (fig 4).

En el extremo noreste, desde San Miguel de Salinas hasta la línea de costa (unos 2 km al norte de Punta Prima), los afloramientos se ven interrumpidos por una importante falla (falla de San Miguel) que constituye el límite del acuífero en este sector, dando paso al norte a la depresión donde se ubican las actuales Salinas de Torrevieja.

En toda la zona meridional del acuífero, desde las proximidades de Corvera en el extremo oeste, hasta la playa de los Alcázares en el Mar Menor, los límites del mismo vienen impuestos por diversos accidentes tectónicos que han hundido a gran profundidad en el bloque meridional las calizas del Andaluciense, de forma que se hace imposible su seguimiento.

De acuerdo con los límites descritos, el acuífero Andaluciense tiene una extensión de 570 km², 28 de los cuales corresponden a afloramientos permeables.

5.3.3. Piezometría

En las isopiezas de la figura 4 puede observarse lo siguiente:

a) La principal zona de alimentación se encuentra en las sierras situadas al norte del Campo de Cartagena, apreciándose además una recarga procedente del Cabezo Gordo, como lo demuestra la forma de la curva -50 m en este sector.

b) La concavidad de las curvas hacia Lo Romero viene provocada por la mayor concentración de las explotaciones en este sector.

c) La superficie piezométrica se encuentra comprendida entre 10 m s.n.m. al norte de Gea y Truyols y -90 m s.n.m. en las zonas próximas a la costa de San Pedro del Pinatar. En los alrededores del Cabezo Gordo la cota piezométrica es de -50 m s.n.m. a -60 m s.n.m.

d) El gradiente hidráulico medio es del 10 por mil.

Los niveles piezométricos descendieron desde al menos 1973 y hasta 1984, como consecuencia de un estado de sobreexplotación. A partir de este último año, se produce primero una estabilización y después incluso un ascenso (hasta 9 m/año) coincidiendo con la llegada de las aguas del Trasvase Tajo-Segura a la zona (en algunos sectores el agua llegó antes y por tanto la recuperación se anticipó). En la figura 9 puede verse la evolución en el piezómetro 2738-30035; el nivel piezométrico en 1988 tenía una cota de -62 m s.n.m., que se correspondía con una profundidad del agua de 145 m.

5.3.4. Alimentación

Existen dos tipos de aportes: por infiltración de lluvia útil (1,5 hm³/año) y por comunicación con acuíferos suprayacentes a través de sondeos (28,5 hm³/año). En consecuencia la alimentación total es de 30 hm³/año.

5.3.5 Descarga

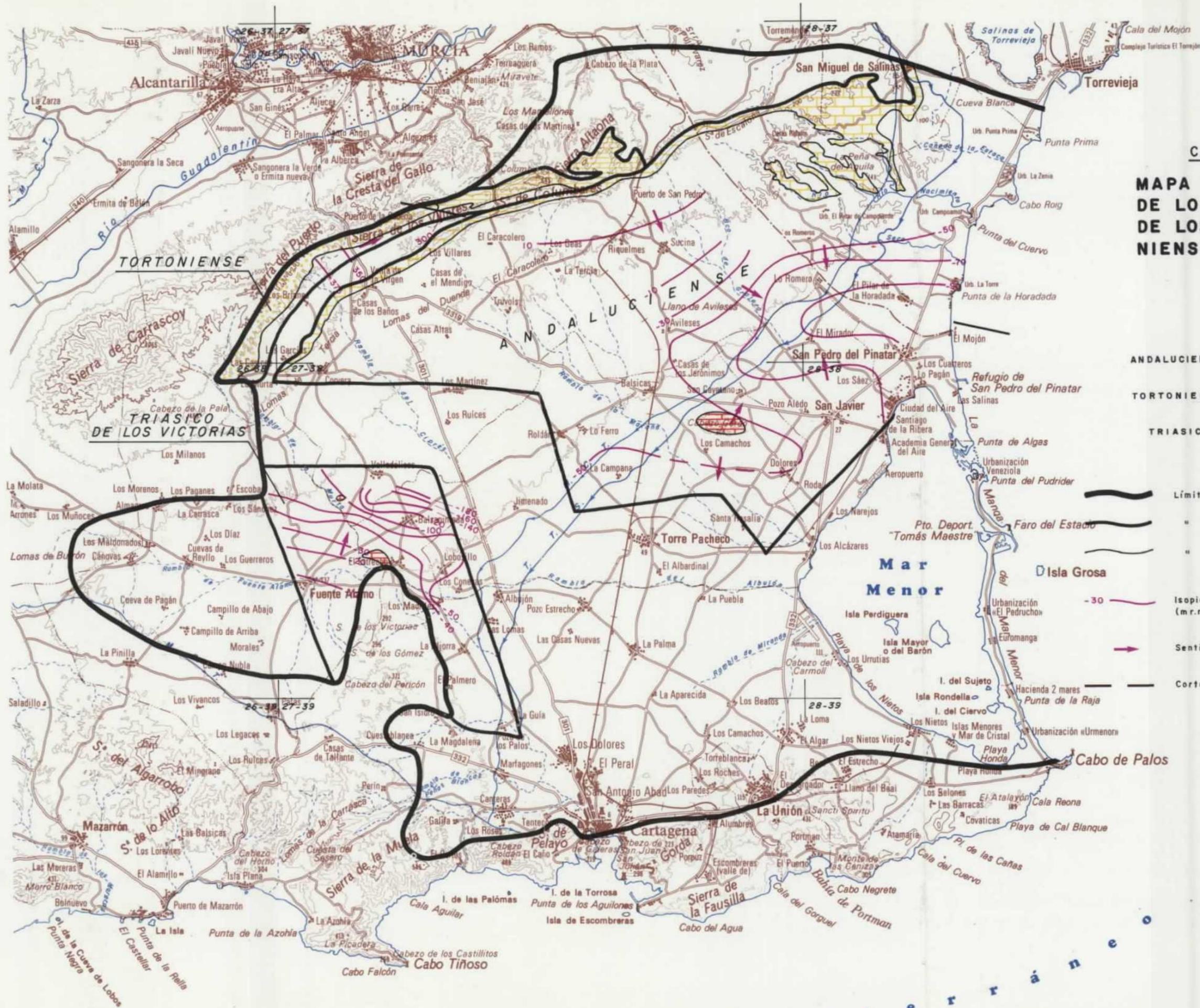
Las salidas por bombeo, únicas que se realizan en el acuífero, son de 12,3 hm³/año.

5.3.6. Reservas

En base al mapa de isopacas del acuífero (fig. 6) y a la curva de explotación (fig. 15) que se ha construido a partir de ésta, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

1º) Hasta la cota 40 m s.n.m., existe un volumen de roca saturada de casi 35.000 hm³.

2º) El mayor volumen de roca saturada está comprendido entre la cota 40 m s.n.m. y la -280 m s.n.m., con un valor de casi 30.000 hm³, disminuyendo considerablemente a partir de la cota -160 m s.n.m.



CAMPO DE CARTAGENA

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS ACUIFEROS TRIASICO DE LOS VICTORIAS, TORTONIENSE Y ANDALUCIENSE

LEYENDA

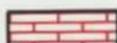
- ANDALUCIENSE  Calcarenitas MUY PERMEABLE
- TORTONIENSE  Conglomerados y areniscas PERMEABLE
- TRIASICO  Mármoles y dolomías MUY PERMEABLE
-  Límite de unidad hidrogeológica
-  " " acuífero
-  " " afloramiento
-  Isopieza Triásico de Los Victorias (1.987)
-  Tortoniense (1.988)
-  Andaluciense (1.988-89)
-  Sentido de flujo subterráneo
-  Corte hidrogeológico



Fig. 4

CAMPO DE CARTAGENA
CORTE HIDROGEOLOGICO

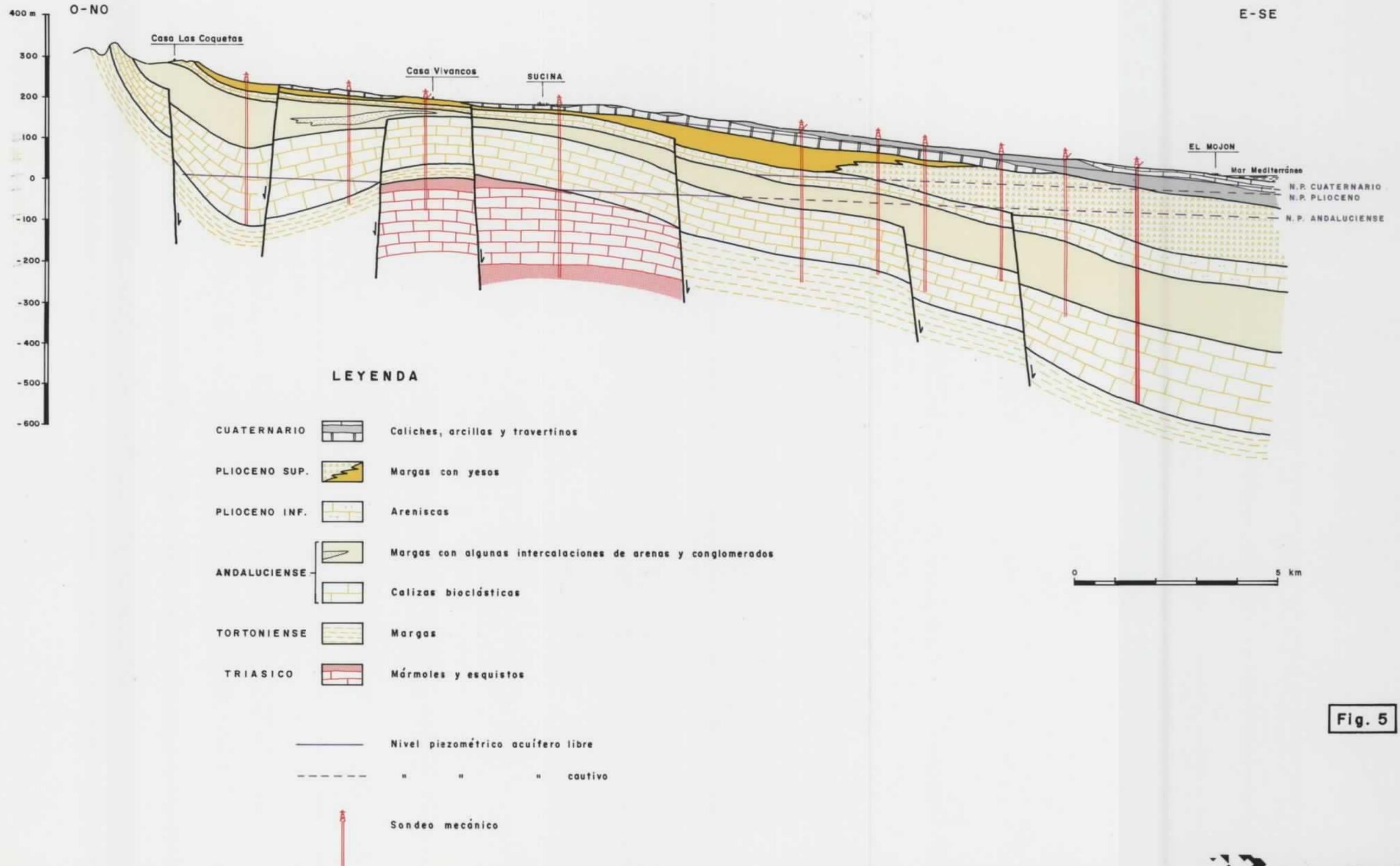


Fig. 5

3º) Las reservas totales están comprendidas entre 660 y 1.400 hm³, según se considere un valor del 2 o del 4% de porosidad eficaz. Un valor medio es el de 1.000 hm³, que corresponde a una porosidad eficaz del 3%.

4º) Las reservas económicamente explotables, desde la cota 40 hasta la -280 m s.n.m., están comprendidas entre 550 y 1.200 hm³, siendo 900 el valor más probable.

5.3.7. Hidroquímica

En la figura 7 pueden verse las isosalinidades de este acuífero y las evoluciones hidroquímicas de los sondeos 2737-70026 y 2737-80061. Si se comparan las isosalinidades de esta figura con las de 1985, se aprecia que las de 1990 son generalmente menores, debido a la influencia de "lavado" que ha ejercido el agua del Trasvase, al ser estas últimas de mejor calidad que las del acuífero.

Se observa un cierto incremento de la salinidad en el sondeo 2737-80061, ubicado en Sucina; ello es debido a la existencia en este punto de una conexión hidráulica entre los materiales permeables del Andaluciense y los del Triás Bético, subaflorante en el horst de Sucina-Riquelme, y al tener sus aguas una lenta circulación en profundidad, están muy cargadas en sales. La primera muestra fue recogida en 1979 y dio una salinidad de 700 mg/l y la última, tomada para el presente estudio en 1990, alcanzó los 3.376 mg/l; la concentración de cloruros pasó de 175 a 967 mg/l. El último análisis realizado indica que el agua pertenece a la facies clorurada-sulfatada sódica, clasificada para riego como inadecuada.

Por lo general en el acuífero Andaluciense predominan las aguas de salinidad entre 1.000 y 3.000 mg/l, incrementándose a valores mayores de 3.000 mg/l en la franja costera, en las inmediaciones del Cabezo Gordo y en los alrededores de la estación de Riquelme-Sucina. Las aguas poseen temperaturas entre 27 y 34° C, siendo las de mayor temperatura las vinculadas con los afloramientos béticos, de ahí que, en este caso, temperatura y salinidad estén relacionadas; es significativa la presencia de boro, en concentraciones de 1 a 2 mg/l. Predomina la facies clorurada-sulfatada mixta o sódica, aunque para las aguas de menor salinidad son del tipo clorurada-bicarbonatada mixta.

5.4. PLIOCENO

5.4.1. Formaciones permeables e impermeables

El tramo permeable del Plioceno, constituido por areniscas, se mantiene bastante homogéneo litológicamente y sólo se observan cambios de potencia que vienen condicionados por fallas preexistentes.

Destacan los surcos de Los Alcázares (40 m), del norte de Sucina (50 m), sur del río Seco (60 m) y San Pedro (110 m) y los umbrales del Puerto de San Pedro (6 m), Cabezo Gordo (10 m) e inmediaciones de la sierra de La Unión (15 m).

El impermeable de base es el Andaluciense margoso y el de techo el Plioceno margoso.

5.4.2. Límites del acuífero

Al norte y en su sector más occidental, el Plioceno es aflorante, descansando directamente sobre los materiales andalucenses. Estos afloramientos constituyen un límite hidrogeológico del acuífero

desde las proximidades de la localidad de La Murta hasta la zona situada inmediatamente al sur de la sierra de Escalona. A partir de aquí hacia el este, el Plioceno continúa aflorando; sin embargo, a la altura del nacimiento del río Seco, el límite coincide con el cauce de éste, pues además de haberlo erosionado hasta el impermeable de base y hacerlo visible en superficie, dicho río coincide aproximadamente con el eje de un anticlinal de dirección primero NO-SE hasta Los Gracias de Abajo y luego casi N-S desde este último lugar hasta la Casa de Río Seco. Dicho anticlinal, que en el último tramo podría jugar como umbral hidrogeológico, se ve interrumpido hacia el sur por una falla de dirección oeste-este, que pasaría inmediatamente al sur del río Seco, y uniría las casas de dicho nombre con la desembocadura de este río. Por consiguiente, todo el sector situado al norte de esta falla y al este de dicho umbral hidrogeológico, constituye un acuífero independiente del Campo de Cartagena denominado Cabo Roig. Este límite viene apoyado además, de un lado por la piezometría (fig 8), pues entre uno y otro lado de la falla existe un salto de como mínimo 30 m en tan sólo una distancia de 650 m, y por otro lado, por la disposición estructural, pues existe un salto entre el techo del Plioceno a uno y otro lado superior a 100 m.

