

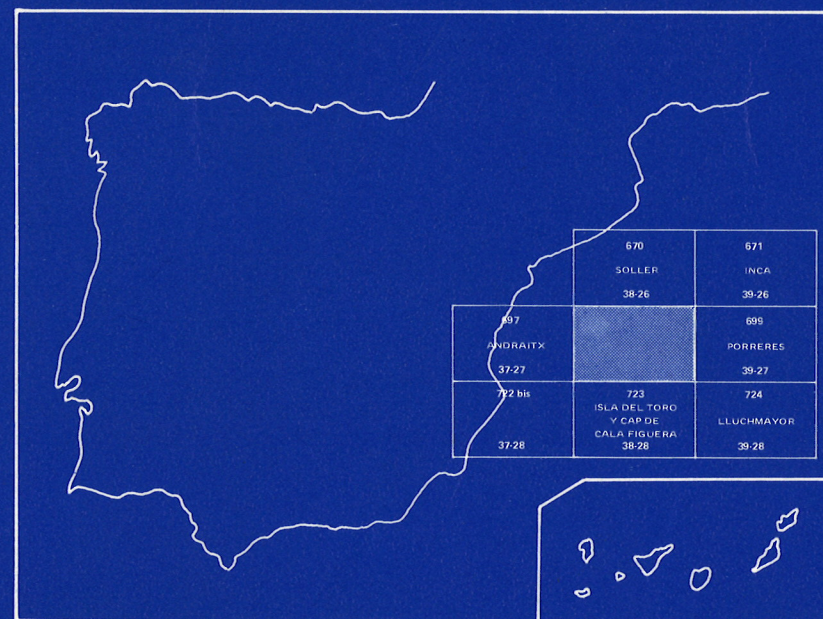
MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PALMA

Primera Serie- Primera edición

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3





INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA**  
**E. 1:50.000**

**PALMA**

**Primera Serie- Primera edición**

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

## INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria.

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria y Energía - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

I.S.S.N. 0212-0178

Depósito Legal: M-27.703-1983

Talleres Gráficos IBERGESA - Crta. de Burgos km 12,200 - Madrid

## INDICE

	Páginas
1. INTRODUCCION .....	7
2. ANTECEDENTES .....	8
3. MARCO LEGAL. ISLA DE MALLORCA. ....	9
3.1. ZONAS LEGALES Y SUS LIMITACIONES. ....	9
4. GENERALIDADES DE LA ISLA DE MALLORCA ..	10
4.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS .....	11
4.2. MARCO SOCIO-ECONOMICO .....	12
4.3. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA .....	12
4.4. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERALES. ....	13
4.5. RECURSOS TOTALES UTILIZABLES. ....	14
4.6. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS. ....	15

<b>5. GEOLOGIA</b> .....	15
<b>5.1. HISTORIA GEOLOGICA</b> .....	15
<b>5.2. ESTRATIGRAFIA</b> .....	16
<b>5.2.1. Mesozoico</b> .....	16
5.2.1.1. TRIASICO .....	17
5.2.1.1.1. Muchelkalk .....	17
5.2.1.1.2. Keuper .....	17
5.2.1.2. JURASICO .....	17
5.2.1.2.1. Infralías-Lías Medio. . . .	17
5.2.1.2.2. Lías Superior-Cretácico .	18
<b>5.2.2. Terciario</b> .....	18
5.2.2.1. OLIGOCENO .....	18
5.2.2.2. MIOCENO .....	19
5.2.2.2.1. Burdigaliense inferior . . .	19
5.2.2.2.2. Burdigaliense medio. . . .	19
5.2.2.2.3. Mioceno terminal .....	20
5.2.2.3. PLIOCENO .....	20
5.2.2.3.1. Plioceno inferior .....	20
5.2.2.3.2. Plioceno medio-superior	21
5.2.2.3.3. Conglomerado de la Font	
de la Vila .....	21
5.2.2.3.4. Plioceno-Pleistoceno . . .	21
<b>5.2.3. Cuaternario</b> .....	21
<b>5.3. TECTONICA</b> .....	22
 <b>6. HIDROGEOLOGIA DE LA HOJA DE PALMA</b> .....	23
<b>6.1. DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS</b> .....	23
<b>6.1.1. Sistema Acuífero 76. Sierra Norte</b> .....	23
6.1.1.1. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE	
NA BURGUESA. ....	23
6.1.1.2. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE	
ESTREMER. ....	24
6.1.1.3. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE	
LA FONT DE LA VILA. ....	26

6.1.1.4. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE	
NA PERE .....	26
6.1.1.5. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE	
CALVIA .....	27
<b>6.1.2. Sistema Acuífero 77. Depresión Central.</b> .....	27
6.1.2.1. SUBSISTEMA ACUIFERO 77A.	
LLANO DE PALMA .....	27
6.1.2.2. SUBSISTEMA ACUIFERO 77B	
LLANO DE INCA-LA PUEBLA. . . .	30
<b>6.2. INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS.</b> .....	30
<b>6.3. EVOLUCION PIEZOMETRICA.</b> .....	32
<b>6.4. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA</b> .....	34
 <b>7. UTILIZACION DEL AGUA SUBTERRANEA</b> .....	35
 <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	37



## 1 INTRODUCCION

Una de la misiones específicas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de febrero.

Desde 1970 el IGME 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 actualizando 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 IGME como informes de síntesis a los que 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 hojas 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 lo 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 autosuficiente, no obstante, se acompaña una breve memoria explicativa que completa la información gráfica. Con objeto de facilitar la labor de todo aquel que se interese en una información más detallada sobre la zona cubierta por la hoja, se incluye una lista de referencias bibliográficas, que comprende no sólo libros o informes publicados, sino todos aquellos documentos editados en reducido número de ejemplares y disponibles para su consulta en el Centro de Documentación del IGME.

## 2 ANTECEDENTES

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) inició en 1968, dentro del Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), el estudio de los recursos subterráneos de los sistemas acuíferos de la Cuenca de Mallorca, Menorca e Ibiza. La ley 58/1969 de 30 de junio, sobre régimen jurídico de los alumbramientos de aguas subterráneas en la isla de Mallorca, prohibió durante un plazo de cuatro años la ejecución de nuevos alumbramientos o ampliación de los existentes que no fueran los necesarios para elaborar el Estudio Regional de los Recursos Hidráulicos Totales de Baleares, que se encomendaba, con carácter urgente, al Comité de Coordinación de los Ministerios de Agricultura, Industria y Obras Públicas. Dicha ley establece, en su artículo sexto, que una vez finalizado el citado estudio, el Gobierno aprobaría por Decreto las normas que habrían de regir para los futuros alumbramientos con vistas a garantizar el aprovechamiento óptimo de los recursos subterráneos, dando para ello un plazo de cuatro años.

A la vista de los resultados obtenidos en el progreso de los estudios, por Decreto 632/1972 de 23 de mayo, se extendió la aplicación de la ley a la

isla de Ibiza y se suavizaron las prohibiciones previstas en las mismas para la isla de Mallorca, al mismo tiempo que se dictaban normas que regulasen las nuevas extracciones. Por Decreto 1072/1973 de 18 de mayo, se prorrogó el plazo para dictar las normas previstas en la ley, siendo de aplicación durante este período el Decreto 632/1972 de 23 de marzo.

Finalizado el Estudio Regional de los Recursos Hidráulicos Totales de Baleares, se establecieron las normas definitivas previstas en la ley por Decreto 3382/1973 de 21 de diciembre, publicado en el B.O.E. núm. 14 de fecha 17 de enero de 1974. Estas normas, actualmente vigentes, se dictaron contemplando las experiencias y estudios realizados hasta la fecha de promulgación del Decreto.

A partir de 1974 el IGME inicia una nueva fase de investigación hidrogeológica a través del Programa Nacional de Gestión y Conservación de los Acuíferos (PNGCA), armonizada con la misión asignada a éste en el Decreto 3382/1973 de 21 de diciembre, indispensable para mantener actualizados los balances de acuíferos y seguir periódicamente la evolución de los niveles piezométricos y de la calidad del agua subterránea.

Dada la singularidad del Decreto 3381/1973, actualmente en vigor en todo el ámbito balear, y en base a los estudios que se llevan realizados, se dispone de abundante información sobre los acuíferos de los diferentes sistemas de la isla de Mallorca, Menorca e Ibiza.

## 3 MARCO LEGAL. ISLA DE MALLORCA

En el capítulo precedente se ha expuesto someramente los sucesivos estudios hasta la promulgación del Decreto 3382/1973 de 21 de diciembre. En el presente se define el marco en el que dicho Decreto se desenvuelve.

### 3.1 ZONAS LEGALES Y SUS LIMITACIONES

El Decreto 3382/1973, en su artículo segundo, y con objeto de fijar distintas normas técnicas según las características hidrogeológicas de las cuencas, divide las islas Baleares en nueve zonas legales.