Por el sur, en el sector más oriental, el límite debe coincidir con la línea geomorfológica de separación entre el llano y los relieves filíticos montañosos de la sierra de La Unión, desde la playa de Los Nietos hasta la pedanía cartagenera de Los Barreros. Este límite es abierto, pues por piezometría se deduce que existe una alimentación procedente de las sierras béticas. A partir de Cartagena y hacia el oeste, aflora el Plioceno y el límite lo constituye el impermeable de base que va bordeando las estribaciones de la sierra de Cartagena hasta la sierra de Los Gómez, a partir de donde dejan de aparecer afloramientos de Plioceno.

Por el oeste, el límite es deducido sólo por las columnas de sondeos y debe venir condicionado por la falla oriental del horst de la sierra de Los Victorias, de dirección NO-SE, constituida por esquistos impermeables.

El acuífero Plioceno así definido tiene una extensión de 817 km², de los cuales 22 km² corresponden a afloramientos permeables.

5.4.3. Piezometría

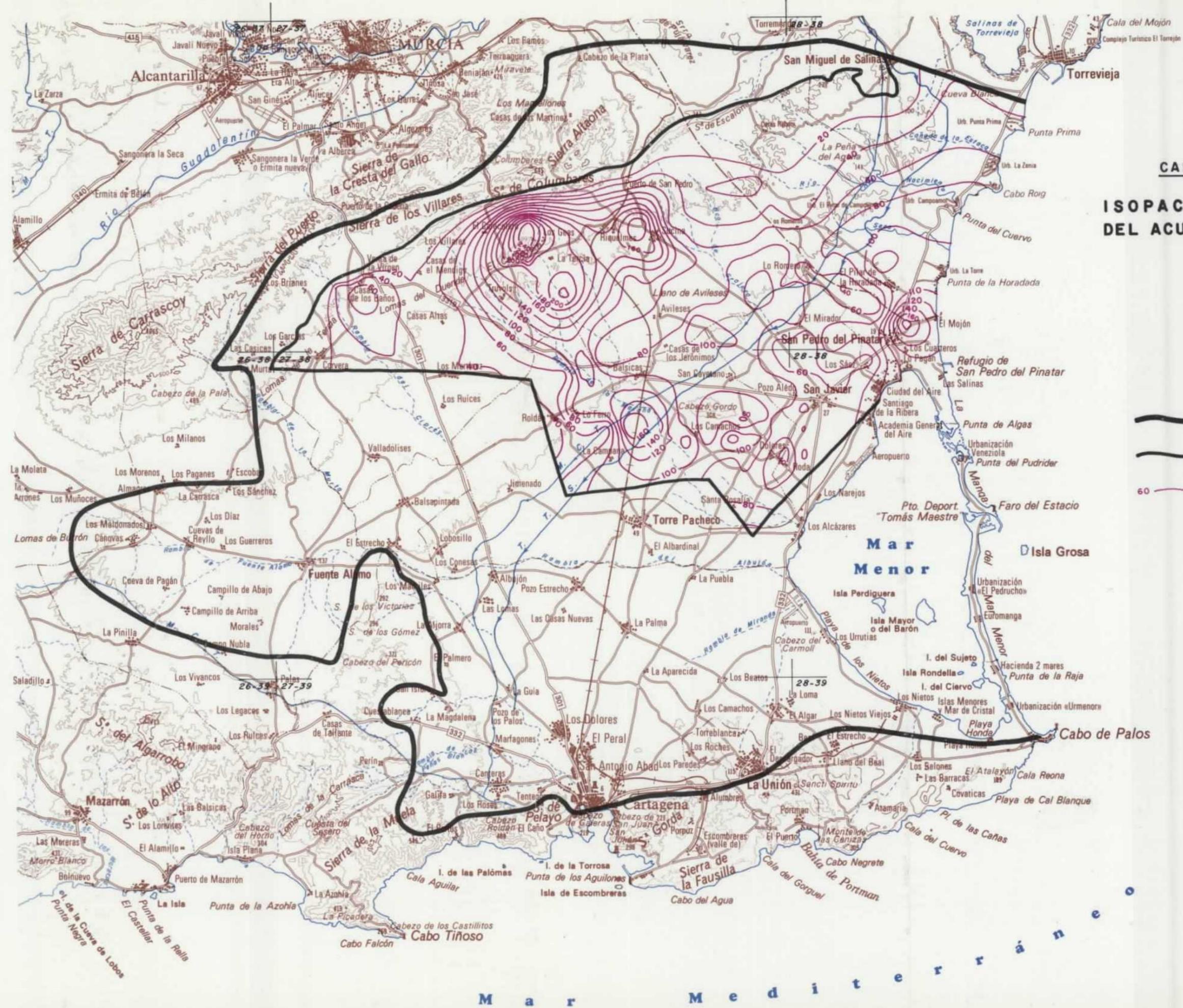
En la figura 8 se representan las isopiezas de este acuífero. Se observa una importante depresión piezométrica en la zona comprendida entre San Pedro del Pinatar y Lo Romero, donde existe una gran densidad de puntos acuíferos y donde los caudales extraídos son mayores. Aquí se encuentran las cotas piezométricas más bajas, comprendidas entre -30 m s.n.m. y -50 m s.n.m..

En la zona central (alrededores de Torre Pacheco), el flujo es de O a E, estando comprendida la superficie piezométrica entre 20 m s.n.m. y -20 m s.n.m. Existe una cierta alimentación proveniente de los materiales triásicos del Cabezo Gordo.

En la zona meridional el flujo subterráneo tiene un sentido de S-N, existiendo una alimentación desde las sierras de Cartagena-La Unión. Aquí la cota piezométrica oscila entre 10 m s.n.m. y el nivel del mar.

El gradiente hidráulico normal suele ser del 2 por mil, aunque al norte de La Unión es de 10 por mil.

Este acuífero experimentaba descensos continuados del nivel piezométrico hasta el año 1979 como consecuencia de la sobreexplotación. A partir de 1979, con la llegada de las aguas del Trasvase Tajo-Segura, los niveles en una primera fase se estabilizaron y después incluso ascendieron. Algunos

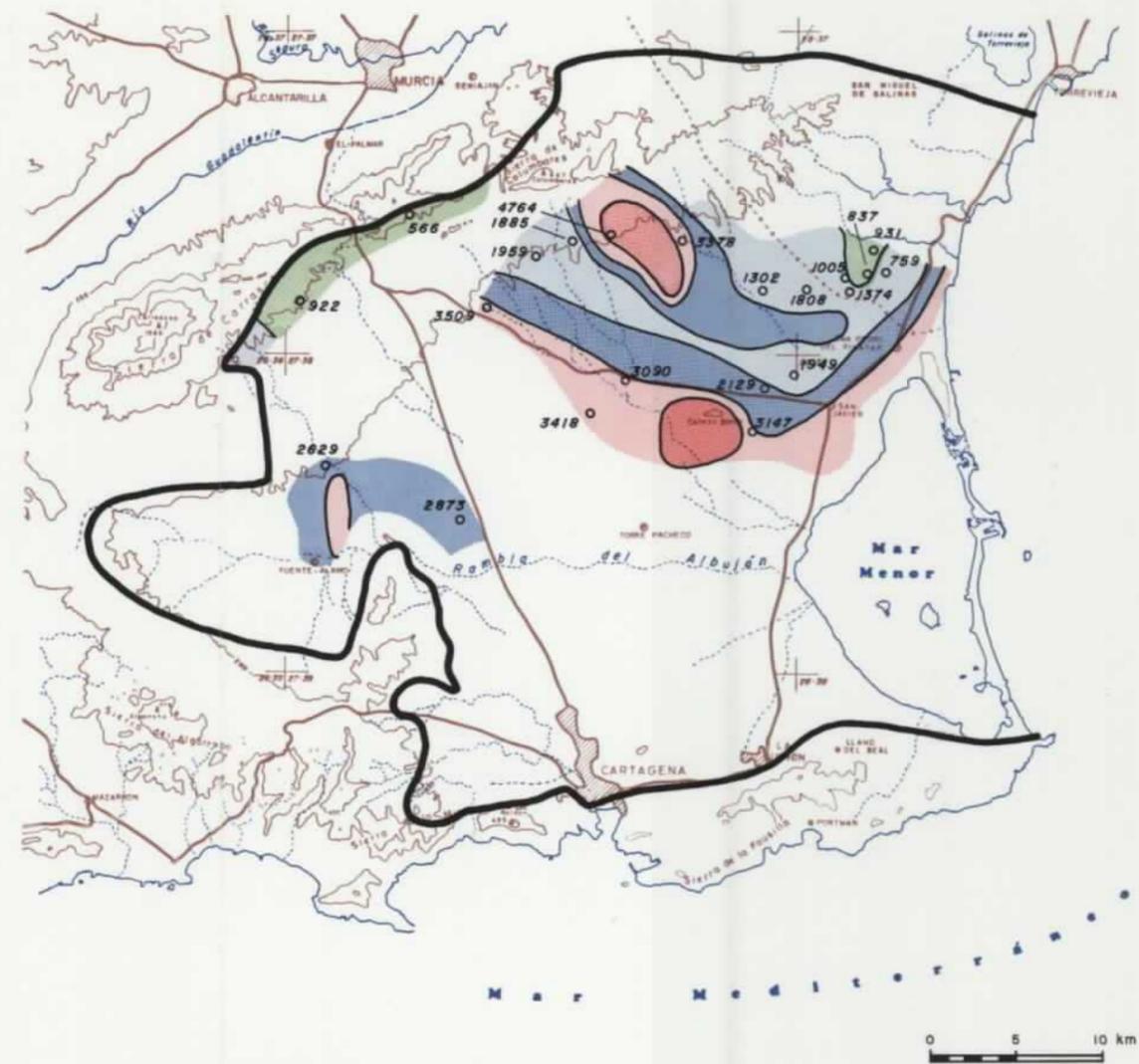
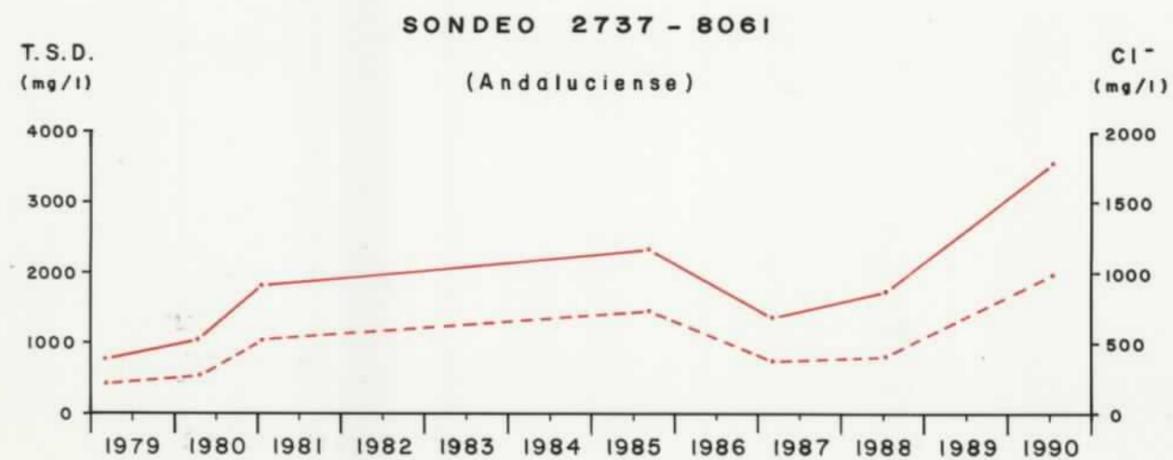
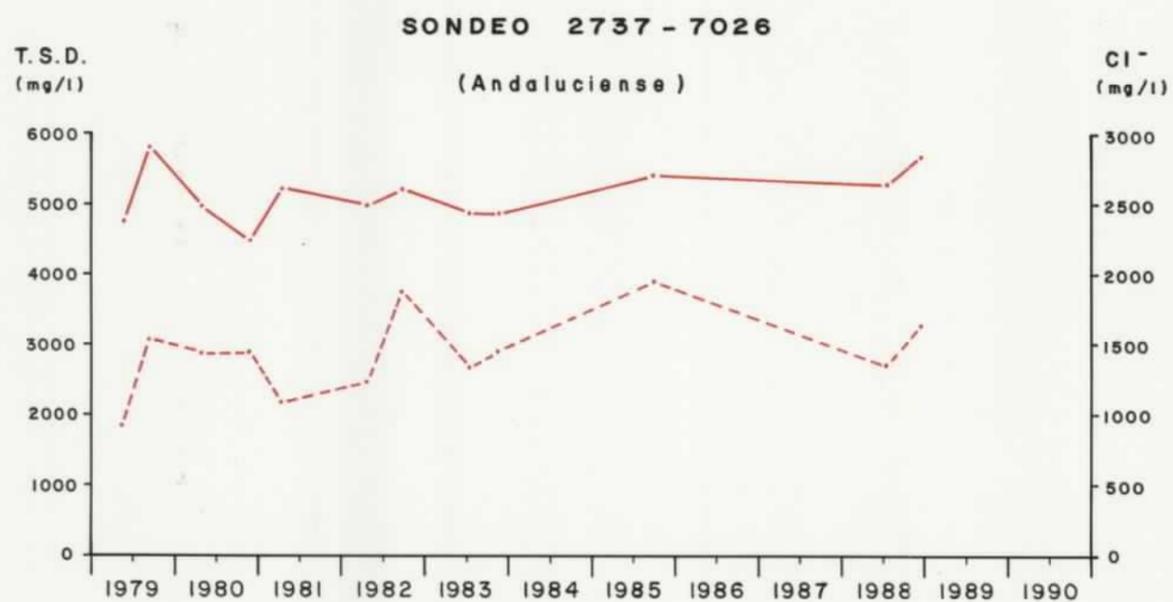


CAMPO DE CARTAGENA
ISOPACAS
DEL ACUIFERO ANDALUCIENSE

LEYENDA

-  Límite de unidad hidrogeológica
-  " " acuífero
-  60 Isopaca (espesor en m)

Fig. 6



LEYENDA

- < 1000 mg/l
- De 1000 a 2000 "
- " 2000 a 3000 "
- " 3000 a 4000 "
- > 4000 "

- Salinidad total (T.S.D.)
 - Cloruros (Cl⁻)
 - Sulfatos (SO₄²⁻)
- ⁹³○ Punto acuífero y salinidad total (mg/l)

Isosalinidad: Año 1990



Fig. 7

CAMPO DE CARTAGENA
Acuíferos: TRIASICO DE LOS VICTORIAS, TORTONIENSE Y ANDALUCIENSE
MAPA DE SALINIDAD Y EVOLUCIONES HIDROQUIMICAS

experimentaron este cambio algo después, debido a que el agua del Trasvase no llegó al mismo tiempo a todas las zonas. Al finalizar la sequía, ya en el año 1986, se aprecian subidas de nivel en casi todos los piezómetros, con valores comprendidos entre 2 y 5 m/año, destacando el punto 2738-30036 (fig. 9) donde el nivel subió 9 m en el último año de medidas (1987-1988). En la misma figura se observa que el piezómetro 2837-50029 ha experimentado ascensos de sus niveles, a pesar de encontrarse fuera de las zonas de riego del Trasvase.

Las últimas medidas realizadas para la red de control, en diciembre de 1988, indican que el agua más profunda se localizaba en el sector septentrional con 112,20 m, correspondiente con una cota de -46 m s.n.m. Las aguas más someras se encuentran en las proximidades de Cartagena, a 29 m de profundidad (-4 m s.n.m.).

5.4.4. Alimentación

Se ha evaluado en 30,7 hm³/año y corresponde a infiltración de lluvia útil (2,6 hm³/año), comunicación con el Cuaternario a través de sondeos (23,7 hm³/año) y entradas subterráneas laterales (4,4 hm³/año).

5.4.5. Descarga

Se ha evaluado en 20,5 hm³/año; 6,3 hm³/año corresponden a bombeos y 14,2 hm³/año recargan acuíferos infrayacentes.

5.4.6. Reservas

Según el mapa de isopacas del acuífero (fig. 10) y la curva de explotación (fig. 15) que se ha construido a partir de éste, se pueden hacer las consideraciones siguientes:

1º) Hasta la cota 80 m s.n.m., existe un volumen de roca saturada de 12.000 hm³.

2º) El mayor volumen de roca saturada está comprendido entre las cotas 80 m s.n.m. y -140 m s.n.m., con un valor de 10.750 hm³, disminuyendo fuertemente a partir de la cota -120 m s.n.m.

3º) Las reservas totales están comprendidas entre 240 y 480 hm³, según se considere un valor del 2 o del 4% de porosidad eficaz. Un valor medio es el de 360 hm³, correspondiente a una porosidad eficaz del 3%.

4º) Las reservas económicamente explotables, desde la cota 80 hasta la de -100 m s.n.m., están comprendidas entre 165 y 330 hm³, siendo 250 el valor más probable.

5.4.7. Hidroquímica

En la figura 11 aparecen las isosalinidades de este acuífero y las evoluciones hidroquímicas de los sondeos 2837-50094, 2738-40009 y 2739-20019. Si se comparan las isosalinidades de esta figura con las de 1985, se aprecia que las de 1990 son menores, debido a la influencia de las aguas del Trasvase.

Resulta interesante observar el descenso de salinidad que ha experimentado el sondeo 2738-40009, pues en 1983 tenía una concentración de 5.500 mg/l y en 1990 bajó a 4.000 mg/l.

La salinidad observada, en 1990, entre Cartagena y Torre Pacheco es más alta que la obtenida en 1985 y años anteriores. En general, las aguas de este acuífero van aumentando su mineralización en el sentido del flujo subterráneo; ahora bien, en determinados sondeos aparecen salinidades mayores a las esperadas y esto puede deberse fundamentalmente a dos razones:

a) Sondeos mal acabados o deteriorados, con alimentación del acuífero suprayacente del Cuaternario.

b) Sondeos que captan además el acuífero subyacente del Bético o reciben aguas de origen profundo mediante fallas.

Los valores menores de salinidad se localizan en la zona noroeste (1.000 a 4.000 mg/l), siendo las más elevadas las encontradas entre Torre Pacheco y Los Alcázares, con valores comprendidos entre 4.000 a 6.000 mg/l.

El tipo de agua predominante varía de clorurada-sulfatada sódico-magnésica a catiónica mixta, si bien las aguas de salinidad inferior a 2.000 mg/l es mixta, pudiendo llegar en las franjas costeras a clorurada sódica.

No son aptas para abastecimiento público ya que el ion cloruro sobrepasa el máximo permitido.

5.5. CABO ROIG

5.5.1. Formaciones permeables e impermeables

Las rocas permeables e impermeables son las mismas que las descritas para el acuífero Plioceno del Campo de Cartagena, presentando un espesor de 70 m.

5.5.2. Límites del acuífero

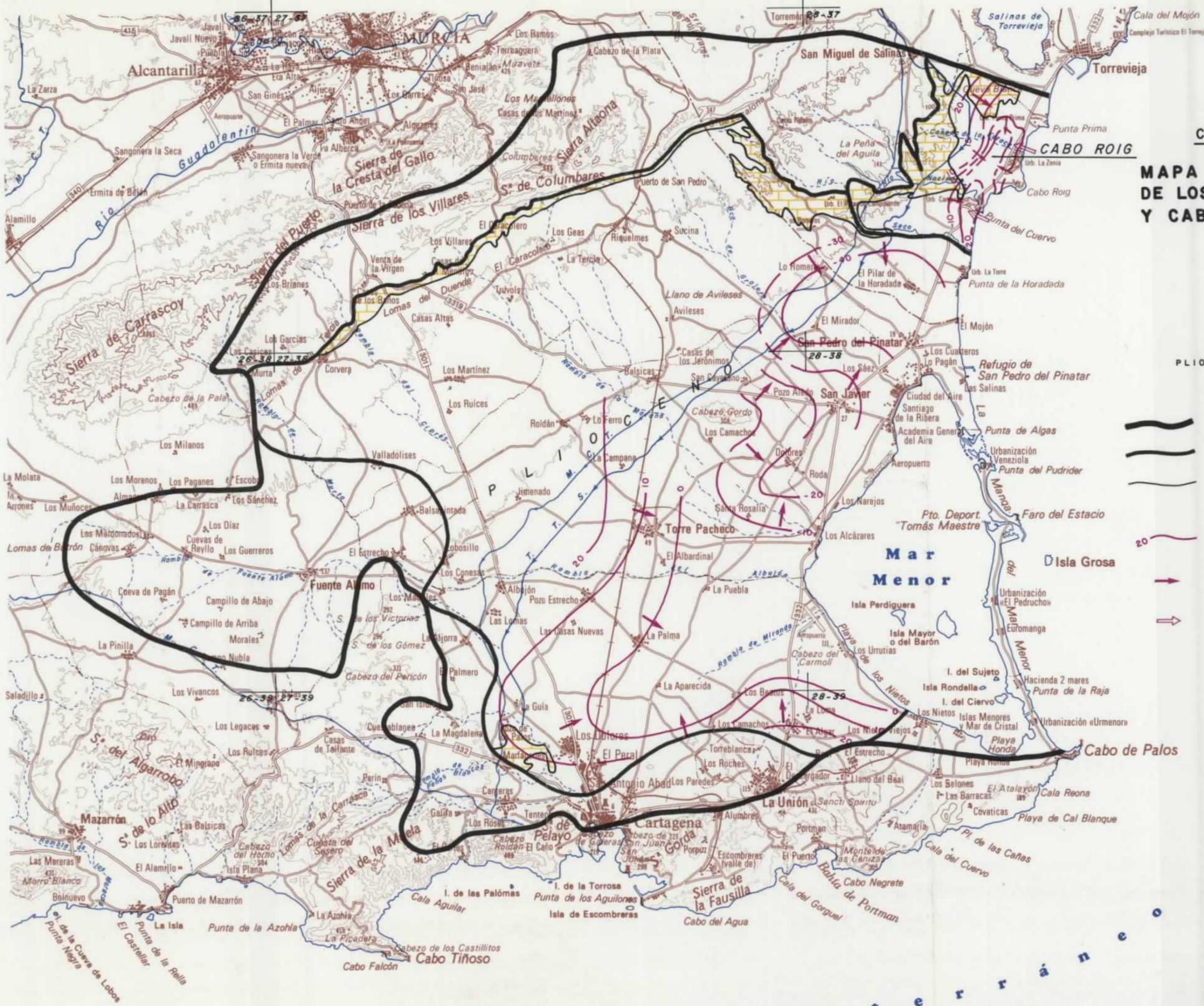
Por el norte, la falla de San Miguel de Salinas hunde el bloque septentrional de las lagunas y pone en contacto las rocas permeables del Plioceno (areniscas) con las impermeables del Plioceno y Cuaternario (limos).

Por el sur, la falla de Río Seco, analizada anteriormente.

Por el oeste, el impermeable de base.

Por el este, el mar Mediterráneo.

El acuífero así definido tiene una extensión de 61 km².



CAMPO DE CARTAGENA

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS ACUIFEROS PLIOCENO Y CABO ROIG

LEYENDA

-  **PLIOCENO** Areniscos MUY PERMEABLE
-  Límite de unidad hidrogeológica
-  " " acuífero
-  " " afloramiento
-  Isopieza | Plioceno (1.988-89)
Cabo Roig (1.989)
-  Sentido de flujo subterráneo
-  Intrusión marina



Fig. 8

M a r M e d i t e r r á n e o

CAMPO DE CARTAGENA
EVOLUCIONES PIEZOMETRICAS

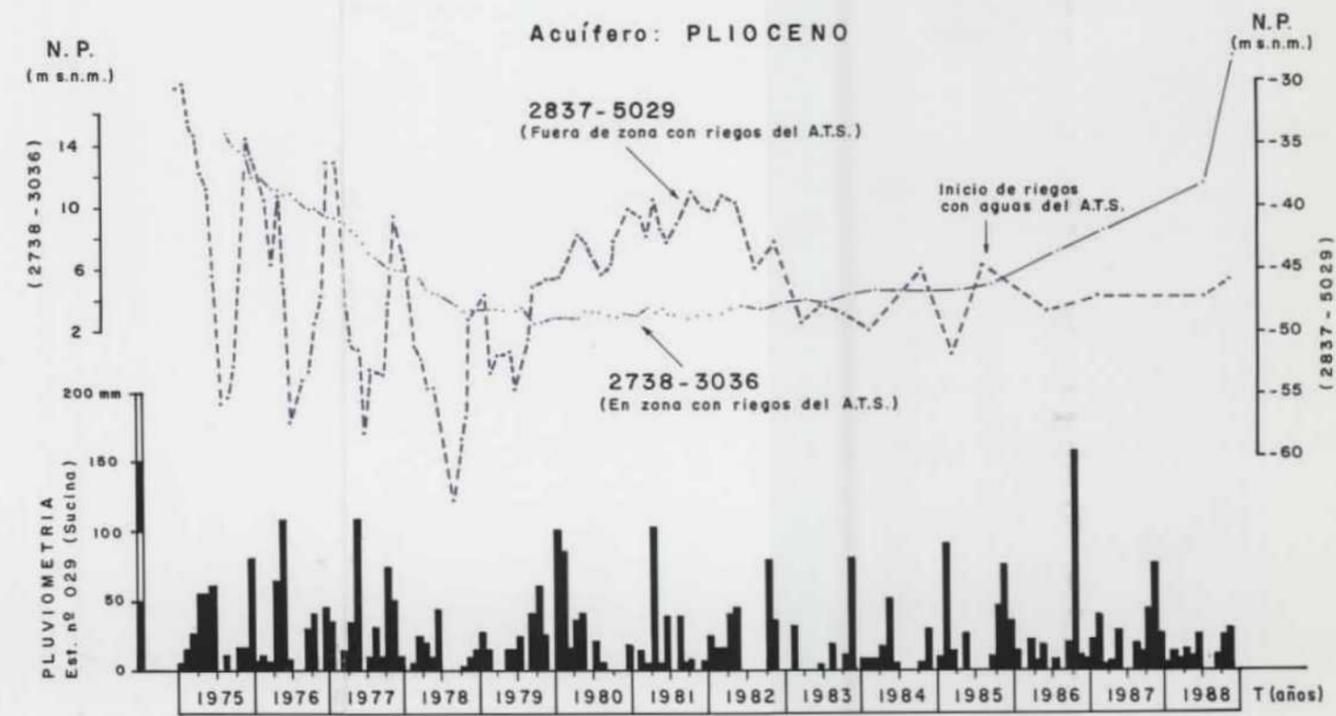
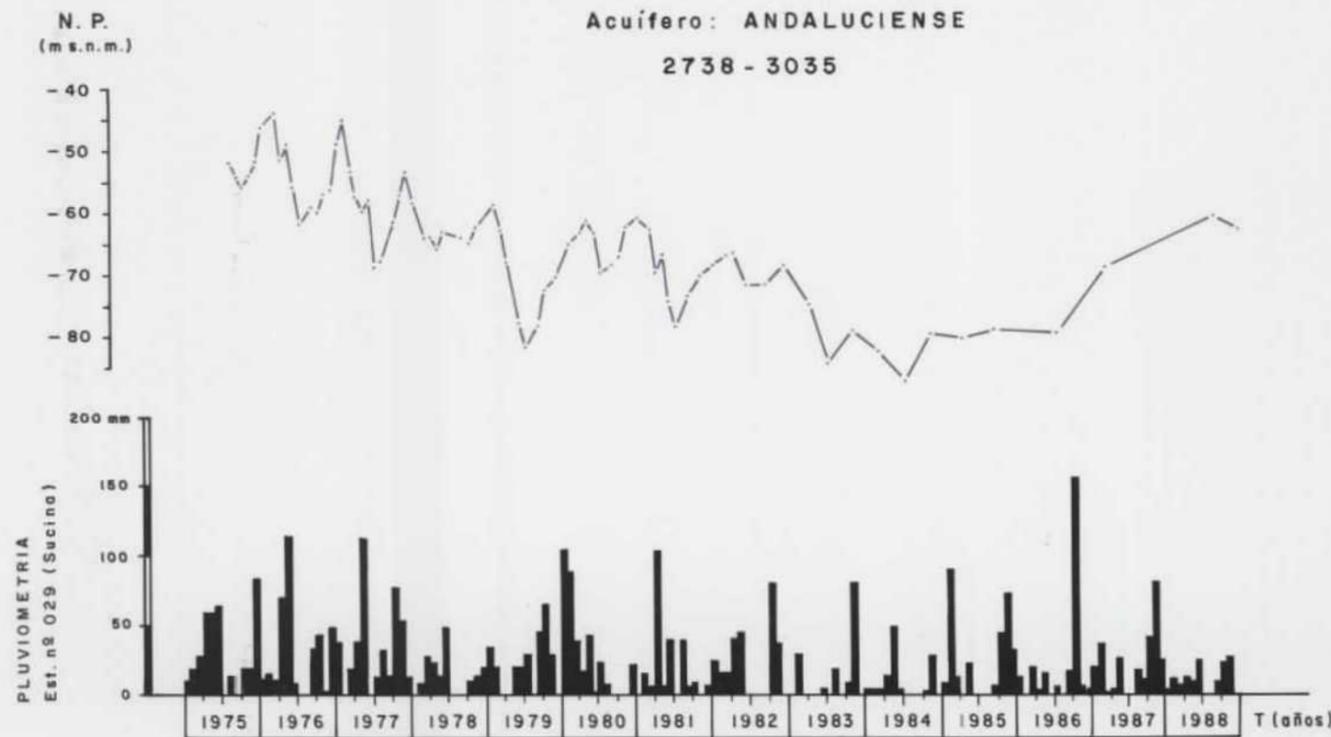
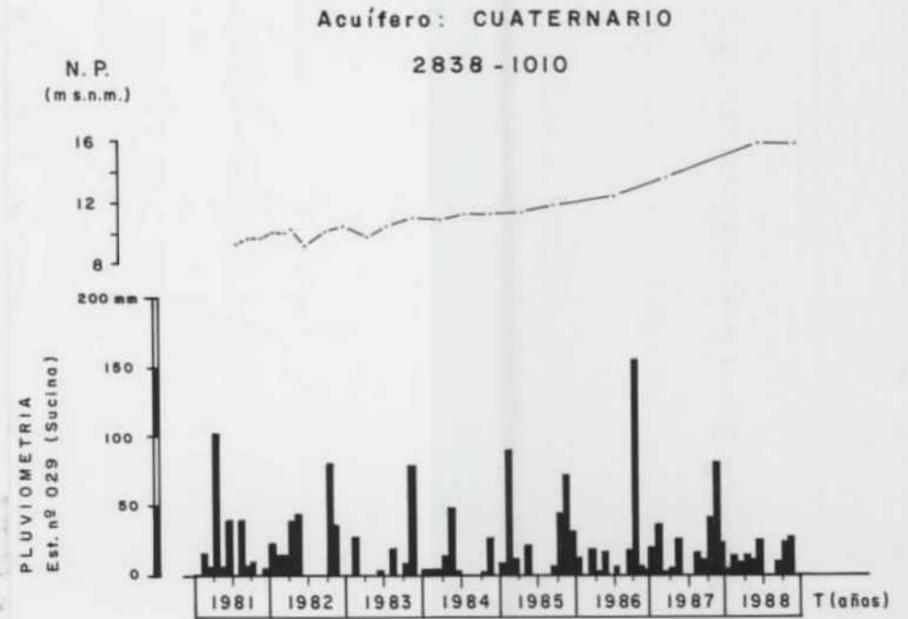
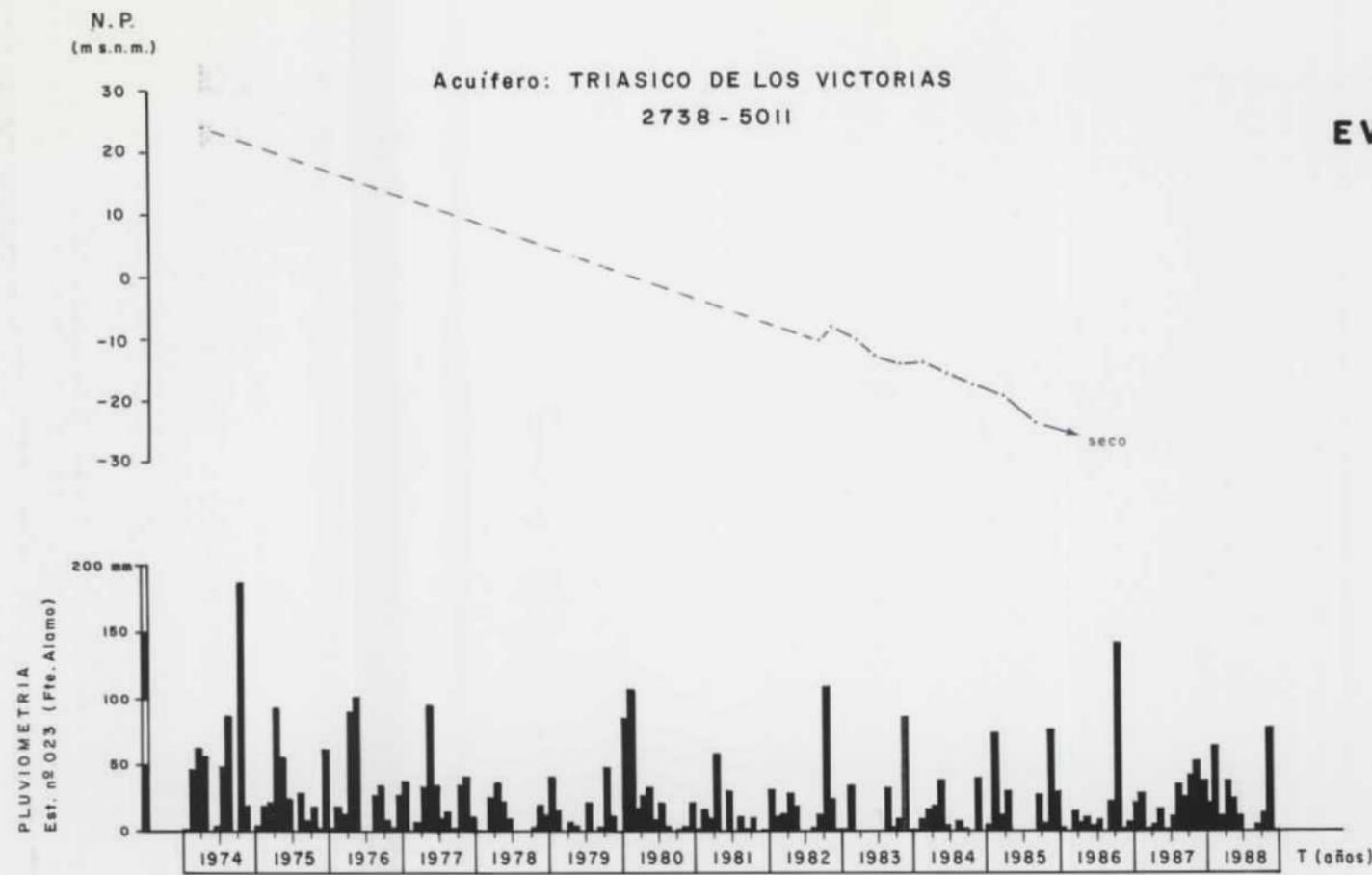