En su artículo cuarto, el citado Decreto dice que para la ejecución de nuevos alumbramientos diferentes a los pozos ordinarios a que se refiere el artículo veinte de la Ley de Aguas, así como ampliación de los existentes, serán precisas, además de los requisitos que establece la legislación vigente, autorizaciones que deberán ajustarse en cada una de las nueve zonas descri-



tas en el artículo segundo a las siguientes normas específicas en cuanto a caudal máximo instantáneo, uso, distancia entre captaciones y profundidad de la bomba o del pozo, aparte de las normas generales:

a) Caudal máximo instantáneo, uso y distancia mínima entre captaciones,

1 l/s para uso doméstico

Permitido en todas las zonas

100 metros de distancia

5 l/s para cualquier uso

Permitido en las zonas 3, 4, 5 y 6

300 metros de distancia

10 l/s para cualquier uso

100 metros de distancia

Permitido en la zona 9

Mayor de 10 l/s para cualquier uso

300 m de distancia

b) Profundidad máxima de la bomba,

Cota: — 1 m (s.n.m.) para todas las zonas

c) Profundidad máxima del pozo o sondeo,

Cota: — 10 m (s.n.m.) en zonas 1, 6, 7 y 8

Cota: — 30 m (s.n.m.) en zonas 2 y 4

Para establecer los límites de autorización de extracciones anuales a las existentes, se tendrá en cuenta las disponibilidades estimadas en el Estudio Regional de Recursos Hidráulicos Totales de Baleares y la evolución de los niveles piezométricos y de calidad de agua.

## 4 GENERALIDADES DE LA ISLA DE MALLORCA

En este capítulo se analiza, a grandes rasgos, el marco hidrogeológico regional de la isla de Mallorca, imprescindible para un mejor conocimiento de la hoja de Palma.

En el Mapa Nacional de Síntesis de Sistemas Acuíferos, definido por el

IGME en 1971, la isla de Mallorca está dividida en tres sistemas acuíferos 76, 77 y 78. El 76 y 78 corresponden a los sistemas montañosos de la Sierra Norte y Sierra de Levante, constituidos en casi su totalidad por materiales calizos y dolomíticos secundarios, independizados por materiales cuaternarios, miocenos, oligocenos y cretácicos, que dan lugar a gran número de acuíferos, desconectados entre sí.

El sistema acuífero 77 comprende la parte central de la isla, en un 85 por ciento sus afloramientos son permeables, constituidos por calcarenitas y calizas miocenas y materiales cuaternarios.

Dadas las notables diferencias en cuanto a demandas y usos del agua se refiere, el sistema acuífero 77 se ha dividido en cuatro zonas acuíferas, o subsistemas, 77-A Llano de Palma, 77-B Llano de Inca-La Puebla, 77-C La Marineta y 77-D Depresión de Lluchmayor-Campos.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

El Archipiélago Balear está situado al oeste del Mediterráneo occidental. Constituye las partes emergidas del promontorio balear, que como una prolongación de las Cordilleras Béticas se interna en el Mediterráneo.

Mallorca, con una extensión de 3.640 km<sup>2</sup> es la mayor de este archipiélago, alcanzando su costa una longitud de 554 km.

Morfológicamente la isla está dividida en tres unidades bien diferenciadas, Sierra Norte, Depresión Central y Sierra de Levante.

La Sierra Norte ocupa casi un 25 por ciento de la superficie total y corresponde a una Sierra muy abrupta, con alturas superiores a los 1.000 m (Puig Mayor 1.443 m), que se extiende a lo largo de 90 km con dirección Suroeste-Noreste en el dominio occidental de la isla.

La Depresión Central, con un 60 por ciento de superficie, ocupa la mayor parte de la isla. Es llana y sus elevaciones son de unos 100 m, exceptuando los macizos de Randa (540 m) y Puig de Bonany (317 m), que separan una serie de depresiones dentro de ella.

La Sierra de Levante, ubicada en el dominio oriental de la isla, ofrece una topografía relativamente suave en la que las alturas máximas son del orden de los 500 m.

La hoja de Palma se ubica en el sector suroccidental de la isla. Comprende parte del dominio meridional de la Sierra Norte, en su mitad occidental, el Llano de Palma y el límite más meridional del Llano de Inca-La Puebla en su mitad oriental.

## 4.2 MARCO SOCIOECONOMICO

La Depresión Central, con un 60 por ciento de la superficie de Mallorca, es la zona en que mayor concentración urbana y turística se asienta. La capital de la provincia, Palma, con 304.422 habitantes de hecho (censo de 1981), representa el 54 por ciento del total censado en la isla, y núcleos urbanos tan importantes como Inca, La Puebla, Campos y Lluchmayor se localizan en esta depresión.

— Sector Primario. La agricultura mallorquina es variable en cultivos así como en su aprovechamiento. Los cultivos de secano suponen unas 200.000 ha mientras que los regadíos representan unas 19.500 ha, de las que unas 3.500 ha son dedicadas al cultivo de patatas, 7.500 ha al de forrajeras y 3.000 ha al de leguminosas y el resto a frutales diversos.

En el área del Llano de Palma y Marratxí las hectáreas regadas son unas 4.150, que representan el 21 por ciento del total de la isla.

En cuanto a actividades ganaderas, el municipio de Palma cuenta con 9.000 cabezas de vacuno que representa el 23 por ciento del total censado.

— Sector Secundario. Este sector contribuye con un 20 por ciento a la formación del producto interior bruto provincial. Destaca los subsectores de Edificaciones y Obras Públicas, y el de Cuero, Calzado y Confección.

— Sector Terciario. Este sector representa el 72 por ciento del producto interior bruto provincial. En 1980 se registró en Mallorca un total de 3.631.957 pasajeros entrados por vía aérea y 489.919 por vía marítima (fuente S.A.C. y Memoria anual Puerto de Palma), que representa un aumento de un 50 por ciento sobre el total registrado en 1975.

## 4.3 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

El clima de Mallorca es mediterráneo, templado, con temperaturas medias anuales próximas a los 17° C.

Estas temperaturas varían sesiblemente de las zonas más altas de la Sierra Norte, donde nieva en invierno, a las zonas más cálidas en los alrededores de Palma. En verano la temperatura media se aproxima a los 25° C, mientras que en invierno no suele bajar de los 10° C. La precipitación media anual se acerca a los 600 mm, siendo la Sierra Norte la que mayor parte recoge debido al efecto de pantalla que esta sierra hace frente a las precipitaciones que se acercan por el oeste.

En el Llano de Palma la precipitación media en los últimos diez años fue de 450 mm, registrándose en el último año (1981-1982) una precipitación de 244,7 mm (Son San Juan, Aeropuerto).

La evapotranspiración potencial es muy fuerte en todo el Llano de Palma, superando a las lluvias durante la mayor parte del año y su valor total es de 851,8 mm (Thornthwaite).

La evapotranspiración real es de 433,5 mm.

No existe en la isla prácticamente ningún curso permanente de agua debido a que las aportaciones superficiales corresponden a zonas montañosas con altas pluviometrías, y a la elevada permeabilidad superficial de la mayor parte de la isla.

Los torrentes sólo reciben aportaciones importantes cuando las precipitaciones son de una intensidad horaria.

La aportación media del torrente Gros al Llano de Palma (E-11-03) es de 12,08 hm<sup>3</sup>/año durante el período 1976-1980 y descarga al mar un volumen medio de 4,0 hm<sup>3</sup>/año, en el mismo período considerado.

## 4.4 CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERALES

Como ya se definió en apartados anteriores, la isla de Mallorca presenta tres accidentes morfológicos relevantes con marcadas diferencias hidrogeológicas entre sí, la Sierra Norte, la Sierra de Levante y la Depresión Central.

Los materiales calizo-dolomíticos jurásicos de la Sierra Norte y Sierra de Levante, constituyen un gran número de acuíferos, de extensión reducida y desconectados entre sí, que ofrecen similares características. Estos acuíferos se estudian como unidades aisladas y se estima, para cada uno de ellos, sus balances hidráulicos.

La Sierra Norte y Sierra de Levante están separadas por la Depresión Central, que independiza ambos sistemas montañosos. Los materiales que la conforman son, fundamentalmente, miocenos y cuaternarios, constituidos por calcarenitas, calizas, dunas y depósitos aluviales.

Esta Depresión integra en ella varias depresiones separadas entre sí por suaves y ondulados relieves. Una de estas depresiones, Llano de Palma, configura la casi totalidad del dominio oriental de la hoja, y que en líneas generales está formada por dos acuíferos. Uno superior, libre, con una gran extensión superficial en el Llano, constituido por calcarenitas pliocenas y depósitos aluviales cuaternarios, y otro, inferior, formado por calizas y



calizas neomórficas miocenas, de mucha menos extensión superficial y localizado en afloramientos al noreste y suroeste del Llano. El acuífero inferior del Llano de Palma es cautivo hacia el centro del Llano y zona costera, y libre en los bordes del Llano donde está conectado con el acuífero superior.

#### 4.5 RECURSOS TOTALES UTILIZABLES

En la isla de Mallorca, al igual que ocurre a escala peninsular, los recursos hidráulicos están irregularmente distribuidos, encontrándose las zonas excedentarias alejadas de las zonas de mayor demanda para consumo humano. Es pues necesario conocer el grado de explotación de cada uno de los tres sistemas acuíferos para poder programar una adecuada planificación hidráulica integral de la isla.