Fig. 9



CAMPO DE CARTAGENA

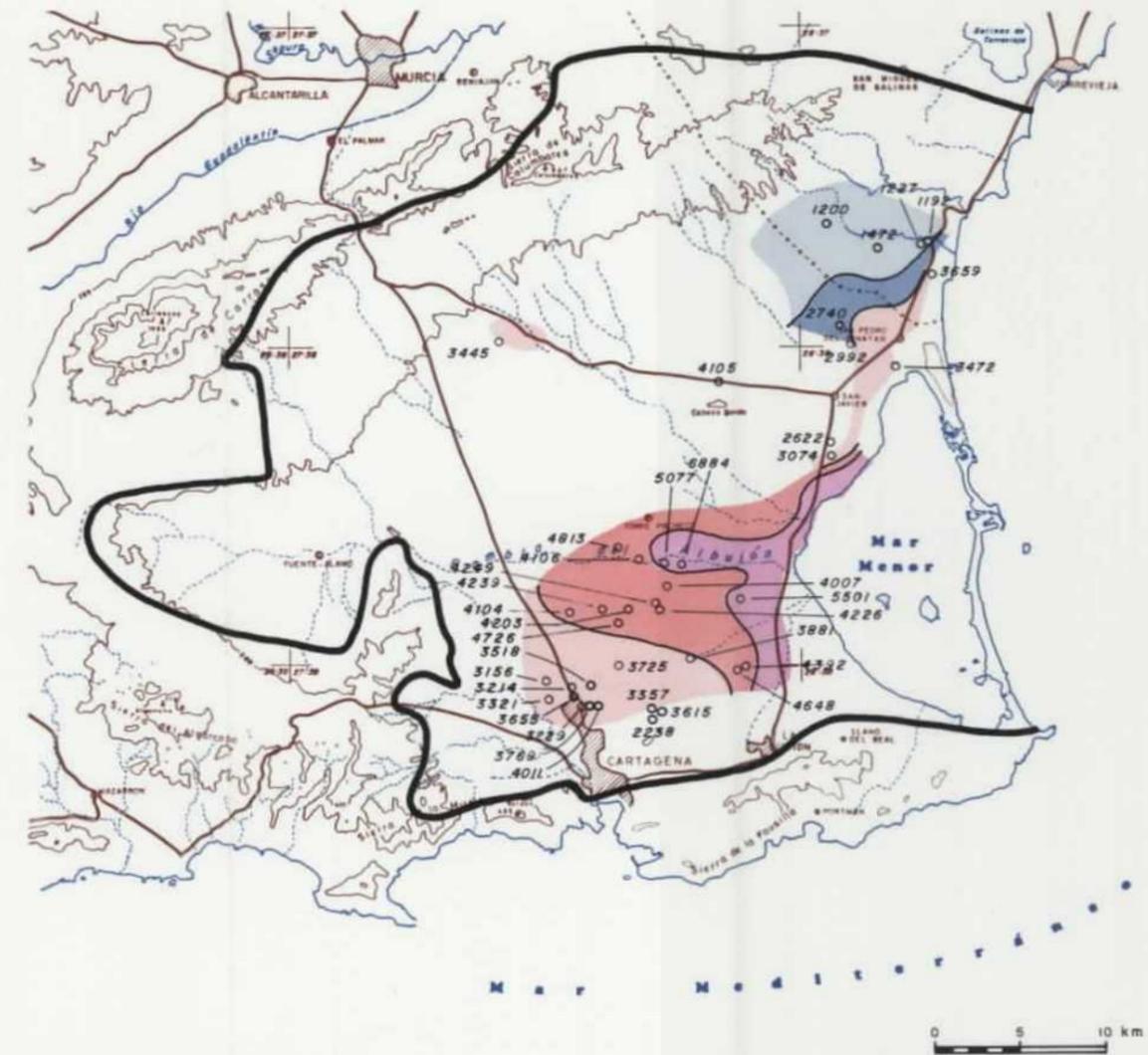
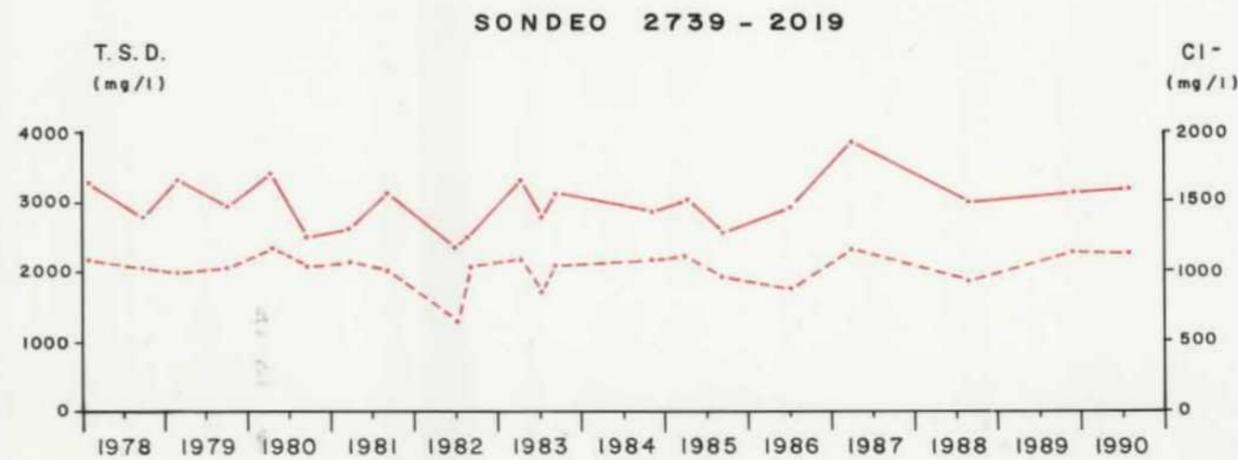
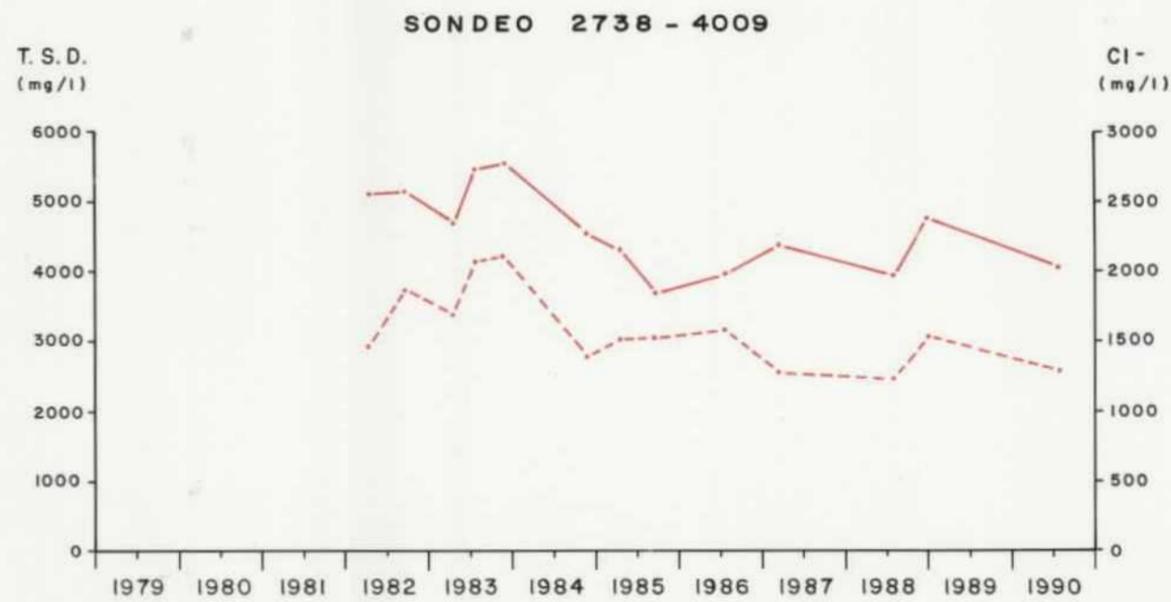
ISOPACAS DEL ACUIFERO PLIOCENO

LEYENDA

-  Límite de unidad hidrogeológica
-  " " acuífero
-  30 Isopaca (espesor en m)

Fig. 10

M a r M e d i t e r r a n e o



LEYENDA

- De 1000 a 2000 mg/l
- " 2000 a 3000 "
- " 3000 a 4000 "
- " 4000 a 5000 "
- > 5000 "
- Salinidad total (T.S.D.)
- Cloruros (Cl⁻)

Isosalinidad: Año 1990

4813 Punto acuífero y salinidad total (mg/l)

Fig. 11

CAMPO DE CARTAGENA
Acuífero: PLIOCENO
MAPA DE SALINIDAD Y EVOLUCIONES HIDROQUÍMICAS

5.5.3. Piezometría

Existe gran depresión piezométrica en una franja situada de N a S y paralela a la costa, como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero que ocasiona intrusión marina. Las cotas piezométricas están comprendidas en dicha franja, entre 0 y -20 m s.n.m..

En la zona norte la superficie piezométrica está comprendida entre cotas de 0 y 20 m s.n.m., existiendo un umbral piezométrico al oeste de Punta Prima.

El flujo subterráneo natural es de O a E, si bien la intensa extracción antes indicada origina una inversión del flujo, provocando intrusión del agua del mar.

El gradiente hidráulico natural, sin influencia de bombeos (zona norte), es del 7 por mil, mientras que en la franja litoral ya citada se llegan a alcanzar valores máximos del 50 por mil.

5.5.4. Alimentación

De los 1,4 hm³/año que constituyen la alimentación, 1,2 corresponden a infiltración de lluvia útil y 0,2 a excedentes de regadío.

5.5.5. Descarga

Se produce únicamente por bombeos, evaluados en 7,4 hm³/año.

5.5.6. Reservas

Del mapa de isopacas (fig. 10) y de la curva de explotación (fig 15), se extraen las siguientes conclusiones:

- 1º) Hasta la cota 20 m s.n.m. existe un volumen de roca saturada de casi 1.200 hm³.
- 2º) El mayor volumen de roca saturada está comprendido entre la cota 20 m s.n.m. y la -60 m s.n.m., con un valor de 1.060 hm³, disminuyendo considerablemente a partir de la cota -70 m s.n.m.
- 3º) Las reservas totales están comprendidas entre 23 y 47 hm³, según se considere un valor del 2 o del 4% de porosidad eficaz. El valor medio de 35 hm³ corresponde a una porosidad eficaz del 3%.
- 4º) Las reservas económicamente explotables, desde la cota 20 hasta la de -60 m s.n.m., están comprendidas entre 21 y 42 hm³, siendo 32 el valor más probable.