La existencia de un gran número de acuíferos independientes entre sí en las Sierras Norte y Levante, y de acuíferos miocenos y cuaternarios igualmente desconectados dentro de la Depresión Central, obliga a un análisis aislado de cada uno de ellos para su posterior integración en la planificación insular.

Los recursos totales utilizables de la isla de Mallorca se estiman entre 230-250 hm<sup>3</sup>/año, de los que 220-240 hm<sup>3</sup>/año son recursos subterráneos.

En el sistema acuífero 76, Sierra Norte, del conjunto de recursos totales utilizables, 46 hm<sup>3</sup>/año\*, 11 hm<sup>3</sup>/año corresponden a regulación superficial y el resto, 35 hm<sup>3</sup>/año, son recursos subterráneos con un grado de explotación estimado actualmente en un 90 por ciento. Los 42 hm<sup>3</sup>/año de utilización actual son explotados fundamentalmente para abastecimiento.

En el sistema acuífero 77, Depresión Central, dividido en cuatro subsistemas en función de sus diferentes demandas, los recursos totales utilizables coinciden con los subterráneos utilizables, variando en cada uno de ellos únicamente el grado de explotación.

En el subsistema 77A, Llano de Palma, los recursos subterráneos utilizables son del orden de 65 a 75 hm<sup>3</sup>/año con un grado de explotación próximo al 100 por cien. Un 65 por ciento de este volumen se utiliza para regadío, el resto para abastecimiento de la ciudad de Palma.

En el subsistema 77B, Llano de Inca-La Puebla, los recursos subterráneos utilizables son del orden de 60-65 hm<sup>3</sup>/año con un grado de explotación estimado actualmente en un 80 a 90 por ciento. La utilización de este agua es, fundamentalmente para regadío.

\* En año medio

En el subsistema 77C, La Marineta, los recursos subterráneos utilizables se estiman en 6-8 hm<sup>3</sup>/año, de los que actualmente se encuentran en explotación 2,4 hm<sup>3</sup>/año, para uso agrícola.

En el subsistema 77D, Depresión de Lluchmayor-Campos, los recursos totales utilizables se estiman en 25-30 hm<sup>3</sup>/año, aunque se bombea un volumen superior, lo que produce una sobreexplotación del acuífero en la Depresión de Campos con salinización del mismo en esta zona. Este volumen es utilizado fundamentalmente para regadío.

En el sistema acuífero 78, Sierra de Levante, los recursos totales utilizables coinciden con los subterráneos utilizables y se estiman en 28-32 hm<sup>3</sup>/año, con un grado de utilización de un 90-92 por ciento, utilizados para regadío y abastecimiento.

#### 4.6 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

En general, la mejor calidad del agua subterránea de la isla corresponde a los acuíferos de la Sierra Norte. Los acuíferos de este sistema, Estremera y Na Burguesa, que contribuyen con un 32 por ciento a las extracciones necesarias para satisfacer las demandas urbanas de Palma-Calviá, presenta un agua de muy buena calidad, con valores inferiores a 200 mg/l de ión cloruro. Los acuíferos costeros sobreexplotados en este sistema, Vall-Verd y Alcudia, se encuentran sometidos a un proceso de intrusión de agua de mar.

En los acuíferos miocenos y cuaternarios de la Depresión Central, la calidad del agua se ve en ocasiones alterada por procesos de intrusión de agua de mar, acuífero inferior del Llano de Palma, Depresión de Campos y La Marineta, o bien por vertidos de aguas residuales urbanas, como ocurre en el Llano de Inca-La Puebla.

En el sistema de la Sierra de Levante, se encuentran elevados contenidos en ión cloruro en el litoral calcarenítico de la Sierra. En el resto del sistema, la calidad del agua es buena, salvo en ocasiones en que puntualmente está deteriorada por vertidos de aguas residuales urbanas.

### 5 GEOLOGIA

#### 5.1 HISTORIA GEOLOGICA

Geológicamente la isla de Mallorca puede considerarse perteneciente al

surco externo bético, situándose en el dominio meridional de éste.

La evolución de los diferentes episodios de subsidencia y emersión que desde el Triásico, y paralelamente a los del geosinclinal bético, afecta al área balear, culmina con una fase orogénica post-burdigaliense que determina y configura las actuales estructuras de la isla de Mallorca.

Durante el Lías medio y hasta el Cretácico inferior se produce la primera subsidencia, para iniciarse en el Cretácico superior un levantamiento generalizado del promontorio balear.

El Eoceno se inicia con una importante etapa compresiva, semejante a la del resto del dominio alpino mediterráneo, que propicia la emersión de dicha área balear. Durante el Eoceno medio y superior las transgresiones marinas, condicionan a este área con frecuentes episodios lagunares que alcanzan su cénit durante el Oligoceno.

El Mioceno se inicia con un predominio de depósitos continentales, hasta que durante el Burdigaliense se produce una nueva transgresión marina que afecta a la mayor parte de Mallorca.

Después de esta transgresión burdigaliense el área balear se ve afectada por una fase orogénica importante que condiciona, como ya se ha mencionado, las estructuras de la isla de Mallorca.

El Mioceno terminal, claramente postorogénico, se caracteriza por la instauración de depósitos de ambiente de plataforma sobre la que se desarrollan potentes formaciones arrecifales.

Sobre estas formaciones arrecifales se inicia en el Plioceno una nueva transgresión combinada con una subsidencia, que culmina con unos depósitos dunares en su etapa transgresiva.

El Cuaternario se caracteriza por la instauración de un régimen fluvial importante y la presencia de una serie de formaciones costeras (dunas) atribuibles a las últimas glaciaciones.

## 5.2 ESTRATIGRAFIA

### 5.2.1 Mesozoico

Estos depósitos ocupan la mayor parte de la mitad occidental de la hoja, y algunos afloramientos aislados en su sector nororiental.

Los afloramientos de materiales del Buntsandstein, en su facies típica, constituyen el substrato de la isla de Mallorca, localizándose únicamente en los sectores más occidentales de la Sierra Norte.

### 5.2.1.1 TRIASICO

#### 5.2.1.1.1 Muschelkalk

Sobre los depósitos del Buntsandstein, aunque no representados en el ámbito de esta hoja, aflora una serie constituida por calizas tableadas, con fucoides, en ocasiones margosas, y dolomías.

Aparecen bien desarrollados en el dominio oriental del municipio de Esporlas. Su potencia estimada es del orden de los 70 m.

Se considera a este conjunto como permeable, y su interés como formación acuífera escaso dada la exigua amplitud de sus afloramientos.

#### 5.2.1.1.2 Keuper

Está representado por arcillas, margas y yesos de tonos versicolores. Se intercalan en esta serie arcillosa algunos niveles de carniolas.

Generalmente está débilmente representado, o falta con frecuencia debido a procesos de laminación tectónica, muy acusada en este dominio de la Sierra Norte.

Se considera como un conjunto impermeable.

### 5.2.1.2 JURASICO

#### 5.2.1.2.1 Infralías-Lías medio

El paso del Keuper al Infralías es gradual, aumentando paulatinamente las intercalaciones de niveles carniolíticos a techo del Keuper, mientras que en su base la serie de dolomías tableadas y carniolas alternan con ocasionales niveles arcillosos de tonalidades verdosas. La potencia de este tramo se puede estimar en unos 150 m, aunque es posible que se encuentre laminado por los procesos tectónicos que condicionan estructuralmente la Sierra Norte.

Sobre la serie de carniolas y dolomías tableadas del Infralías, se inicia el Lías con una serie de dolomías, en general poco estratificadas, a las que siguen unas calizas cristalinas grises. A techo de esta serie y ya en el Lías medio, aparecen unas pasadas muy características de calizas con granos de cuarzo lechoso, para finalizar con unas calizas arenosas con esporádicas pasadas oolíticas. La potencia de ésta se estima del orden de los 250-300 m,



dando para el conjunto Infralías-Lías medio una potencia de 400-450 m.

En esta serie dolomítica y calcárea se observan frecuentes procesos de fracturación, abundando las brechas dolomíticas y fenómenos cársticos bastante desarrollados.

Este conjunto condiciona hidrogeológicamente la mayor parte del dominio occidental de la hoja.

La permeabilidad de estos materiales es alta, observándose variaciones substanciales en el conjunto, debido a los mencionados procesos de fracturación y carstificación.

Constituye una serie de unidades hidrogeológicas, independizadas entre sí, que ofrecen gran interés como acuíferos y que se les ha denominado, Unidad de Na Burguesa, La Estremera, Calviá, Font de la Vila y Na Pere.

#### 5.2.1.2.2 Lías superior-Cretácico

Hidrogeológicamente se va a considerar como un único conjunto a la serie que se inicia con un tránsito gradual de los niveles calizo-dolomíticos liásicos a niveles más margosos.

Estratigráficamente va desde el Lías superior al Cretácico y lo constituye una serie de niveles calizo-margosos con nódulos de sílex de tonos grisáceos, salvo la facies Titónica que hacia el techo presenta un aspecto de "falsas brechas" de tonos vinosos y verdosos con abundante fauna (Ammonites).

El Cretácico presenta generalmente facies más margosas y se caracteriza por la ausencia, en estos niveles, de nódulos de sílex.