5.5.7. Hidroquímica

En este acuífero existe un importante problema de sobreexplotación que ha provocado una salinización del mismo por intrusión marina. La mayor salinidad se da al oeste de Punta Prima (8285 mg/l) y al oeste de La Zenia, entre Los Dolses y La Cuerda (7.501 mg/l). Por el contrario la zona de menor salinidad se sitúa al norte del paraje El Convento, con valores de tan sólo 509 mg/l.

En los meses de verano el problema de salinización se agrava al aumentar el ritmo de las explotaciones. En el caso del sector de Punta Prima, en época de no bombeo sus aguas son cloruradas-bicarbonatadas mixtas con 700 mg/l de salinidad, mientras que en los períodos de extracción la facies hidroquímica evoluciona a clorurada sódica, llegando a salinidades entre 6.000 y 9.000 mg/l. En general, se puede decir que la salinidad aumenta en el tiempo.

5.6. CUATERNARIO

5.6.1. Formaciones permeables e impermeables

Las rocas permeables están constituidas por gravas, arenas, limos, arcillas y caliches.

El impermeable de base es diferente según los sectores, pero generalmente lo constituyen margas del Terciario.

El espesor no suele alcanzar los 50 m, a excepción de zonas próximas a la costa en las que llega hasta 150 m.

5.6.2. Límites del acuífero

En general sus límites lo constituyen los materiales impermeables del Bético y del Terciario que afloran en los bordes del Campo de Cartagena.

Su superficie es de 1.135 km², que puede considerarse como de afloramientos permeables (fig. 12).

5.6.3. Piezometría

En la mitad norte del Campo de Cartagena el flujo subterráneo se produce hacia el mar, con dirección NO-SE y valores de cota para la superficie piezométrica comprendidos entre 140 m s.n.m. (en Los Santiagos-Casas del Cura) y 5 m s.n.m. (en San Pedro del Pinatar, próximo al mar Mediterráneo y Mar Menor).

En la zona sur, cerca de la sierra de La Unión, el sentido del flujo es de S a N, modificándose hacia el NE en las inmediaciones de la población de El Algar, en dirección al Mar Menor. Las cotas piezométricas están comprendidas entre 0 y 20 m s.n.m. Entre El Algar y El Carmolí la piezometría tiene los mismos valores, tanto para el acuífero Cuaternario como para el Plioceno.

El gradiente hidráulico es del 14 al 15 por mil en el área de San Pedro del Pinatar. En la zona del Cabezo Gordo es del 5 a 6 por mil. Al sur, junto a El Algar, el gradiente es del 10 por mil.

Los piezómetros situados en la zona de riego del T.T.S. vienen experimentando subidas continuadas del nivel piezométrico desde el año 1982, si bien en el bienio 1986 y 87 esta subida ha sido más importante (1 m/año). En la zona del Campo de Cartagena perteneciente a la provincia de Alicante, el ascenso comenzó en 1986 y a razón de 3 m/año en el referido bienio.

En la figura 9 puede observarse la evolución del piezómetro 2838-10010 situado en la zona de San Javier, cuya cota era en 1988, de 16 m s.n.m.



CAMPO DE CARTAGENA
MAPA HIDROGEOLOGICO
DEL ACUIFERO CUATERNARIO

LEYENDA

-  Límite de unidad hidrogeológica
-  Límite de afloramiento del acuífero
-  Isopieza (1988-89) en m.s.n.m.
-  Sentido de flujo subterráneo

Fig. 12

Los piezómetros situados fuera de la zona de riego del T.T.S. presentan una evolución diferente según el sector, aunque también en los últimos años están recibiendo la influencia del Trasvase de una forma diferida, lo que ocasiona una estabilización en los niveles o un ligero ascenso, como en el caso del sur del Campo de Cartagena, donde han subido 3 m desde 1985.

La profundidad del agua en el año 1988 estaba comprendida entre 4 y 25 m, y la cota de la superficie piezométrica entre 145 y 6 m s.n.m..

5.6.4. Alimentación

El acuífero recibe unos aportes por infiltración de lluvia útil de 46 hm³/año y por excedentes de regadío de 23 hm³/año, lo que totaliza una alimentación de 69 hm³/año.

5.6.5. Descarga

Tres son los tipos de descarga de este acuífero: bombeos (2 hm³/año), drenaje hacia acuíferos infrayacentes a través de sondeos que los intercomunican (38 hm³/año) y salidas al mar (al menos 5 hm³/año), lo que globaliza un volumen de 45 hm³/año.

5.6.6. Hidroquímica

La salinidad es en general mayor de 2.000 mg/l y sobrepasa con bastante frecuencia los 4.000 mg/l aún en zonas alejadas del mar. Los mayores valores se dan en la costa y más concretamente en la zona de los límites provinciales entre Alicante y Murcia y en la correspondiente a las poblaciones litorales de Los Alcázares y Los Urrutias, debido a la mayor concentración de explotaciones en esta zona.

Las facies aniónicas predominantes son clorurada-sulfatada a clorurada y la catiónica sódico-cálcica a mixta.

Las aguas del acuífero Cuaternario no son aptas para consumo humano.

No se observan cambios apreciables de un año para otro en la salinidad del agua, aunque existen oscilaciones intraanuales del orden de 1.000 mg/l según la época del muestreo. En general, tanto la salinidad como los nitratos alcanzan sus mayores concentraciones en invierno, cuando la aportación hídrica de los retornos de las aguas del Trasvase, de mejor calidad que las del acuífero, son menores, presentándose la situación contraria en primavera-verano.

5.7. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO POR SECTORES

Como ya se ha comentado, en el Campo de Cartagena se han definido seis acuíferos que están asentados en los materiales permeables pertenecientes al Triásico, Tortoniense, Andaluciense, Plioceno y Cuaternario. Dada la compleja estructura tectónica interna de esta depresión y el carácter discordante de muchas de sus formaciones existe, en ciertas zonas, una conexión hidráulica entre acuíferos, que se ha visto incrementada por las actividades antrópicas destinadas a la captación de las aguas subterráneas. A continuación se analizan estas relaciones por sectores.

5.7.1. Sector de Cabezo Gordo

En el cerro afloran mármoles triásicos del Nevado-Filábride mediante la acción de fallas, adoptando una estructura de horst. Presentan una permeabilidad por fisuración muy notable y un alto grado de karstificación, como lo prueba la existencia de simas, por lo que el grado de absorción de este pequeño afloramiento bético es elevado. En profundidad, bajo estos mármoles, existen unas cuarcitas muy fracturadas que poseen, asimismo, una importante permeabilidad, como se ha podido constatar por sondeos (fig. 13).

Este cerro constituyó una isla durante gran parte del Neógeno, de ahí que tanto los materiales del Andaluciense como los del Plioceno descansen discordantemente sobre los del Bético de Cerro Gordo (este hecho se ha comprobado por sondeos), si bien los bordes del monte-isla han sido retocados con posterioridad por la acción de una neotectónica. Al existir un contacto de las rocas permeables del Triásico con las del Terciario, se produce lógicamente una conexión hidráulica entre ambas y esto viene corroborado por los siguientes hechos:

a) Tanto las isopiezas del acuífero Andaluciense, como las del Plioceno, muestran una alimentación del cerro a estos acuíferos, al presentar sus flujos subterráneos una morfología centrífuga.

b) Por otro lado, al existir fallas profundas de borde, se desarrolla un flujo ascensional de aguas profundas termales, lo que ocasiona las altas temperaturas (mayores de 35°C) de las aguas extraídas en los sondeos de este sector y su elevada mineralización (salinidad mayor de 4.000 mg/l en sondeos que captan al Andaluciense), con contenidos relevantes en iones indicativos de ambientes geotérmicos (boro, flúor y sílice).

Como consecuencia de que durante muchos años los sondeos en el Campo de Cartagena eran ejecutados y acondicionados de un modo muy deficiente, al no aislarse mediante cementación los acuíferos superiores de peor calidad, se ha producido una contaminación progresiva de los acuíferos profundos que tenían inicialmente una buena calidad. Con la llegada de las aguas del Trasvase Tajo-Segura al sector en 1980 y ser aplicadas generalmente por el sistema de riego a manta, los excedentes de regadío penetraron a través de los sondeos desde el acuífero Cuaternario. Las consecuencias de este último fenómeno son la ligera mejora de la calidad química de las aguas del Andaluciense y Plioceno (al ser mejor la del Trasvase que las de estos acuíferos), pero sobre todo el ascenso de sus niveles piezométricos (en el Plioceno de 2 a 5 m/año) ya que, por un lado, se han liberado importantes caudales de aguas subterráneas en los sondeos al ser sustituidos por los superficiales del Trasvase, y por otro, los acuíferos profundos han recibido la alimentación extraordinaria de los retornos de regadíos a través de los sondeos. Por tanto, debe admitirse la existencia de una comunicación hidráulica entre el acuífero Cuaternario y los del Plioceno y Andaluciense, a pesar de que todos ellos están separados por tramos margosos impermeables del Neógeno. Los sondeos realizados en los últimos años captan generalmente el acuífero Andaluciense y ya se construyen con las cementaciones pertinentes.

5.7.2. Sector de Sucina-Riquelme

En este sector existe un subafloramiento de materiales béticos a escasa profundidad, constituido por las mismas rocas que aparecen en el Cabezo Gordo y con estructura también de horst. Numerosos sondeos han puesto de manifiesto que el Andaluciense reposa directamente sobre los mármoles triásicos, que el Plioceno está seco en este sector y que el Cuaternario tiene escasa entidad como acuífero.

El funcionamiento hidrogeológico sería el siguiente: la lluvia útil precipitada sobre los afloramientos carbonatados del Andaluciense, por ejemplo en la sierra de Altaona, se infiltra y recorre un largo camino hacia el sur a través de los poros de las rocas secas hasta llegar a la zona saturada. Allí se pone en contacto con los mármoles triásicos del horst subaflorante, hecho que viene avalado por lo siguiente:

a) Presencia de alta temperatura (entre 30 y 35° C) en los sondeos que captan el Triás y Andaluciense o bien sólo este último.

b) Empeoramiento de la calidad química a lo largo del tiempo, presentando en la actualidad en este sector, un valor de salinidad superior a 4.000 mg/l. También se ha localizado la presencia de iones indicativos de ambientes geotérmicos como boro y flúor. La razón de este aumento en la salinidad, al contrario de lo que se ha apuntado en el sector de Cerro Gordo, es porque en el sector Sucina-Riquelme no se aplican volúmenes de agua procedentes del Trasvase, dada la elevada cota topográfica a la que se encuentra y, en consecuencia, tampoco ascienden los niveles piezométricos, observándose incluso suaves descensos.

Aunque no se apliquen aguas del Trasvase en este sector existe, no obstante, una alimentación al acuífero Andaluciense a través de los sondeos, procedente del acuífero Cuaternario, referida al excedente de regadío del agua que es extraída en los sondeos y aplicada por gravedad en el regadío. Si se tiene en cuenta que estos caudales aplicados son, en proporción, menores que los del Trasvase en sus sectores correspondientes, y que el acuífero Cuaternario presenta escasa entidad hidrogeológica y por tanto es poco transmisor, se comprenderá que la alimentación por este concepto es casi despreciable.

El flujo en este sector es hacia el SE, no apreciándose el centrifugismo en su morfología, como en Cabezo Gordo, ya que en Sucina-Riquelme no llega a aflorar el Triásico.

5.7.3. Sector Fuente Alamo-Valladolises

Las rocas carbonatadas del Triás, que afloran escasamente en la sierra de Los Victorias, se hundieron hacia el norte, este y oeste por la acción de fallas, alcanzándose en algunos casos la desconexión hidráulica entre bloques, aunque a grandes rasgos existe un único acuífero.

Según el mapa de isopiezas se aprecia un flujo general hacia el N y NE, pero dicho gradiente no es natural, sino que está motivado por las extracciones en los bombeos (obsérvese la curva cerrada que describe la isolínea de -50).

En este sector no están representados los acuíferos Andaluciense y Plioceno. En cambio, ligado a la intensa erosión sufrida por las sierras de Los Gómez y Los Victorias (hasta el punto de verse reducidas a pequeños cerros), se ha desarrollado junto a ellas un potente relleno del Cuaternario. Este tiene una geomorfología de pie de monte, presentando una distribución litológica muy irregular (junto a las sierras los cantos son de mayor tamaño y lejos de ellas predominan los elementos finos) y en consecuencia una baja permeabilidad. En cualquier caso, en este sector existe un acuífero importante ligado al Triás (del que se extraen grandes volúmenes que ocasionan descensos continuados en los niveles piezométricos) y otro de escasa importancia asentado en los materiales del Cuaternario. Ambos acuíferos, Triásico y Cuaternario, están hidráulicamente diferenciados por un potente tramo margoso que los separa. Así lo demuestra la diferencia en los niveles piezométricos (más altos en el Cuaternario), en las características hidroquímicas (peores calidades en el Cuaternario) y en la temperatura de las aguas (las del Cuaternario son frías, mientras que las albergadas en las calizas del

Trías son levemente termales). La construcción de algunos sondeos mal acondicionados ocasiona una comunicación entre ambos acuíferos a través de la perforación.

5.7.4. Sector Sierras del Norte

En este sector es donde aparecen todos los afloramientos de los acuíferos Tortoniense y Andaluciense y la mayoría de los del Plioceno, constituyendo por tanto las áreas de alimentación natural de los mismos.

Los materiales detríticos del Tortoniense (conglomerados en el sector occidental y areniscas y microconglomerados en el oriental) se internan en la depresión a gran profundidad, desapareciendo muy posiblemente a la altura de las fallas que delimitan el acuífero Andaluciense, por el sur, o incluso antes, debido al carácter lentejón de los mismos. Existen muy pocos puntos que capten este acuífero, por lo que no se conoce bien su funcionamiento hidrogeológico. Sin embargo, en base al mapa de isopiezas, parece existir un flujo de oeste a este, motivado por las explotaciones. Lo que sí está claro es que no tiene relación hidráulica ni con el acuífero Andaluciense (a pesar de estar en contacto con éste 5 km mediante falla en la sierra de Altaona) ni con el acuífero Plioceno (aún teniendo en cuenta que su carácter discordante ocasiona que repose sobre aquel, a la altura del Cerro Alcor, durante 1 km de longitud). Esta afirmación viene confirmada por la gran diferencia existente entre los niveles piezométricos (más de 300 m) y entre las calidades químicas de sus aguas (las del Tortoniense son las de mejor calidad de todo el Campo de Cartagena, con una salinidad inferior a 1.000 mg/l).

Igualmente independientes son, en este sector, los acuíferos Andaluciense y Plioceno, existiendo una diferencia en la piezometría entre ellos de al menos 40 m (las calidades químicas son similares). Existe un flujo generalizado (NO-SE) desde los afloramientos hacia la zona llana del Campo, donde se localizan las mayores extracciones. Próximo a los afloramientos, ambos acuíferos están secos dadas las elevadas cotas a que se encuentran aquellos.

El Cuaternario, a pesar de tener poca entidad, constituye otro acuífero independiente. Las profundidades del agua en este sector son elevadas, estando seco en las zonas más septentrionales. En aquellos sondeos mal construidos, existe una alimentación hacia los acuíferos más profundos a consecuencia de la infiltración de los retornos de riego.

5.7.5. Sector Cartagena-La Unión

Este sector es el peor conocido de todos, porque todavía no se ha investigado la hidrogeología de las sierras del sur ni sus conexiones con el Campo de Cartagena. Sin embargo se puede afirmar lo siguiente:

- a) No está representado el acuífero Andaluciense.
- b) Los acuíferos Plioceno y Cuaternario tienen una conexión hidráulica, al descansar discordantemente éste sobre aquel. En consecuencia, sus calidades químicas son muy similares.
- c) Existe un flujo generalizado sur-norte hacia las extracciones más importantes, deduciéndose una alimentación hacia el Plioceno desde las sierras de La Unión a través del Cuaternario.

5.7.6. Sector Litoral

En el litoral del Mar Menor no aparece el acuífero Andaluciense y el flujo del acuífero Plioceno viene condicionado por las extracciones por bombeo, adoptando una dirección convergente hacia San Pedro del Pinatar. En la zona de Pozo Estrecho-Los Alcázares existe una intrusión marina fósil, con salinidad de casi 6.000 mg/l, por lo que la explotación por sondeos es muy escasa. El acuífero Cuaternario presenta un gradiente generalizado hacia el Mar Menor, existiendo una descarga natural en el mismo; en los sondeos mal contruidos se produce una alimentación hacia el acuífero Plioceno (fig. 13).

En el litoral del mar Mediterráneo se localizan los acuíferos profundos del Andaluciense y del Plioceno y el superficial del Cuaternario, todos ellos independientes, ya que existe una diferencia en la piezometría, entre un acuífero y su inmediato infrayacente, de aproximadamente 40 m. El gradiente en los dos profundos está condicionado por las explotaciones, observándose un sentido centrípeto hacia la zona de Lo Romero. No existe conexión entre el mar y estos dos acuíferos, como lo explica el hecho de que próximo al litoral aparezcan cotas del nivel piezométrico de -50 m s.n.m. (Plioceno) y -90 m s.n.m. (Andaluciense), sin que se produzcan fenómenos de intrusión marina. La razón debe venir explicada por la existencia de una falla próxima a la costa de dirección casi N-S (fig. 13), que condiciona la morfología lineal de ésta, algo similar a lo que ocurre con el Mar Menor en su parte occidental, que tiene forma de ángulo obtuso porque se adapta a las fallas de Los Urrutias y de Santiago de La Ribera. Estas últimas han sido detectadas por geofísica al pasar sus trazas por el continente. Sin embargo, la falla que se deduce tiene que existir para explicar los fenómenos hidrogeológicos apuntados en la zona de San Pedro del Pinatar, aunque probablemente no se ha detectado porque pasa su traza por el mar, a poca distancia de la costa. Los sondeos mal contruidos, que en la zona son muy abundantes, sirven de conducto para la alimentación extraordinaria procedente de los excedentes del regadío con aguas del Trasvase, hasta el punto que en algunos sectores que captan el acuífero Plioceno se está produciendo, por este concepto en los últimos tiempos, ascensos en el nivel piezométrico de hasta 8,5 m/año. El acuífero Cuaternario presenta actualmente un flujo generalizado hacia el mar Mediterráneo, existiendo por tanto una conexión hidráulica con éste; como consecuencia de la llegada de las aguas del Trasvase a esta zona, los niveles piezométricos han ascendido apreciablemente en los últimos tiempos (hasta 5 m/año) y en la década de los años 70, cuando existía una sobreexplotación generalizada en el Campo de Cartagena, el flujo era del mar hacia el continente, registrándose casos de intrusión marina.

5.7.7. Sector Cabo Roig

En este sector sólo se ha estudiado con detalle el acuífero Plioceno, pues casi todos los sondeos captan dicho acuífero. Sobre éste reposa directamente un Cuaternario que se comporta solidario hidrogeológicamente con el acuífero infrayacente.

El flujo está condicionado exclusivamente por las explotaciones que se localizan en la zona costera. Como consecuencia de los bombeos masivos (sobreexplotación) y la comunicación del acuífero con el mar, se produce la intrusión de éste que ocasiona altas salinidades en las aguas subterráneas, llegándose a alcanzar valores de hasta 7.500 mg/l (fig. 13).

En el mapa de isopiezas se aprecian dos flujos convergentes, que provienen del área de alimentación de La Peña del Aguila y del mar, y que se unen en un eje de drenaje situado inmediatamente al oeste de la carretera San Javier-Torre Vieja, donde se registran cotas del nivel piezométrico de -20 m s.n.m.

Infrayacente al Plioceno existe otro acuífero carbonatado ligado al Andaluciense, cuyas relaciones hidráulicas con su correspondiente del Campo de Cartagena se desconocen. Sin embargo y a juzgar por el salto de la falla del río Seco (más de 100 m) y la potencia del Andaluciense en este sector (menos de 100 m), se piensa que constituye un acuífero independiente.

5.8. BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL CAMPO DE CARTAGENA

La unidad hidrogeológica, contemplada en su conjunto, recibe alimentación por tres vías diferentes: mediante infiltración de la lluvia útil caída sobre los afloramientos de los seis acuíferos existentes, que supone $55 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los que $46 \text{ hm}^3/\text{año}$ corresponden al acuífero Cuaternario; por infiltración de excedentes de regadío, que representan $24 \text{ hm}^3/\text{año}$, y por alimentación lateral subterránea proveniente de la sierra de Cartagena, que se estima en $4 \text{ hm}^3/\text{año}$ (cuadro nº 1). Todo ello supone una alimentación total de $83 \text{ hm}^3/\text{año}$, representativa de la recarga media anual para el período 1940/1989.

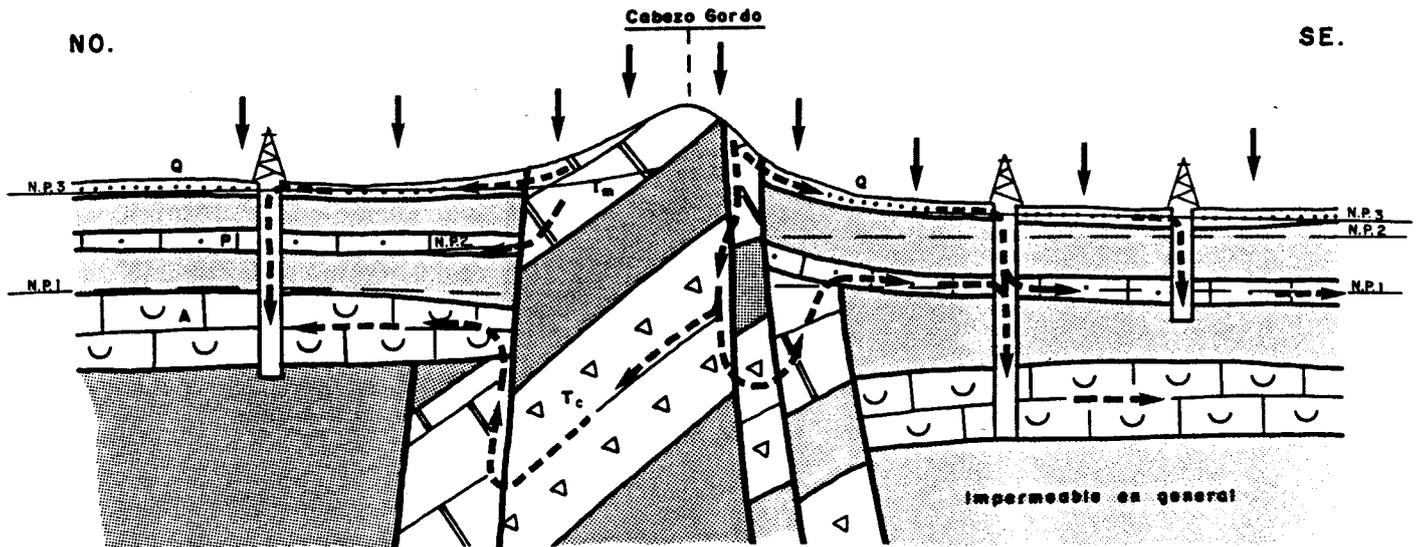
Las salidas totales han sido evaluadas, para el año 1990, en 61 hm^3 , correspondiendo 56 hm^3 a bombeos y 5 hm^3 a descargas al mar.

Considerada en su totalidad, la unidad hidrogeológica del Campo de Cartagena presenta en la actualidad un balance para las aguas subterráneas claramente positivo en favor de las entradas. Esta situación, que contrasta fuertemente con la de déficit (del orden de $80 \text{ hm}^3/\text{año}$) que tenía lugar en los años setenta como consecuencia de intensas explotaciones por bombeo (se llegaron a contabilizar hasta $120 \text{ hm}^3/\text{año}$), se ha generado por la llegada a la zona de las aguas del Trasvase Tajo-Segura que han provocado un doble efecto: reducción del 50% de las extracciones de agua subterránea de la unidad e infiltración en la misma de excedentes de regadío. Este hecho ha tenido su respuesta en la evolución piezométrica, cuya tendencia anterior, fuertemente descendente, se ha visto modificada en los últimos años, en los que se observa un marcado ascenso generalizado, incluso en áreas no regadas por el Trasvase.

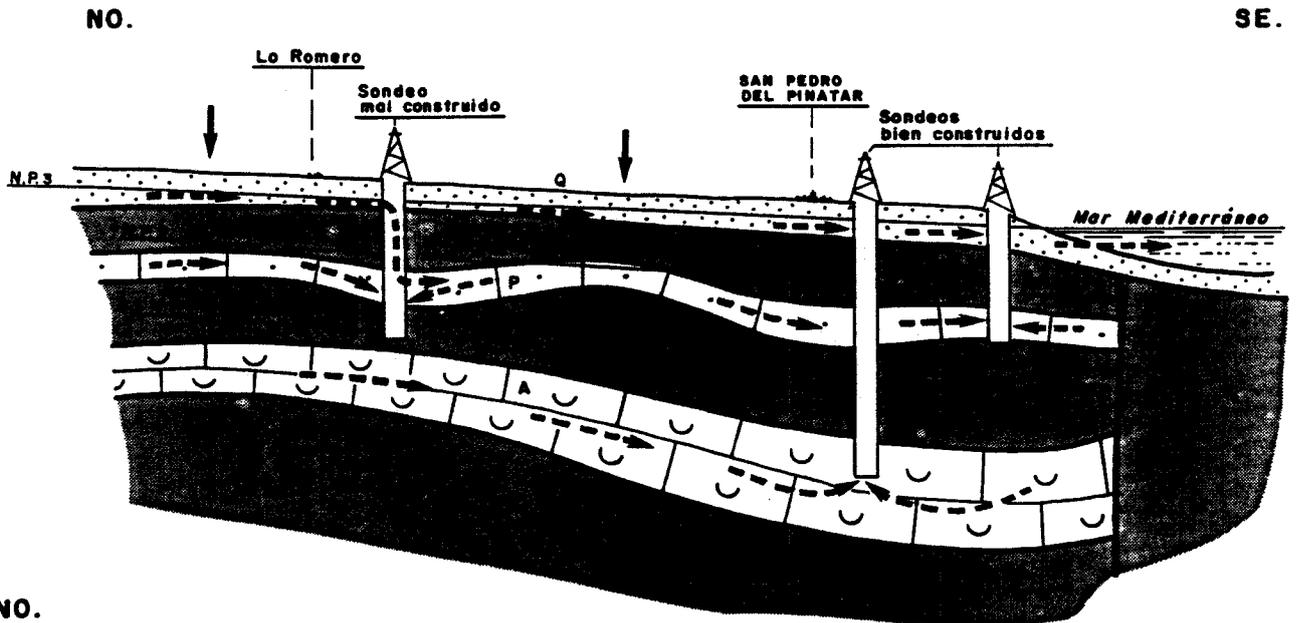
Por acuíferos, la situación es diferente de unos a otros, pues mientras el Triásico de Los Victorias presenta un desequilibrio hídrico muy elevado ($-24 \text{ hm}^3/\text{año}$), en los acuíferos Andaluciense, Plioceno y Cuaternario se produce un volumen importante de excedentes, que provoca ascensos de las superficies piezométricas, originándose en el caso de este último problemas locales de drenaje en el área de San Pedro del Pinatar-San Javier. En el de Cabo Roig, en cambio, existe una explotación muy superior a los recursos medios, que provoca intrusión marina. El acuífero Tortoniense se encuentra en situación de equilibrio.

El volumen total de reservas calculadas asciende a 1.600 hm^3 , estimándose en 1.300 hm^3 las económicamente explotables.

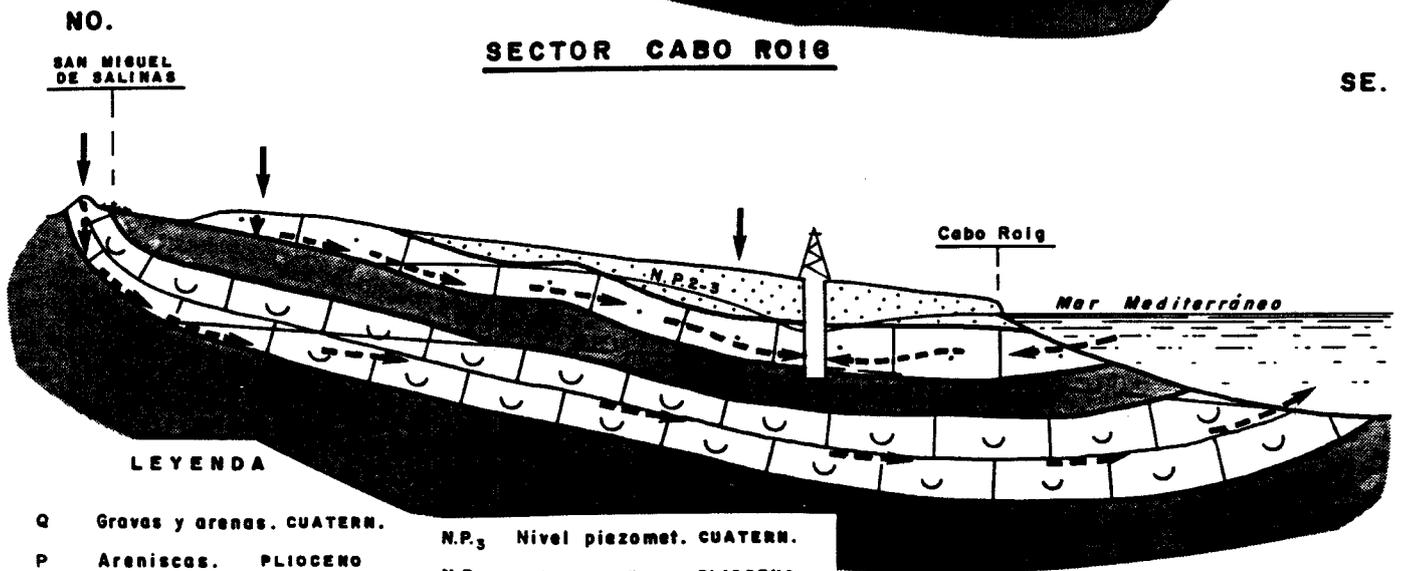
FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO SECTOR DE CABEZO GORDO



SECTOR LITORAL



SECTOR CABO ROIG



LEYENDA

Q	Gravas y arenas. CUATERN.	N.P. ₃	Nivel piezomet. CUATERN.
P	Areniscas. PLIOCENO	N.P. ₂	" " PLIOCENO
A	Calcarenitas. ANDALUCIEN.	N.P. ₁	" " ANDALUC.
T _m	Mármoles	N.P. _T	" " TRIASICO
T _c	Cuarcitas		

Fig. nº 13

Cuadro nº 1 BALANCE POR ACUIFEROS DEL CAMPO DE CARTAGENA (Año 1990)

ACUIFERO	ALIMENTACION (hm ³)					DESCARGA (hm ³)				BALANCE RESULTANTE	OBSERVACIONES
	Infiltración lluvia útil	Excedentes de regadío	Acuíferos suprayacentes	Acuíferos laterales	TOTAL	Bombeos	Acuíferos infrayacentes	Mar	TOTAL		
TRIASICO DE LOS VICTORIAS	2,4	1,0			3,4	27,2			27,2	-23,8	DESCENSOS DE NIVELES
TORTONIENSE	0,8				0,8	0,9			0,9	-0,1	NIVELES ESTABILIZADOS
ANDALUCIENSE	1,5		28,5		30	12,3			12,3	+17,7	ASCENSO DE NIVELES
PLIOCENO	2,6		23,7	4,4	30,7	6,3	14,2		20,5	+10,2	ASCENSO DE NIVELES
CABO ROIG	1,2	0,2			1,4	7,4			7,4	-6,0	INTRUSION MARINA
CUATERNARIO	46,0	23,0			69	2	38	5	44,9	+24	ASCENSO DE NIVELES

6. DEMANDA Y USOS DEL AGUA

El agua aplicada en el Campo de Cartagena se utiliza para satisfacer las demandas urbana, industrial y agrícola. La evaluación de las dos primeras se ha realizado con los datos suministrados por la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT), organismo encargado de atender la casi totalidad de las mismas.