Este conjunto margoso es fácilmente identificable por la gran abundancia de macrofauna (Ammonites) y microfauna (Radiolarios, Globotruncanas).

Se considera como un conjunto impermeable.

### 5.2.2 Terciario

Estos afloramientos aparecen ampliamente representados en el sector oriental de la hoja, y diseminados en retazos, ocasionalmente cabalgados por sedimentos mesozoicos, en el dominio occidental.

#### 5.2.2.1 OLIGOCENO

Transgresivamente sobre sedimentos normalmente cretácicos afloran

unos conglomerados calcáreos compactos, de cantos muy elaborados de caliza, alternando con calizas arenosas con Miliólidos y Nummulites.

En ocasiones aflora como calizas de tonos café con leche con algas, o margas arenosas de color salmón.

Donde más ampliamente aparece representado es al sur de núcleo urbano de Calviá, sector suroccidental de la hoja, donde esporádicamente alcanza los 300 m de potencia.

La permeabilidad de esta serie puede considerarse como media o baja.

#### 5.2.2.2 MIOCENO

##### 5.2.2.2.1 Burdigaliense inferior

Se presenta como cobertera de la serie tectónica inferior o serie I de Fallot, según las teorías "clásicas" compresivas, y su carácter es siempre transgresivo.

Está formado fundamentalmente por conglomerados de cantos calizos, calizas y calcarenitas con glauconía y amphisteginas, y a techo una serie de margas arenosas con esporádicas intercalaciones de niveles conglomeráticos. Aflora en el cuadrante noroccidental de la hoja, a lo largo de la carretera de Palma a Puigpunyent y en las proximidades de Esporlas y Estellencs. Su potencia se estima superior a los 200 m.

Se considera a todo el conjunto como impermeable, aunque en sus niveles inferiores, conglomerados y calizas, la permeabilidad es de media a baja.

##### 5.2.2.2.2 Burdigaliense medio

Aflora en el sector nororiental de la hoja entre las localidades de Santa María y Marratxí.

Está constituido por unas margas grises con yesos con abundantes cambios laterales a formaciones lacustres de calizas y margas.

Aunque estratigráficamente se ha separado, hidrogeológicamente se va a considerar a todo el Burdigaliense como un conjunto impermeable. La división estratigráfica, en esta memoria, está justificada por la importancia que el Burdigaliense inferior tiene en la tectónica compresiva de la Sierra Norte.

#### 5.2.2.2.3 Mioceno terminal

Aparece claramente representado en el cuadrante nororiental de la hoja y en amplios afloramientos en la zona occidental de la ciudad de Palma. Lo constituye una serie de depósitos transgresivos sobre un zócalo plegado y erosionado, postorogénicos, que desde el Tortoniense, iniciado en este dominio por niveles de calcisilticas y margas con heterosteginas, abarca hasta el Messiniense en el que se desarrollan importantes complejos arrecifales.

Lo constituyen tres niveles que lateralmente y hacia el borde de la cubeta que conforma al Llano de Palma pasan a uno solo.

Se inicia este conjunto con un tramo de calizas y margas con heterosteginas, de unos 125-150 m de potencia, sobre el que se depositan unas margas ocreas de unos 50 m de potencia, para finalizar con unas calizas grises, neomórficas (calizas "Pont d'Inca") y calizas blanquecinas con algas.

A este conjunto se le va a considerar como de permeabilidad normalmente alta y variable, diferenciando en él dos niveles muy significativos independizados, hacia el centro de la cubeta, por un paquete de margas ocreas.

- Nivel de calizas grises, neomórficas, que constituyen las denominadas calizas tipo Pont d'Inca, con permeabilidad alta y que actualmente está afectada por procesos de intrusión de agua de mar muy acusados.

- Nivel de calizas y calcarenitas con permeabilidad de media a alta y con agua de buena calidad.

Se le ha denominado como el "Acuífero Inferior del Llano de Palma".

#### 5.2.2.3 PLIOCENO

Aflora en el borde suroriental de la hoja, y en pequeños isleos en ese mismo cuadrante y en el sector suroccidental.

##### 5.2.2.3.1 Plioceno inferior

Está formado por margas grises con "ammussium", de unos 100 m de potencia, y aparece representado en unos pequeños afloramientos al norte de la carretera de Palma a Sineu.

A este nivel se le considera como impermeable.

##### 5.2.2.3.2 Plioceno medio-superior

Lo constituyen unas calcarenitas bioclásticas de grano muy grueso, denominadas localmente "mares", muy porosas, carstificadas y de alta permeabilidad.

Se considera a estas calcarenitas como un acuífero de gran interés, "Acuífero superior del Llano de Palma", siendo la base de las explotaciones que se realizan en el Llano de Palma.

Su potencia máxima es de 100 m, siendo frecuente verlo afectado por procesos de erosión.

##### 5.2.2.3.3 Conglomerados de la Font de La Vila

Al norte de Establiments y sobre los depósitos jurásicos y cretácicos del borde meridional de la Sierra Norte, aparecen unos depósitos, de edad indeterminada, constituidos por unos conglomerados de elementos muy irregulares, generalmente calcáreos, con suaves buzamientos deposicionales al norte y con ocasionales intercalaciones de margas arenosas grises y ocreas. Conjunto permeable.

##### 5.2.2.3.4 Plioceno-Pleistoceno

###### *Dunas*

Afloran ampliamente en el cuadrante suroriental de la hoja y esencialmente están formadas por calcarenitas de grano medio a grueso, muy porosas, poco cementadas y de alta permeabilidad. Su potencia puede llegar a alcanzar los 30 m.

#### 5.2.3. Cuaternario

Estos depósitos aparecen ampliamente representados en la mitad oriental de la hoja, en la que se han distinguido cartográficamente dos unidades.

La primera, ubicada en el dominio central del cuadrante SE, la constituyen unos depósitos costeros-lagunares formados por "calizas lacustres y margas" de Sant Jordi. La permeabilidad de este conjunto es baja y su potencia muy pequeña ofreciendo un escaso interés como acuífero.

La segunda unidad se desarrolla en el dominio central, nororiental y

suroccidental. Está formada por potentes depósitos aluviales que en ocasiones y en el sector más septentrional llegan a superar los 250 m de potencia. Presenta niveles de limos rojos, conglomerados y limos con cantos, con una distribución caótica. La permeabilidad de estos depósitos varía sensiblemente de una zona a otra, pero se va a considerar a todo el conjunto como de permeabilidad media. Constituye conjuntamente con el Plioceno medio-superior un acuífero único y libre, de gran interés, "Acuífero Superior del Llano de Palma".

### 5.3 TECTONICA

Tectónicamente esta hoja presenta dos zonas muy bien diferenciadas, una la correspondiente al dominio más meridional de la Sierra Norte y algunos retazos aislados existentes al norte de Marratxí, y la otra, la que constituye la depresión del Llano de Palma.

La Sierra Norte, que ocupa la mitad occidental de la hoja, presenta una tectónica muy compleja, originada por empujes de dirección NO que han producido una complicada disposición de los materiales, con numerosas fallas, pliegues y escamas tectónicas.

Los principales empujes tectónicos de la Sierra Norte se han producido después de la primera transgresión Burdigaliense.

La teoría clásica, Fallot, P. (1922) considera que la Sierra Norte está formada por tres series tectónicas superpuestas por efecto de un empuje compresivo hacia el NO. En la actualidad se llevan a cabo, por diferentes autores, estudios que analizan con mayor rigurosidad estos procesos compresivos y cuestionan, gracias a los avances de las diferentes disciplinas, el carácter compresivo que a partir del Oligoceno define a toda el área balear. Estos estudios demuestran que una parte de los mantos de corrimiento definidos por Fallot corresponden a unidades gravitacionales que se intercalan dentro de las cuencas mediterráneas miocenas.

De las tres series tectónicas de Fallot, la serie I, o inferior, es la más septentrional y se extiende a lo largo de la costa norte. En ella aparece un Trías arenoso y una cobertera burdigaliense que recubre estratos mesozoicos. Se observa en el borde noroccidental de la hoja, junto a Estellencs.

La serie tectónica II se encuentra cabalgada sobre la cobertera burdigaliense de la serie I y se localiza en la parte central de la Sierra Norte.

Su cobertera, constituida por conglomerados oligocenos, ha desaparecido frecuentemente por la erosión.

A esta serie tectónica pertenecen las unidades hidrogeológicas de Calviá, Font de la Vila y Na Pere y La Estremera, definidas en esta hoja.

La serie tectónica III está cabalgada sobre la serie II y sólo aparece en el borde meridional de la Sierra. A ella pertenece la unidad de Na Burguesa.

El Llano de Palma, constituido por una gran cubeta de subsidencia, es colmatado por depósitos postorogénicos, Mioceno, Plioceno y Cuaternario, y afectado únicamente por fracturas distensivas y por fenómenos típicos de la subsidencia.

## 6 HIDROGEOLOGIA DE LA HOJA DE PALMA

### 6.1 DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS

La hoja de Palma queda dividida, de Norte a Sur, por el límite del Sistema Acuífero 76, Sierra Norte, con el Sistema Acuífero 77, Depresión Central, en dos mitades. La occidental corresponde a la Sierra Norte y la oriental a la Depresión Central.