El proceso de evaluación de la demanda agrícola ha resultado, en cambio, de suma complejidad y laboriosidad a consecuencia, fundamentalmente, de la gran extensión superficial del Campo de Cartagena, la enorme complejidad del regadío en esta zona (sometido a constantes innovaciones desde la llegada del agua del Trasvase Tajo-Segura en 1979) y la existencia de numerosos propietarios de pozos y sondeos que condicionan un régimen de minifundio en la mayoría de las explotaciones agrícolas. Para poder llevar a cabo el estudio de esta demanda se ha procedido a la zonificación geográfica del Campo de Cartagena atendiendo a criterios de tipo de cultivo y procedencia del agua, esencialmente. A través de numerosas encuestas en campo efectuadas en cada una de las 10 zonas diferenciadas (fig. 14) se han obtenido las dotaciones medias mensuales empleadas para el regadío de cada tipo de cultivo, y por extrapolación en aquellos casos en los que no ha sido posible obtener datos y por contraste con los valores obtenidos en puntos comunes con trabajos anteriores del ITGE, se ha evaluado la superficie de cada cultivo y el volumen de agua aplicado.

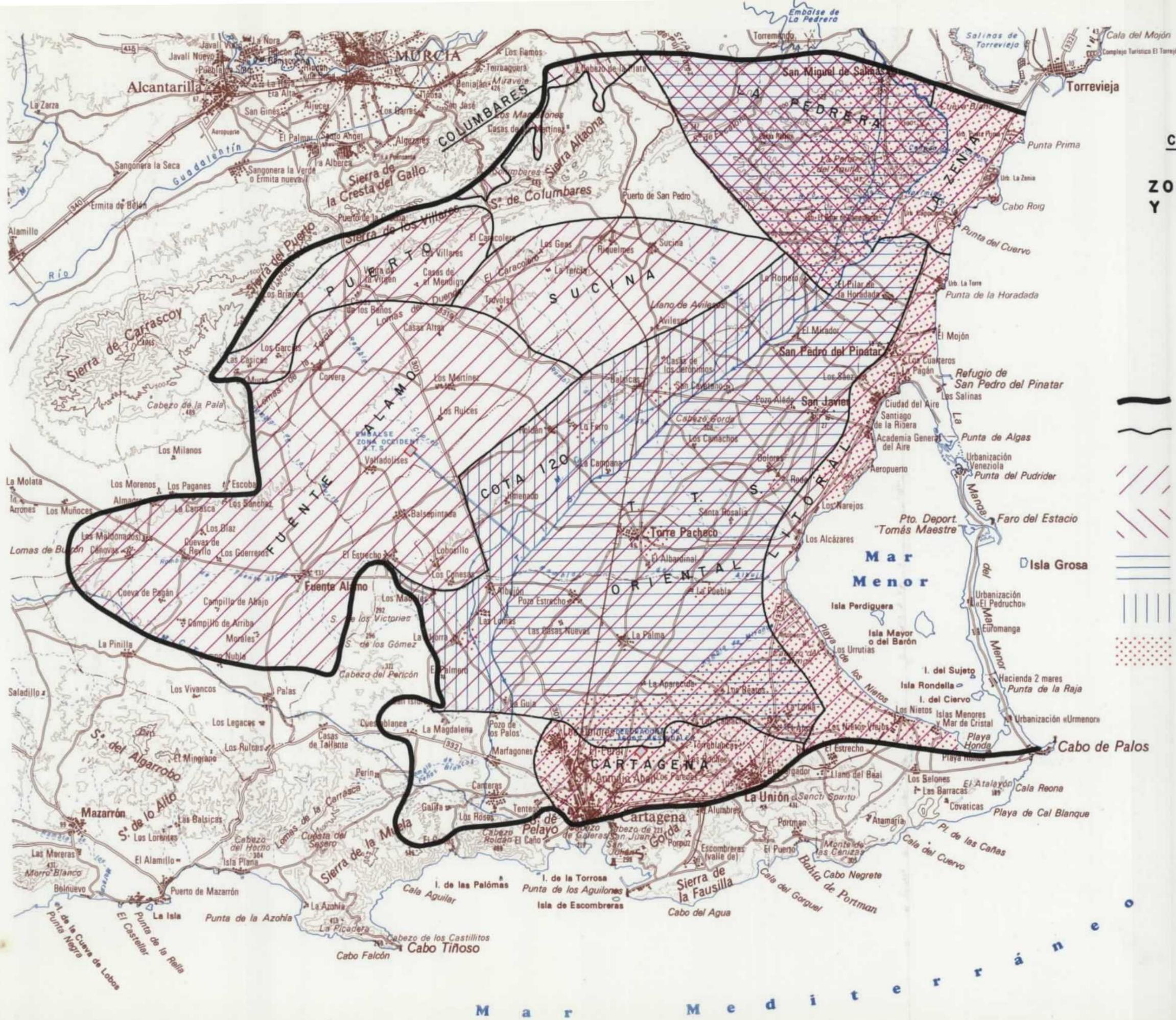
La totalidad del estudio de demandas y usos del agua se ha referido al año 1990, que puede considerarse climatológicamente como próximo al año medio para el ciclo 1940/1989; período utilizado para el cálculo del balance hídrico del Campo de Cartagena.

6.1. DEMANDA AGRICOLA

Para determinar las demandas de riego ha sido necesario conocer los siguientes parámetros: volumen de agua suministrado, volumen de agua aplicado, superficie cultivada, tipos de cultivos, modalidad de riego, dotaciones anuales y dotaciones mensuales.

La diferencia entre los volúmenes de agua suministrada y aplicada radica en las pérdidas. Con respecto a las aguas subterráneas se ha considerado que las pérdidas por evaporación en los embalses y filtraciones en las tuberías de conducción son del orden del 2%. En cuanto a las aguas residuales, las pérdidas son de mayor porcentaje, del 5%, ya que abundan conducciones a cielo abierto y el propio sistema de depuración por lagunaje propicia importantes evaporaciones. Por último, para las aguas superficiales se consideran unas pérdidas del 0,05% como diferencia entre el agua facturada y el agua aplicada realmente a los cultivos, según información de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena.

Las cifras de superficies de cultivos se refieren a hectáreas cultivadas dentro del ciclo de cada cultivo, pudiendo destinarse una hectárea a dos o más cosechas, por lo que hay que tener presente que el número de hectáreas físicas será algo inferior al de hectáreas cultivadas.



CAMPO DE CARTAGENA

ZONAS DE RIEGO Y ORIGEN DEL AGUA

LEYENDA

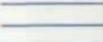
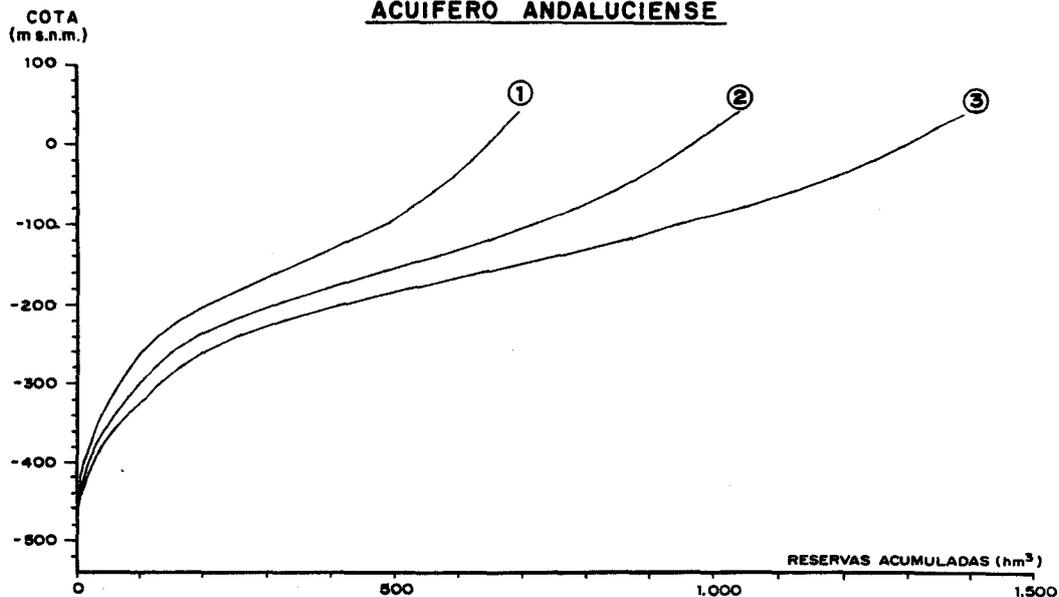
-  Límite de unidad hidrogeológica
-  Límite de zona de riego
-  Aguas subterráneas del Campo de Cartagena
-  Otras aguas subterráneas
-  Aguas superficiales del T.T.S.
-  Otras aguas superficiales
-  Aguas residuales

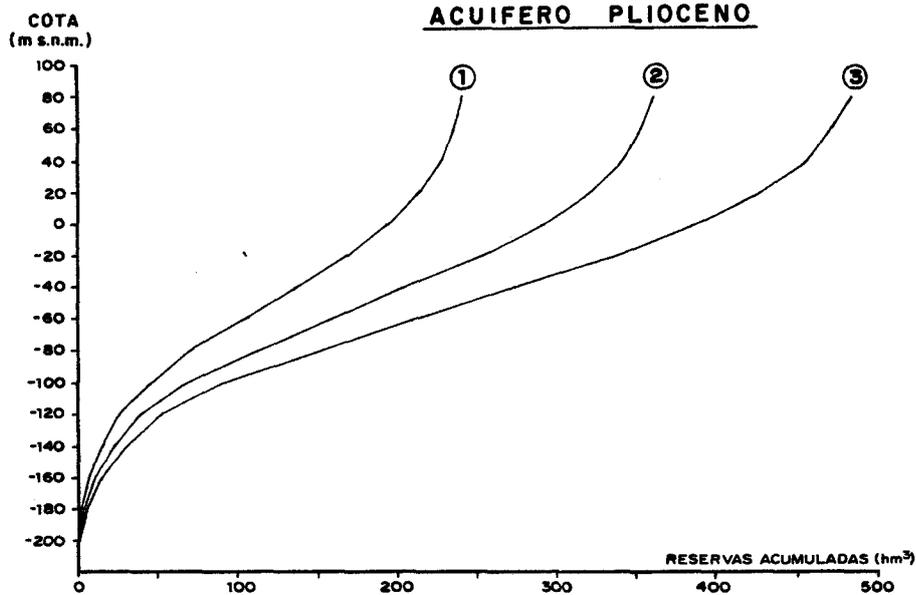
Fig. 14

CURVAS DE EXPLOTACION

ACUIFERO ANDALUCIENSE



ACUIFERO PLIOCENO



ACUIFERO CABO ROIG

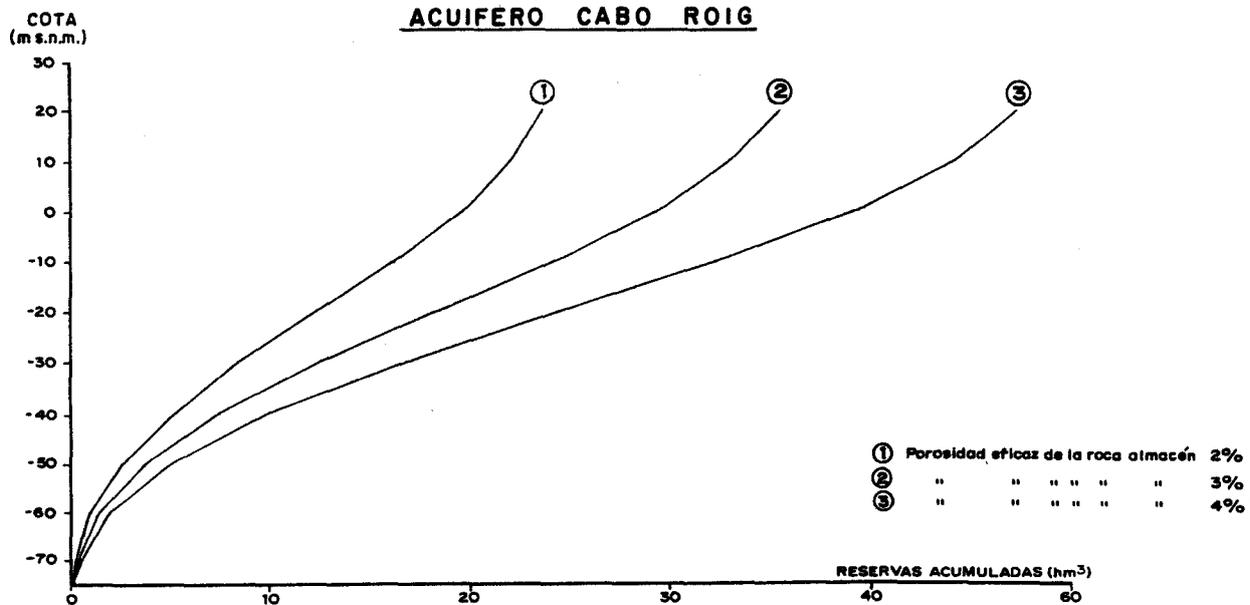


Fig. nº 15

El cuadro nº 2 muestra las diez zonas de riego en que se ha dividido el Campo de Cartagena, con indicación de los aportes de agua según sus distintas procedencias, hectáreas de cultivos regadas y dotaciones medias anuales resultantes en cada una de ellas.

Las zonas regables del trasvase Tajo-Segura implicadas son dos: una, la zona regable oriental del Campo de Cartagena y otra, la denominada, a efectos de la gestión del Trasvase, como zona regable de La Pedrera. La primera se extiende en su totalidad por el Campo de Cartagena, por lo que queda contemplada íntegramente en este estudio de demandas. En cambio la segunda se extiende sobre las unidades hidrogeológicas del Terciario de Torrevieja y parte de la del Campo de Cartagena, por lo que en este trabajo sólo se contempla esta porción, que es aproximadamente la mitad de toda la zona regable. Por otro lado hay que indicar que en la zona de Fuente Alamo, donde actualmente sólo se riega con aguas subterráneas, está previsto la llegada de aguas del Trasvase Tajo-Segura en los próximos años al área de riego que se denomina "zona regable occidental del Campo de Cartagena".