En base a los datos analizados en capítulos precedentes se van a identificar en esta hoja, los siguientes acuíferos:

#### *Sistema Acuífero 76. Sierra Norte*

- Unidad hidrogeológica de Na Burguesa
- Unidad hidrogeológica de La Estremera
- Unidad hidrogeológica de la Font de la Vila
- Unidad hidrogeológica de la Font de Na Pere
- Unidad hidrogeológica de Calviá

#### *Sistema Acuífero 77. Depresión Central*

##### *Subsistema Acuífero 77A. Llano de Palma*

- Acuífero superior
- Acuífero inferior

##### *Subsistema Acuífero 77B. Llano de Inca-La Puebla*

#### 6.1.1 Sistema Acuífero 76. Sierra Norte

##### 6.1.1.1 UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE NA BURGUESA

Esta unidad, ubicada en las inmediaciones de la ciudad de Palma, está constituida por una sierra de unos 40 km<sup>2</sup> de superficie permeable, funda-



mentalmente dolomías liásicas, muy carstificadas, de la serie tectónica III de Fallot, que a muro están independizadas por margas y yesos triásicos.

El contacto en superficie, en el Llano de Palma es en su mayor parte a través del Cretácico, lo que no hace prever una buena conexión entre ambos dado el carácter impermeable de éste.

El sector meridional de esta unidad se encuentra en contacto con el mar en una franja de unos 3 km por donde podría descargar esta unidad parte de sus recursos.

Las características hidráulicas de este acuífero son buenas, observándose valores de la transmisividad, del orden de  $2.500 \text{ m}^2/\text{día}$  y un coeficiente de almacenamiento de  $5 \cdot 10^{-2}$ . Las capacidades específicas son del orden de los  $10 \text{ l/s/m}$ , aunque muy variables.

La calidad del agua de este acuífero es muy buena, con valores del ión cloruro inferiores a los  $200 \text{ mg/l}$ . Los valores de la conductividad no superan los  $1.500 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$ .

El flujo de agua de esta unidad hacia el Llano de Palma es muy pequeño y se puede cifrar actualmente en  $1-1,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

En los últimos años las extracciones realizadas en la unidad de Na Burguesa para abastecimiento de la ciudad de Palma han disminuido sensiblemente respecto a las máximas alcanzadas en 1975, como consecuencia de la puesta en explotación de los embalses de Cúber y Gorc Blau (1975) y de la unidad de Estremera (1974). Se ha pasado de extracciones anuales de  $7,4 \text{ hm}^3$  en 1975, a  $3,1 \text{ hm}^3$  en 1981, lo que ha producido una estabilización de los niveles piezométricos con cierta tendencia al ascenso. Durante 1982 las extracciones efectuadas en la unidad han superado los  $7,5 \text{ hm}^3$ , sin que se hayan apreciado variaciones significativas en los niveles piezométricos.

Los recursos utilizables estimados para esta unidad son de  $3-5 \text{ hm}^3/\text{año}$  y su recarga se cifra en  $5-6 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Las reservas utilizables, igualmente estimadas son de unos  $2-8 \text{ hm}^3$ .

#### 6.1.1.2 UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE ESTREMERERA

Aparece representada en el borde septentrional de la hoja, en un afloramiento de  $1 \text{ km}^2$  de superficie. Este afloramiento constituye el sector más meridional de la unidad, que con una extensión de  $44 \text{ km}^2$  de superficie permeable se prolonga, ya fuera de esta hoja, hacia el Norte, dentro de la hoja de Soller (670).

Se considera procedente definirla debido a que dicha unidad se encuentra conectada, a partir de la cota  $+ 90 \text{ m.s.n.m.}$ , con el Llano de Palma hacia el cual drena parte de sus recursos y se explota, fundamentalmente, para el abastecimiento de la ciudad de Palma.

Esta unidad constituye un acuífero aislado en calizas de la serie II de Fallot, muy fracturadas y con fenómenos cársticos muy desarrollados, saturado hasta la cota  $+ 90 \text{ m.s.n.m.}$ , con transmisividades del orden de los  $50.000 \text{ m}^2/\text{día}$ , que permite explotaciones puntuales muy elevadas. Su volumen específico, deducido de los datos aportados en la explotación experimental y actuales, varía según la cota pero puede estimarse como media en unos  $400.000 \text{ m}^3$  por metro de descenso. El espesor saturado de esta unidad, estimado por medio de sondeos de investigación, es del orden de  $300 \text{ m}$  en el sector meridional de la misma.

La calidad del agua de este acuífero es muy buena, con valores del ión cloruro inferiores a  $100 \text{ mg/l}$ . La conductividad no supera los  $1.000 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$ .

La descarga de esta unidad se efectúa a través de la Font de Sa Cova Negra, fuera de esta hoja, con un volumen medio anual de  $1-1,5 \text{ hm}^3$  y hacia el Llano de Palma, a partir de la cota de rebose de este acuífero,  $+ 90 \text{ m.s.n.m.}$

Actualmente las extracciones realizadas en esta unidad para abastecimiento a Palma son del orden de los  $13 \text{ hm}^3$ , frente a los  $3 \text{ hm}^3$  que se extrajeron en 1974. En base a este aumento de extracciones, se observan recuperaciones normales excepto en 1975, 1981 y 1982 en los que se registraron el mínimo de lluvias en el período considerado.

En años con pluviometría media y con extracciones del mismo orden que las actuales se alcanzaron cotas superiores a la de drenaje hacia el Llano de Palma,  $+ 90 \text{ m.s.n.m.}$

La infiltración directa en esta unidad se ha estimado en  $15-18 \text{ hm}^3$ , en un año medio, siendo sus recursos utilizables de  $14-17 \text{ hm}^3/\text{año}$ , una vez descontada la descarga que se efectúa a través de la Font de Sa Cova Negra. Estos recursos descargaban al Llano de Palma antes de poner en explotación la unidad de Estremera.

Las reservas explotables en esta unidad, desde la cota  $0 \text{ m}$  hasta la de rebose,  $+ 90 \text{ m}$ , son del orden de los  $36 \text{ hm}^3$ . El nivel piezométrico mínimo registrado a lo largo de la explotación experimental, iniciada en 1973, no ha bajado de los  $+ 34 \text{ m.s.n.m.}$ , año 1982.

#### 6.1.1.3 UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE LA FONT DE LA VILA

Esta unidad, formada por carniolas y calizas liásicas de la serie tectónica II de Fallot, ocupa unos 3,5 km<sup>2</sup> de superficie, Sierra de Son Bauzá, en el dominio noroccidental de esta hoja. Su área de infiltración, 20,5 km<sup>2</sup>, se extiende hacia el Norte, Sierra dels Pins-Boxos, dentro de la hoja de Soller (670).

La Font de la Vila está situada en el extremo sureste del afloramiento de carniolas y calizas liásicas de la Sierra de Son Bauzá. La fuente surge en los conglomerados que se han denominado "de la Font de la Vila", en su contacto con el Llano de Palma.

La infiltración directa en esta unidad se ha estimado en función de su descarga a través de la fuente y se ha cifrado en un 30 por ciento de la pluviometría, lo que supone una recarga mínima de 3-7 hm<sup>3</sup>/año.

El caudal de esta fuente es muy variable a lo largo del año, registrándose mínimos de 10 l/s en épocas de estiaje y máximos superiores a 500 l/s en épocas de máximas precipitaciones.

La captación de este manantial es explotada para el abastecimiento de la ciudad de Palma. Su regulación, aparte de las dificultades geológicas que ofrece, no incrementaría en su conjunto el actual abastecimiento de agua a dicha ciudad.

#### 6.1.1.4 UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE LA FONT DE NA PERE

En esta hoja sólo aparece representado el extremo más meridional de la unidad, que con 7 km<sup>2</sup> de superficie permeable, constituida por calizas y dolomías liásicas de la serie tectónica II de Fallot, se extiende hacia el Norte dentro de la hoja de Soller (670).

La fuente que drena a esta unidad se encuentra ubicada en el Cuaternario del Llano de Palma, a través del cual descargan, subterráneamente, las calizas y dolomías liásicas.

La recarga mínima anual de esta unidad, estimada en función de los datos analizados para la Font de la Vila, es de 1,5 hm<sup>3</sup>.

La captación de esta fuente se explota fundamentalmente para regadío. Su regulación iría encaminada a explotar directamente las calizas y dolomías liásicas. Los caudales aforados oscilan entre los 133 l/s y los 3 l/s.

#### 6.1.1.5 UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE CALVIA

Esta unidad se encuentra ubicada en el sector occidental de la hoja de Palma. La constituye unos 19 km<sup>2</sup> de calizas liásicas de la serie tectónica II de Fallot, en ocasiones muy carstificadas.

En cuanto a sus características hidráulicas, se observan valores de la transmisividad del orden de 500 m<sup>2</sup>/día con permeabilidades de 4-5 m/día.

Los recursos utilizables superan los 3-3,5 hm<sup>3</sup>/año y se les supone iguales a las recargas medias anuales.