La zona denominada cota 120 recibe aguas superficiales de la cuenca del Segura, utilizando para su transporte el canal del trasvase Tajo-Segura.

En las diez zonas consideradas se utilizan aguas subterráneas.

De la observación del cuadro nº 2 se deduce que para los regadíos del Campo de Cartagena se utiliza un volumen de agua de $133,6 \text{ hm}^3$, de los cuales se han considerado como pérdidas aproximadamente 2 hm^3 ; por tanto resulta que $131,5 \text{ hm}^3$ es el volumen de agua aplicada a las 23.911 ha cultivadas, lo que supone una dotación media de $4.844 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.

El volumen de agua aplicada, según orígenes, fue en 1990 el siguiente: $54,5 \text{ hm}^3$ del trasvase Tajo-Segura; $52,5 \text{ hm}^3$ de aguas subterráneas ($50,6 \text{ hm}^3$ corresponden a la unidad hidrogeológica del Campo de Cartagena); $14,1 \text{ hm}^3$ de aguas superficiales de la cuenca del Segura y $12,3 \text{ hm}^3$ de aguas residuales.

Existe utilización de aguas residuales en las zonas Trasvase Tajo-Segura oriental, Cota 120, La Pedrera, La Zenia, Litoral y Cartagena (cuadro nº 3).

6.2 DEMANDAS URBANA E INDUSTRIAL

La casi totalidad del abastecimiento urbano e industrial del Campo de Cartagena se realiza mediante las aguas de la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT); únicamente resaltan, como excepción, las urbanizaciones litorales del término municipal de Orihuela, que se abastecen con las aguas subterráneas del acuífero Cabo Roig, y la población de Corvera (término municipal de Murcia) que complementa su abastecimiento con aguas del acuífero Tortoniense.

6.2.1. Demanda urbana

El abastecimiento público a las poblaciones del Campo de Cartagena durante el año 1990 supuso un volumen de agua de $39.103.135 \text{ m}^3$, de los que $31.413.560 \text{ m}^3$ correspondieron a la provincia de Murcia y $7.689.575 \text{ m}^3$ a la de Alicante (cuadro nº 4).

El Ayuntamiento de Cartagena recibió de la MCT en 1990 un volumen de agua de $24.324.901 \text{ m}^3$, de los cuales alrededor de $6.000.000 \text{ m}^3$ fueron destinados a industrias de su término municipal y el resto se utilizaron para abastecimiento público.

Cuadro nº 2 DOTACIONES (m³/ha/año), SUPERFICIES REGADAS (ha) Y APORTES DE AGUA PARA EL RIEGO (m³) POR ZONAS (AÑO 1990)

ZONAS	DOTACIONES MEDIAS ANUALES	HECTAREAS DE CULTIVOS DE REGADIO	VOLUMEN AGUA T.T.S.	RECURSOS PROPIOS DE LA C.R. DEL C. DE CARTAGENA	VOLUMEN AGUA SUBTERRANEA	VOLUMEN AGUA RESIDUAL	VOLUMEN TOTAL AGUA SUMINISTRADA	VOLUMEN DE PERDIDAS	VOLUMEN TOTAL AGUA APLICADA
T.T.S. ORIENTAL	6.027	9.865	51.032.712		6.900.000	2.027.705	59.960.417	503.517	59.456.900
COTA 120	5.985	3.687		14.148.142	7.800.000	345.000	22.293.142	227.962	22.065.180
FUENTE ALAMO	5.642	3.371			19.409.750		19.409.750	391.100	19.018.650
SUCINA	4.629	2.084			9.819.860		9.819.860	173.360	9.646.500
EL PUERTO	3.629	330			1.222.752		1.222.752	25.252	1.197.500
COLUMBARES	2.101	300			643.163		643.163	12.823	630.340
LA PEDRERA	4.023	2.113	3.518.653		3.060.000	2.100.000	8.678.653	178.503	8.500.150
LA ZENIA	6.602	198			986.353	358.400	1.344.753	37.653	1.307.100
LITORAL	5.202	1.193			2.251.609	4.204.489	6.456.098	250.398	6.205.700
CARTAGENA	4.599	770			435.000	3.288.660	3.723.660	182.060	3.541.600
TOTALES		23.911	54.551.365	14.148.142	52.528.487	12.324.254	133.552.248	1.982.628	131.569.620

Cuadro nº 3 AGUAS RESIDUALES DEL CAMPO DE CARTAGENA (AÑO 1990)

DEPURADORAS	VOLUMEN DESTINADO A REGADIO 12.324.254 (m ³)	VOLUMEN ENTRADA A LA ZONA 12.324.254 (m ³)	ZONAS DESTINATARIAS
LA UNION	286.160	286.160	CARTAGENA
ROCHE			
EL GARBANZAL			
EL LLANO DEL BEAL	65.736	65.736	
ALUMBRES	52.200	52.200	
EL ALGAR	29.650	29.650	
CARTAGENA	5.859.403	2.854.914	LITORAL
		2.004.489	
		1.000.000	
LA PALMA-P.ESTRE.	200.755	200.755	T.T.S. (ZONA ORIENTAL)
LA PUEBLA	26.950	26.950	
TORRE PACHECO	365.000	365.000	
D. DE PACHECO	90.000	90.000	
EL PILAR DE LA HORADADA	1.345.000	345.000	
		1.000.000	LITORAL
SAN JAVIER	1.200.000	1.200.000	COTA 120
BALSICAS	90.000	90.000	
ROLDAN	180.000	180.000	
LA ALJORRA	75.000	75.000	
VILLAMARTIN	2.158.400	2.100.000	LA PEDRERA
S. MIGUEL DE SALIN.			
TORREVIEJA		58.400	
PUNTA PRIMA	100.000	100.000	LA ZENIA
LA ZENIA	160.000	160.000	
LAS MIL PALMERAS	40.000	40.000	

Cuadro nº 4 ABASTECIMIENTO URBANO EN EL CAMPO DE CARTAGENA (AÑO 1990)

TERMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	VOLUMEN AGUA (m ³)	ORIGEN DEL AGUA
CARTAGENA	MURCIA	18.324.901	M.C.T.
FUENTE ALAMO	MURCIA	1.546.723	M.C.T.
MURCIA **	MURCIA	515.213	M.C.T.
SAN JAVIER	MURCIA	4.137.650	M.C.T. Y ACUIF. TORTON.
SAN PEDRO DEL PINATAR	MURCIA	2.101.208	M.C.T.
TORRE PACHECO	MURCIA	2.116.288	M.C.T.
LA UNION	MURCIA	1.094.613	M.C.T.
LOS ALCAZAREZ	MURCIA	1.094.613	M.C.T.
TOTAL PROVINCIA DE MURCIA		31.413.560	
ORIHUELA*	ALICANTE	6.416.000	ACUIFERO CABO ROIG
SAN MIGEL DE SALINAS	ALICANTE	180.675	M.C.T.
PILAR DE LA HORADADA	ALICANTE	1.092.900	M.C.T.
TOTAL PROVINCIA DE ALICANTE		7.689.575	
TOTAL CAMPO DE CATAGENA		39.103.135	

* Sólo una parte del T.M. está incluido en el Campo de Cartagena.

** La pedanía de Corvera se abastece con aguas de la M.C.T. y 64.000 m³ son aportados por el acuífero Tortoniense.

La población de derecho en 1990 para toda la zona estudiada fue de 253.664 habitantes, correspondiendo 238.900 a la provincia de Murcia y los restantes 14.764 a la de Alicante.

Existe población flotante exclusivamente en la costa y, sobre todo, durante la época veraniega comprendida entre el 15 de junio y el 15 de septiembre. Los datos de dicha población no se conocen con exactitud, pero se estima que en la provincia de Murcia fue de 735.000 habitantes. En la provincia de Alicante, la población en verano para el término municipal de Pilar de La Horadada se estima en 50.000 habitantes; sin embargo, no ha resultado posible conocer la población flotante en las urbanizaciones del término municipal de Orihuela, donde para muchos habitantes la estancia se prolonga incluso fuera de la época estival.

Sí puede hablarse, en términos aproximados, de la población total equivalente, obtenida en muchos casos de forma indirecta al conocerse el consumo de agua. La población total equivalente se estima, para 1990, en 374.720 habitantes, correspondiendo 300.000 a la provincia de Murcia y 74.720 a la de Alicante.

6.2.2. Demanda industrial

La industria se encuentra asentada fundamentalmente en el término de Cartagena, destacando importantes empresas de los sectores naviero, militar, metalúrgico, de fertilizantes y petroquímico, estando ubicado este último en el valle de Escombreras, fuera de los límites hidrogeológicos del Campo de Cartagena, pero que se incluyen en este estudio por su importancia e interconexión con la ciudad de Cartagena.

La entidad suministradora de agua para abastecimiento industrial es la Mancomunidad de Canales del Taibilla, que destinó en 1990 directamente a las industrias y organismos que a continuación se relacionan, la cantidad de 12.532.180 m³:

- Base aérea de Los Alcázares	90.866 m ³
- Empresa Nacional Bazán de Cartagena .	482.343 m ³
- Empresa Nacional de Fertilizantes de Escombreras (ENFERSA)	1.256.370 m ³
- Refinería de Petróleos de Escombreras (REPSOL PETROLEO)	3.955.720 m ³
- Junta del Puerto de Cartagena	160.985 m ³
- Servicios de Intendencia del Tercio de Levante de Infantería de Marina de Cartagena	573.830 m ³
- Planta de ENAGAS de Cartagena	12.066 m ³
- El Ayuntamiento de Cartagena destina a otras industrias	6.000.000 m ³
TOTAL	12.532.180 m³

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la actualidad los únicos acuíferos que permanecen todavía sobreexplotados en el Campo de Cartagena son el Triásico de Los Victorias y Cabo Roig, pues el Andaluciense, el Plioceno y el Cuaternario, que sufrían descensos continuados de niveles desde al menos el año 1973, comenzaron a recuperarse entre los años 1980 y 1985 como consecuencia de la aplicación de las aguas del Trásvase, hasta el punto de que, en general, el acuífero Plioceno tenía ya en 1990 el mismo nivel que en 1973 y el Andaluciense el mismo que en 1979.

En el caso del acuífero Cuaternario, el nivel se ha situado próximo a la superficie, y en las zonas deprimidas topográficamente se han creado problemas de drenaje en la agricultura y en las edificaciones (ej. San Javier), a la vez que han surgido nuevos manantiales (ej. San Pedro del Pinatar) y pequeñas lagunas (ej. Los Alcázares).

Está previsto que en un futuro próximo lleguen del Trásvase a la zona ocupada por el acuífero Triásico de Los Victorias parte de los 122 hm³/año asignados al Campo de Cartagena. De esta manera se liberarían importantes caudales de aguas subterráneas de este acuífero y muy posiblemente se recuperarían los niveles, lo mismo que está ocurriendo con los acuíferos antes mencionados. Por otro lado, también está previsto que las aguas de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla abastezcan a las poblaciones litorales de Cabo Roig y urbanizaciones próximas, por lo que dejarían de utilizarse, fundamentalmente para dicho abastecimiento, los 6 hm³/año que actualmente se explotan en el acuífero Cabo Roig.

En el balance de alimentación-descarga que se ha realizado en este proyecto, se obtiene una cifra estimativa con valor positivo, que está en concordancia con el ascenso generalizado de niveles; si bien hay que tener en cuenta que un volumen importante de los recursos tienen procedencia externa a la unidad (infiltración de excedentes de regadío con aguas del Trásvase).

De acuerdo con los resultados de las investigaciones realizadas por el ITGE (1988/1993) acerca del funcionamiento hidrogeológico y evolución hidrodinámica de los acuíferos, parece razonable recomendar la ordenación de las extracciones, con objeto de corregir los desequilibrios interiores que presentan los acuíferos de la unidad, y el aprovechamiento parcial del volumen de excedentes que se genera en la misma, a fin de reducir el déficit hídrico que otras zonas de la cuenca padecen. Las extracciones deberían realizarse, en primer lugar, de los acuíferos Plioceno y Cuaternario, obteniéndose en este último además el beneficio de la eliminación del encharcamiento que padecen las zonas topográficamente deprimidas de San Pedro del Pinatar-San Javier, que acarrearán problemas de drenaje y asfixia radicular en las plantas. Posteriormente, y una vez esté más avanzado el proceso de recuperación piezométrica, se incorporaría a este esquema el acuífero Andaluciense. Estas acciones llevarían implícitas obviamente un control de los volúmenes bombeados y de las incidencias hidrodinámicas en los acuíferos, con el fin de programar los caudales de extracción más adecuados en cada momento que, en principio y de acuerdo con el balance hídrico, podrían ser del orden de 20 hm³/año.

INDICE

1. INTRODUCCION	7
2. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS	8
3. CLIMATOLOGIA	10
4. GEOLOGIA	12
5. HIDROGEOLOGIA	14
5.1. TRIASICO DE LOS VICTORIAS	14
5.1.1. Formaciones permeables e impermeables	14
5.1.2. Límites del acuífero	14
5.1.3. Piezometría	15
5.1.4. Alimentación	15
5.1.5. Descarga	15
5.1.6. Reservas	15
5.1.7. Hidroquímica	15
5.2. TORTONIENSE	15
5.2.1. Formaciones permeables e impermeables	15
5.2.2. Límites del acuífero	16
5.2.3. Piezometría	16
5.2.4. Alimentación	16
5.2.5. Descarga	16
5.2.6. Reservas	17
5.2.7. Hidroquímica	17
5.3. ANDALUCIENSE	17

5.3.1. Formaciones permeables e impermeables	17
5.3.2. Límites del acuífero	17
5.3.3. Piezometría	18
5.3.4. Alimentación	18
5.3.5. Descarga	18
5.3.6. Reservas	18
5.3.7. Hidroquímica	23
5.4. PLIOCENO	23
5.4.1. Formaciones permeables e impermeables	23
5.4.2. Límites del acuífero	23
5.4.3. Piezometría	24
5.4.4. Alimentación	31
5.4.5. Descarga	31
5.4.6. Reservas	31
5.4.7. Hidroquímica	31
5.5. CABO ROIG	32
5.5.1. Formaciones permeables e impermeables	32
5.5.2. Límites del acuífero	32
5.5.3. Piezometría	39
5.5.4. Alimentación	39
5.5.5. Descarga	39
5.5.6. Reservas	39
5.5.7. Hidroquímica	39
5.6. CUATERNARIO	40
5.6.1. Formaciones permeables e impermeables	40
5.6.2. Límites del acuífero	40

5.6.3. Piezometría	40
5.6.4. Alimentación	43
5.6.5. Descarga	43
5.6.6. Hidroquímica	43
5.7. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO POR SECTORES	43
5.7.1. Sector de Cabezo Gordo	44
5.7.2. Sector de Sucina-Riquelme	44
5.7.3. Sector Fuente Alamo-Valladolises	45
5.7.4. Sector Sierras del Norte	46
5.7.5. Sector Cartagena-La Unión	46
5.7.6. Sector Litoral	47
5.7.7. Sector Cabo Roig	47
5.8. BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL CAMPO DE CARTAGENA	48
6. DEMANDAS Y USO DEL AGUA	52
6.1. DEMANDA AGRICOLA	52
6.2. DEMANDAS URBANA E INDUSTRIAL	57
6.2.1. Demanda urbana	57
6.2.2. Demanda industrial	61
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62