La extracción actual en esta unidad es del orden de 1,5 hm<sup>3</sup>/año.

Debido a la sobreexplotación del sector meridional de esta unidad, Vall Vert, se produjo un fuerte proceso de intrusión de agua de mar en este dominio.

Aunque actualmente se han reducido las extracciones a 0,5 hm<sup>3</sup>/año, se llegaron a extraer 3,9 hm<sup>3</sup>/año, no se ha recuperado la calidad del agua que ofrece valores superiores a 1.000 mg/l de ión cloruro.

En este mismo sector meridional de la unidad existen captaciones, Na Barraixeta, que con extracciones de 0,8 hm<sup>3</sup>/año no han sufrido proceso alguno de intrusión de agua de mar, ofreciendo el agua valores inferiores a los 100 mg/l de ión cloruro.

La descarga de esta unidad se efectúa subterráneamente hacia el mar, probablemente por la zona occidental y meridional.

#### 6.1.2 Sistema Acuífero 77. Depresión Central

##### 6.1.2.1 SUBSISTEMA ACUIFERO 77A. LLANO DE PALMA

Este subsistema se sitúa en el dominio suroccidental de la Depresión, con una superficie de unos 370 km<sup>2</sup> de los que 230 km<sup>2</sup> corresponden al acuífero superior constituido por calcarenitas bioclásticas muy porosas y carstificadas, dunas, limos y conglomerados de edad pliocena y cuaternaria. El resto corresponde a afloramientos del acuífero inferior, formado por calizas neomórficas, calizas y calcarenitas del Mioceno terminal.

En la hoja de Palma sólo aparecen representados unos 280 km<sup>2</sup> de la superficie total de este subsistema, de los que unos 200 km<sup>2</sup> corresponden al acuífero superior y unos 60 km<sup>2</sup> al acuífero inferior.

El acuífero superior está independizado del inferior por un paquete de margas grises pliocenas, en la zona central y oriental, el resto del Llano funciona en términos generales como un acuífero libre.

El acuífero superior ofrece valores de transmisividad, en su dominio central, del orden de 10.000 m<sup>2</sup>/día y una permeabilidad de 160 m/día. El coeficiente de almacenamiento es del orden del 6 por ciento. El gradiente hidráulico medio obtenido del análisis de las isopiezas en este acuífero es del 0,04 por ciento, en consonancia con los valores de transmisividad obtenidos.

Las características hidráulicas del acuífero inferior no son bien conocidas, debido a que no existen sondeos que lo exploten aisladamente. No obstante y en función de los escasos datos que se poseen, se estima que el valor de la transmisividad es del orden de los 500-1.000 m<sup>2</sup>/día.

El acuífero superior tiene, generalmente, un agua de buena calidad, con contenidos en ión Cl<sup>-</sup> inferiores a 100 mg/l y valores de la conductividad inferiores a 1.500  $\mu$  mhos/cm.

El acuífero inferior calizo tiene un agua de mala calidad con contenidos en ión Cl<sup>-</sup> de 10.000 mg/l. El deterioro del agua de este acuífero se debe a un proceso de intrusión de agua de mar a través de su contacto con el mar en la zona de Porto Pi, al Oeste de Palma, y a través del acuífero superior, en el dominio suroriental del Llano.

Actualmente la recarga al Llano de Palma procede, fundamentalmente de la infiltración eficaz en función de la lluvia anual, y de la infiltración de cursos superficiales.

Las entradas y salidas de este subsistema referidas a los años 1970 y 1980 son,

ENTRADAS	1970 (hm <sup>3</sup> )	1980 (hm <sup>3</sup> )
Infiltración eficaz	25-30	30-35
Infiltración cursos superficiales	6- 8	7- 8
Retorno de riegos	7- 7	5- 6
Pérdidas de conducción	5- 5	15-16
Recarga lateral de la unidad de la Font de La Vila y Na Pere	2- 3	1- 1
Recarga lateral de la unidad de Na Burguesa	1- 1	1- 2
Recarga lateral de la unidad de La Estremera	14-18	1- 3
<b>TOTAL</b>	<b>60-72</b>	<b>60-71</b>
SALIDAS	1970 (hm <sup>3</sup> )	1980 (hm <sup>3</sup> )

Bombeo regadío	25-30	22-27
Bombeo abastecimiento Palma		
Pont d'Inca	14-14	12-12
Virgen de Montserrat	4- 4	3- 3
Otros abastecimientos (incluido Son Verí)	3- 5	3- 5
Bombeo industria	4- 5	4- 5
Descarga al mar	6- 6	6- 7
Volumen estimado en función de los caudales autorizados en la Declaración de Pozos y Manantiales (Decreto 3382/73)	—	3- 3
<b>TOTAL</b>	<b>56-64</b>	<b>53-62</b>

Las diferencias entre las entradas y salidas del Llano de Palma en el balance de los años 1970 y 1980, produjeron una subida de nivel piezométrico en la mayor parte del Llano de 0,5 y 0,3 m respectivamente.

La variación de 3 hm<sup>3</sup> en el bombeo para regadío, es el sustituido, en 1980, por aguas residuales dedicadas a ese fin. Los nuevos bombeos para regadío e industria están incluidos en los volúmenes extraídos de las captaciones legalizadas dentro del marco del Decreto 3382/73.

La disminución del drenaje de la unidad La Estremera hacia el Llano, se ha visto compensado en parte por el incremento en las pérdidas de conducción, provenientes en cierta medida de la puesta en explotación de la propia unidad de La Estremera más las debidas a los 12 hm<sup>3</sup> de aguas superficiales de los embalses de Cúber y Gorc Blau.

La disminución de los bombeos en Pont d'Inca y Virgen de Montserrat, así como el incremento de demanda para el abastecimiento de Palma, han sido asimilados por la explotación de La Estremera y los embalses de Cúber y Gorc Blau.

Los recursos totales utilizables en este subsistema son iguales a los subterráneos utilizables y se estiman actualmente en 65-75 hm<sup>3</sup>/año, con un grado de explotación próximo al 100 por cien.

En 1973 el S.G.O.P. realizó un modelo digital simplificado del Llano de Palma con el fin de comprobar la calidad del modelo conceptual de funcionamiento del acuífero por ellos definido. El método de resolución empleado fue el Basic Prickett y Lonquist (1971).



### 6.1.2.2 SUBSISTEMA ACUIFERO 77B. LLANO DE INCA-LA PUEBLA

En la hoja de Palma sólo aparece representado el sector más meridional de este subsistema. Se sitúa en el borde nororiental de la hoja y lo constituyen unos 20 km<sup>2</sup> de limos rojos y conglomerados cuaternarios poco permeables.

La transmisividad de estos materiales es de 300-400 m<sup>2</sup>/día y su coeficiente de almacenamiento del 1 por ciento.

La calidad química del agua de este sector del subsistema es buena, no superando el contenido en ión Cl<sup>-</sup> el valor de 100 mg/l.

Las entradas y salidas medias anuales estimadas actualmente para el total de los 500 km<sup>2</sup> de superficie de este subsistema son del orden de los 72-90 hm<sup>3</sup>. Se trata de un acuífero excedentario que descarga unos 20 hm<sup>3</sup>/año a través de una línea de fuentes situadas a 5 km de la línea de costa en la hoja de Inca (671).

Los recursos totales utilizables de este subsistema se han cifrado en 60-65 hm<sup>3</sup>/año. Su grado de explotación actual se ha estimado en un 85-90 por ciento.

## 6.2 INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS

Existen actualmente, en la hoja de Palma, 2.166 puntos inventariados en fichas normalizadas del IGME para su tratamiento por ordenador. De éstas, 380 son sondeos, 1.749 pozos y 37 manantiales.

A raíz de la promulgación del Decreto 3382/73 de 21 de diciembre, por el que se fijaban las normas para la ejecución de nuevos alumbramientos y ampliación de los ya existentes en la provincia de Baleares, y hasta finales de 1982 se han tramitado en esta hoja 934 expedientes, todos ellos correspondientes a sondeos.

El número total de puntos inventariados entre fichas del IGME y tramitados dentro del citado Decreto, 3.100 puntos, representa una densidad media de 7 puntos por km<sup>2</sup>. En el sector oriental de la hoja se encuentran más del 80 por ciento del total inventariado, lo que representa una densidad de 10 puntos por km<sup>2</sup>.

Dado el elevado número de sondeos, únicamente se han representado aquellos de los que se tiene información más completa.

La profundidad media de los pozos es de 15 m variando desde los 3 m en las proximidades de la línea de costa hasta los 35 m en la parte más

retrasada del Llano, y el caudal medio de explotación es de 25 m<sup>3</sup>/hora.

La profundidad media de los sondeos inventariados con anterioridad al Decreto varía sensiblemente, dependiendo del acuífero o sistema en el que se ubiquen. Los ubicados en las unidades de la Sierra Norte superan los 100 m, mientras que los ubicados en el Llano de Palma no superan los 90 m, salvo los sondeos de investigación. Los caudales medios son del orden de los 40 m<sup>3</sup>/hora pero existen sondeos con caudales muy superiores a esta media, 740 m<sup>3</sup>/hora en cada uno de los sondeos realizados por el I.N.C. en la central Pont d'Inca (Subsistema del Llano de Palma).

En cuanto a las profundidades y caudales de sondeos tramitados en el marco del Decreto, varían según la zona legal en la que se encuentran.

La profundidad media de la zona núm. 1 es de 29 m, en la zona núm. 2 es de 90 m, en la zona legal núm. 3 es de 102 m y en la zona legal núm. 9 es de 90 m.

Los caudales son, en la zona legal núms. 1 y 2 de 3,6 m<sup>3</sup>/hora, en la zona núm. 3 de 18 m<sup>3</sup>/hora y en la zona núm. 9 superiores a los 36 m<sup>3</sup>/hora. Existen en las zonas legales núms. 2 y 3, sondeos que son utilizados para abastecimiento de la ciudad de Palma y El Arenal de Lluchmayor, con caudales autorizados de 1.188 m<sup>3</sup>/hora en los sondeos II y III de Estremera, 252 m<sup>3</sup>/hora en Son Monjos y 230 m<sup>3</sup>/hora en la central de Son Serra.

En la hoja de Palma existen actualmente (1982) un total de 76 puntos de control de la variación de nivel, de los 176 puntos que componen la red de control piezométrico de la Isla de Mallorca. De éstos 76 puntos, 74 controlan el subsistema del Llano de Palma y dos la unidad de Na Burguesa. Las unidades La Estremera y Calviá se controlan mediante 1 y 2 puntos respectivamente, situados fuera de esta hoja. De los 74 puntos, 41 se utilizan de manera permanente para la confección de mapas de isopiezas del acuífero superior del Llano de Palma y el resto únicamente para estudiar las variaciones de nivel del acuífero superior e inferior del Llano.

La red de vigilancia de la calidad química del agua subterránea está compuesta en esta hoja por 93 puntos, de los cuales 91 controlan el subsistema acuífero del Llano de Palma y 2 la unidad de Na Burguesa.

Existen dos redes específicas de vigilancia de la calidad, una la constituida por 18 captaciones de explotación en torno al sector de Sant Jordi, donde se utilizan 3 hm<sup>3</sup>/año de aguas residuales en regadíos, y otra la constituida por 6 captaciones en torno al vertedero controlado de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Palma (Son Reus).

### 6.3 EVOLUCION PIEZOMETRICA

Desde 1974 se mantiene una red de control piezométrico en la isla de Mallorca en la que se miden periódicamente niveles de agua con el fin de conocer la situación de los acuíferos en función de las precipitaciones y de la explotación, imprescindible para cualquier trabajo de planificación hidrológica y adecuada gestión de los recursos subterráneos.

Para representar la evolución de la distribución mensual de la pluviometría, período 1974-1982, en la hoja de Palma, se ha tomado la estación pluviométrica B-278, Son San Juan, Aeropuerto, como la más característica.

#### ESTACION PLUVIOMETRICA B-278 SON SAN JUAN. AEROPUERTO (Lluvia en mm)

Año	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Total
73-74	36,0	Ip	95,4	8,7	147,4	70,5	73,7	19,6	0,4	5,6	0,9	46,5	504,7
74-75	120,1	22,0	2,2	2,7	4,4	66,7	16,3	45,1	21,7	1,0	42,0	59,2	403,4
75-76	34,7	38,6	95,7	5,3	58,9	10,9	11,9	37,8	35,1	11,8	26,0	66,4	433,1
76-77	157,5	8,0	58,1	44,6	1,7	1,4	52,3	57,4	16,2	9,4	56,2	91,6	554,4
77-78	47,9	38,2	45,3	98,5	27,4	47,0	84,7	82,2	14,6	0,7	0,1	16,5	503,1
78-79	53,6	35,7	14,3	32,6	46,6	25,1	22,1	Ip	0,2	43,0	0,2	74,5	347,9
79-80	181,7	26,5	42,0	52,4	22,8	22,6	53,0	51,4	5,0	3,4	18,0	10,6	489,4
80-81	12,5	83,6	66,3	40,8	31,0	8,9	151,2	10,2	6,7	12,2	2,4	30,2	456,0
81-82	61,1	2,0	21,6	12,8	35,8	71,2	17,4	16,5	0,5	0,2	5,6	21,1	244,7

En función del análisis de las isopiezas elaboradas durante el período 1974-1982, se obtienen las siguientes conclusiones de carácter general:

#### — Unidad de Na Burguesa

A partir de 1976 los niveles de esta unidad ascienden al haber disminuido las extracciones de 7,4 hm<sup>3</sup> en 1975 a 3 hm<sup>3</sup> en 1981. En el ciclo 1976-1979, con medidas pluviométricas normales y extracciones de 4 hm<sup>3</sup>/año, los niveles muestran ascensos aproximados de 1 m.

No se observan niveles piezométricos inferiores a 4 m ni depresiones residuales acumulativas.

#### — Unidad de La Estremera

La evolución de niveles de esta unidad se ha mantenido de acuerdo con previsiones realizadas en anteriores informes del I.G.M.E. Su control se efectúa en un sondeo sin instalar ubicado fuera de esta hoja.

Actualmente y a niveles de + 40 m se obtienen volúmenes específicos del orden de los 400.000 m<sup>3</sup> por metro de descenso del acuífero. En años pluviométricos medios su recuperación es normal, alcanzándose cotas superiores a la de drenaje hacia el Llano.

#### — Subsistema acuífero del Llano de Palma

##### Acuífero superior

La evolución piezométrica muestra, en el período analizado, épocas de niveles máximos en abril y mínimos en septiembre.

En las isopiezas correspondientes a niveles máximos se observan los siguientes efectos,

- Un flujo general NNO hacia el mar
- Un cono de depresión producido por los bombeos de la central de Pont d'Inca
- Un flujo hacia el interior del Llano producido por una elevación del nivel piezométrico en la ciudad de Palma
- Una zona de sobrepresión al Sur de la localidad de Sant Jordi
- Un cono de depresión al Norte de Sant Jordi
- Un sector de sobrepresión situado al Norte de la localidad de Son Ferriol, producido por un piezómetro que mide el acuífero inferior del Llano de Palma

En épocas de niveles mínimos se observan los siguientes efectos:

- Valores mínimos y ampliación del cono de depresión producido por las extracciones en Pont d'Inca
- Persisten las zonas de sobrepresión en la ciudad de Palma
- Ampliación de la zona deprimida al Norte de Sant Jordi

##### Acuífero inferior

En este acuífero, en épocas de niveles máximos, no se aprecian diferencias significativas con el acuífero superior, debido a que ambos acuíferos adquieren valores muy similares.

En épocas de niveles mínimos se observan niveles piezométricos más altos que los del acuífero superior, produciendo zonas de sobrepresión.

## 6.4 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

La red de control de la calidad química del agua subterránea de los diferentes acuíferos enmarcados en la hoja de Palma cuenta con 93 puntos, de los cuales 91 controlan el Llano de Palma, en la Depresión Central, y 2 la unidad de Na Burguesa, en la Sierra Norte. Las unidades de La Estremera y Calviá se controlan en 1 y 2 puntos respectivamente, situados fuera de esta hoja.

En los acuíferos de la Sierra Norte que se encuentran desconectados del mar o no sometidos a fuertes explotaciones, Na Burguesa, La Estremera y Calviá, la calidad del agua es buena, mientras que en el sector meridional de la unidad de Calviá, ubicado fuera de la hoja, y sometido a una sobreexplotación, se produce un deterioro de la calidad química del agua por intrusión de agua de mar.

El acuífero superior del Llano de Palma tiene un agua de buena calidad, deteriorada, en su sector suroriental por intrusión de agua de mar.

En el acuífero inferior calizo del Llano de Palma existe un importante deterioro del agua por mezcla con agua de mar, que llega a afectar, en la zona de Pont d'Inca, al acuífero superior. En esta zona se produce una recarga natural del acuífero inferior con mayor carga hidráulica, hacia el superior a través de captaciones que cortan a los dos acuíferos.

Los análisis completos más representativos de cada uno de los acuíferos se reflejan en el siguiente cuadro,

Nº Registro	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Li <sup>+</sup> mg/l	Conductiv. μmhos/cm	Sólidos disueltos mg/l
<b>UNIDAD DE LA ESTREMERERA</b>													
3827-7-003	56,7	125,9	292,9	0,0	21,6	0,1	30,7	43,8	80,2	1,8	0,0	760	653
<b>UNIDAD DE NA BURGUESA</b>													
3827-2-046	120,5	217,1	366,1	0,0	29,7	0,0	100,2	46,2	132,3	2,6	0,2	1.111	1.014
<b>UNIDAD DE CALVIA</b>													
3727-8-083	85,1	177,7	329,5	0,0	16,9	0,0	42,1	55,9	92,2	2,0	0,2	1.081	801
<b>LLANO DE PALMA</b>													
3827-3-044	85,1	177,7	305,1	0,0	53,8	0,0	49,4	46,2	112,2	2,0	0,0	994	831
3827-4-070	177,3	97,1	329,5	0,0	64,4	0,2	100,2	43,8	116,2	4,4	0,2	1.239	933
3827-7-086	312,0	194,0	256,3	0,0	73,5	0,1	160,3	68,1	96,2	2,8	0,2	1.790	1.163
3827-7-144	645,2	285,2	280,7	0,0	83,2	0,0	140,3	150,8	184,4	11,8	0,8	3.223	1.782
3827-8-364	1.347,1	376,5	305,1	0,0	93,5	0,2	454,2	199,4	272,5	27,7	1,6	5.444	3.077
3827-8-070	5.317,5	1.256,5	353,9	0,0	44,1	0,2	1.803,6	899,8	721,4	47,6	3,0	18.739	10.447

## 7 UTILIZACION DEL AGUA SUBTERRANEA

El 95 por ciento de los recursos totales utilizables de la isla de Mallorca, estimados en 230-250 hm<sup>3</sup>/año, son recursos subterráneos.

Del conjunto de recursos totales utilizables de los tres sistemas acuíferos en los que está dividida la cuenca de Mallorca, 11 hm<sup>3</sup>/año\* corresponden a regulación superficial mediante los embalses de Cúber y Gorc Blau. El grado de explotación estimado actualmente de estos recursos subterráneos varía desde un 85 por ciento en el subsistema del Llano de Inca-La Puebla a casi un 100 por cien en el subsistema del Llano de Palma.

En los balances establecidos en el capítulo precedente para las unidades y acuíferos de la Sierra Norte y Llano de Palma se definían y cuantificaban los usos de sus salidas por bombeo.

En las unidades de la Sierra Norte, Na Burguesa, La Estremera, Calviá, La Font de la Vila y Na Pere, las descargas naturales y por bombeo son utilizadas casi exclusivamente para abastecimiento del área Palma-Calviá y se cifran unos 20-25 hm<sup>3</sup>/año.

En el subsistema del Llano de Palma los bombeos para regadío e industria suponen actualmente un 65 por ciento del total bombeado en el Llano. Las extracciones para abastecimiento representan un 35 por ciento del total y se cifran en unos 20 hm<sup>3</sup>/año.

La superficie actualmente en riego en esta hoja se sitúa en el dominio meridional del Llano entre la línea de costa, Pont d'Inca, Marratxí y Sant Jordi, con una extensión de 4.150 ha. La dotación media de agua es de 7.000 m<sup>3</sup>/ha/año.

La procedencia del agua para riego es, 27 hm<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas y 3 hm<sup>3</sup>/año de aguas residuales, utilizadas en el entorno de la depuradora de Sant Jordi para riego de unas 600 ha.

Los bombeos para regadío han disminuido, con respecto a 1970 en 3 hm<sup>3</sup>/año por utilización de este mismo volumen de aguas residuales, pero actualmente esta disminución está compensada con los 3 hm<sup>3</sup>/año de nuevas extracciones estimadas según los caudales autorizados por Decreto 3382/73.

De las 4.150 ha de regadío existentes en el Llano, 3.000 están dedicadas al cultivo de alfalfa, maíz y trigo, unas 900 a hortalizas y el resto a cítricos.

El IRYDA tiene en proyecto aumentar en 300 ha la superficie de riego con aguas residuales, en el Llano de Palma.

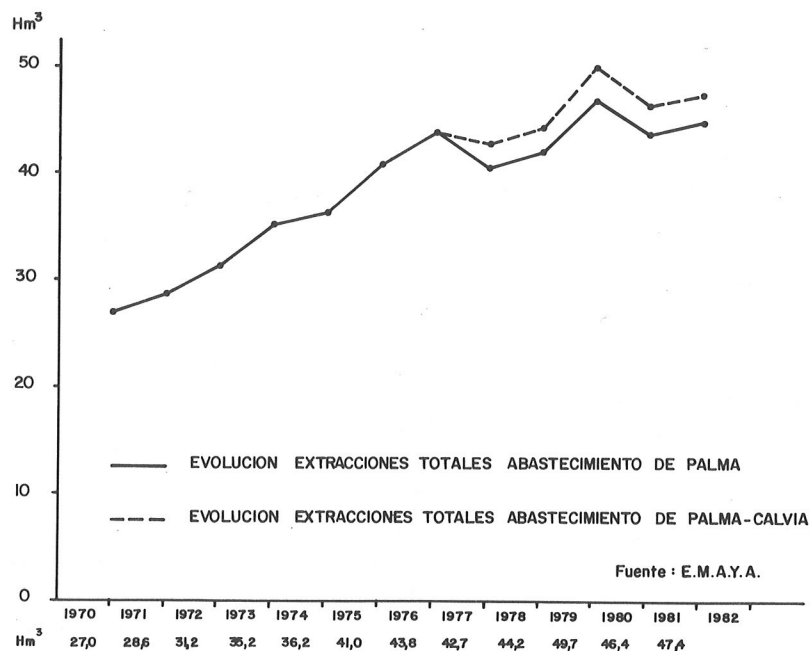
\* En año medio



El fenómeno turístico que durante la década de los 70 incidió fuertemente en el desarrollo de la isla de Mallorca y el aumento de la población residente fija en ciertos sectores de la isla, ha motivado una evolución positiva de extracciones para satisfacer el abastecimiento urbano de dichas áreas.

La mayor incidencia de este fenómeno se ha manifestado en el dominio suroccidental de la isla, y más concretamente en el área Palma-Calviá, ubicada en el sector meridional de esta hoja, donde se asienta más del 60 por ciento de la población de la isla de Mallorca.

La evolución de las extracciones para abastecimiento de este área se refleja en el siguiente gráfico:



Esta evolución positiva de extracciones para abastecimiento y el mantenimiento de las superficies ya creadas de regadío produce, en ciertos sectores del Llano de Palma y en zonas costeras de la unidad de Calviá, un deterioro en la calidad del agua por intrusión de agua de mar.

## BIBLIOGRAFIA

S.G.O.P. (1968). Estudio hidrogeológico del Llano de Palma.

I.G.M.E. (1970). Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales de Mallorca. Unidades hidrogeológicas de la Font de la Vila y de la Font de Na Pere.

I.G.M.E. (1970). Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales de Mallorca. Unidad Hidrogeológica de Estremera.

S.G.O.P. (1972). Informe hidrogeológico del Llano de Palma.

COMITE DE COORDINACION (1973). Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales de Baleares. Informe de Síntesis General.

S.G.O.P. (1973). Estudio de la explotación de los acuíferos del Llano de Palma mediante un modelo digital simplificado.

I.G.M.E. (1974). Nota Técnica sobre el estado actual de conocimientos en la explotación del acuífero de Na Burguesa.

I.G.M.E. (1974). Informe hidrogeológico sobre las posibilidades de instalación de un vertedero de basuras para la ciudad de Palma en la finca de Son Reus.

I.G.M.E. (1975). Informe sobre el estado actual de los acuíferos en las zonas explotadas por E.M.A.Y.A. para abastecimiento de la ciudad de Palma.

I.G.M.E. (1975). Nota técnica sobre la calidad química de las aguas en la isla de Mallorca.

I.G.M.E. (1975). Proyecto de investigación de aguas residuales. Informe de recopilación del Llano de Palma.

CUERDA BARCELO, J. (1975). Los tiempos cuaternarios en Baleares.

I.G.M.E. (1976). Informe sobre las influencias producidas por los sondeos experimentales de la unidad de Estremera.

I.G.M.E. (1976). Informe del estado actual de los acuíferos en las zonas que son explotadas para el abastecimiento urbano del área Palma-Calviá.

I.G.M.E. (1976). Los recursos de agua para abastecimiento urbano de la zona Palma-Calviá y sus posibilidades de atender a la demanda futura.

I.G.M.E. (1976). Informe de recopilación del Llano de Palma.

I.G.M.E. (1976). Posibilidades de utilización y mejor aprovechamiento de las aguas residuales urbanas tratadas para el incremento de los recursos hídricos del Llano de Palma.

I.G.M.E. (1978). Nota técnica sobre la explotación de la unidad hidrogeológica de La Estremera.

S.G.O.P. (1978). Estudio de la salinidad en la zona de Pont d'Inca.

I.G.M.E. (1979). Informe sobre la situación actual del vertedero controlado de Son Reus.

I.G.M.E. (1979). Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos. Hoja 698 (Palma).

I.G.M.E. (1979). Calidad de las aguas subterráneas en la cuenca de Mallorca.

I.G.M.E. (1980). Evolución de los efectos del empleo de aguas residuales urbanas en el Llano de Palma. Sector de Sant Jordi.

COMISION INTERMINISTERIAL DE PLANIFICACION HIDROLOGICA (1980). Grupo de Trabajo Regional de Baleares. Avance 80.

M.O.P.U. (1980). Aforos Baleares. Datos hasta 1979-80.

I.G.M.E. (1981). Calidad química y focos potenciales de contaminación de las aguas subterráneas en la isla de Mallorca. Colección Informe.

I.G.M.E. (1981). Calidad de las aguas subterráneas en la isla de Mallorca. Colección Informe.

I.G.M.E. (1982). Evolución piezométrica de los acuíferos de la isla de Mallorca. Período 1974-1981. Colección Informe.

I.G.M.E. (1982). Estudio de la salinización en las captaciones de la central de E.M.A.Y.A. en Pont d'Inca.