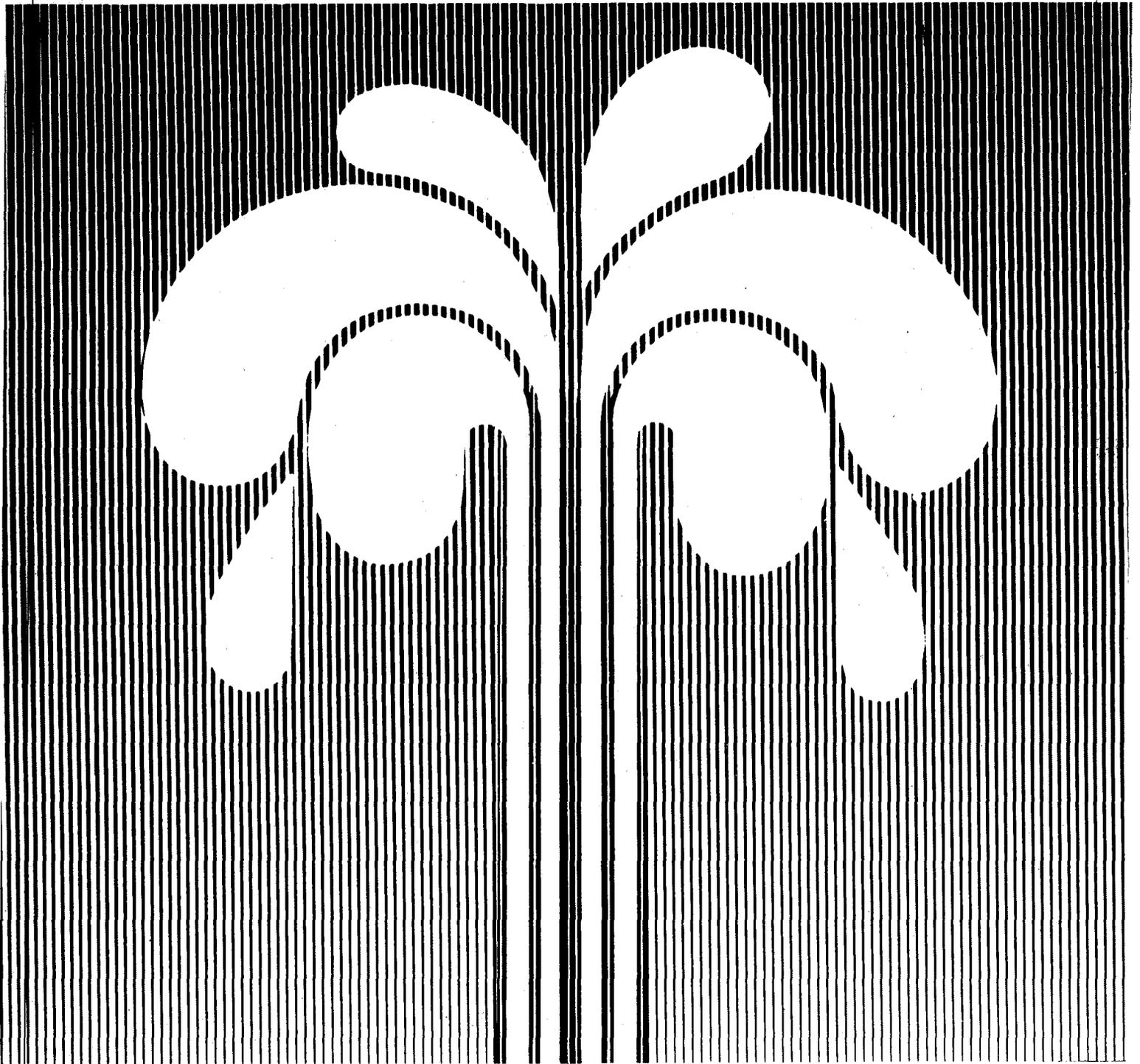


AGUAS SUBTERRANEAS



Programa Nacional de Gestión y Conservación de los Acuíferos
CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN LA ISLA DE MALLORCA

PRIMER INFORME

06

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA



Ríos Rosas 23,
Madrid-3

30106

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Programa Nacional
de Gestión y Conservación
de los Acuíferos

CALIDAD DE LAS
AGUAS SUBTERRANEAS
EN LA ISLA DE MALLORCA

INDICE GENERAL

<i>– PREAMBULO</i>	1
<i>INTRODUCCION</i>	3
<i>SISTEMA ACUIFERO 76, SIERRA NORTE</i>	15
<i>SISTEMA ACUIFERO 77, DEPRESION CENTRAL</i>	23
<i>SISTEMA ACUIFERO 78, SIERRA DE LEVANTE</i>	45
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	53
<i>– ANEJO: ANALISIS QUIMICOS</i>	59

PREAMBULO

Desde el año 1974, y dentro de los trabajos que desarrolla el Instituto Geológico y Minero de España en el Programa de Gestión y Conservación de los Acuíferos (PGCA), se viene prestando especial atención a la protección de la calidad de las aguas subterráneas frente a la contaminación.

Entre 1974 y 1979 se han desarrollado, en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, los proyectos SPA 73/001 y SPA 75/001, el primero de los cuales tenía como objetivo la formación de personal en el campo de la lucha contra la contaminación y el segundo el desarrollo de una serie de trabajos encaminados a integrar el aspecto de la lucha contra la contaminación del agua subterránea en el marco general de la planificación del uso de los acuíferos, siempre dentro del esquema general de planificación hidráulica.

Entre los resultados de estas actividades relacionadas con la protección del agua subterránea se encuentra la implantación a nivel nacional de una red de puntos de observación (pozos, sondeos, manantiales) donde con carácter periódico se recogen muestras de agua subterránea para su posterior análisis e interpretación, y cuyo objetivo es doble:

- a) Disponer periódicamente de datos base sobre la calidad natural de las aguas subterráneas en los acuíferos investigados durante el PIAS (Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas).
- b) Disponer de la información suficiente para prevenir la contaminación de los acuíferos, sobre todo de aquellas zonas donde se capta agua destinada al abastecimiento urbano, recomendando las medidas adecuadas con antelación suficiente.

A finales de 1980 esta red se extiende a las cuencas del Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar, Islas Baleares y parte de la Cuenca del Ebro, y durante 1981 se extenderá a la Cuenca del Duero (acuífero detrítico terciario), Cuenca del Tajo, Cuencas del Norte e Islas Canarias.

Sólo durante 1980 se han recogido y analizado 3.745 muestras de agua en más de 1.000 puntos acuíferos, con periodicidades de toma de muestras que oscilan entre una cada seis meses y una al mes, analizándose grupos de parámetros que varían entre el conjunto completo de iones normales más metales pesados, detergentes, etc., hasta la simple determinación de conductividad eléctrica y cloruros practicada en una serie de puntos en acuíferos costeros amenazados de intrusión salina.

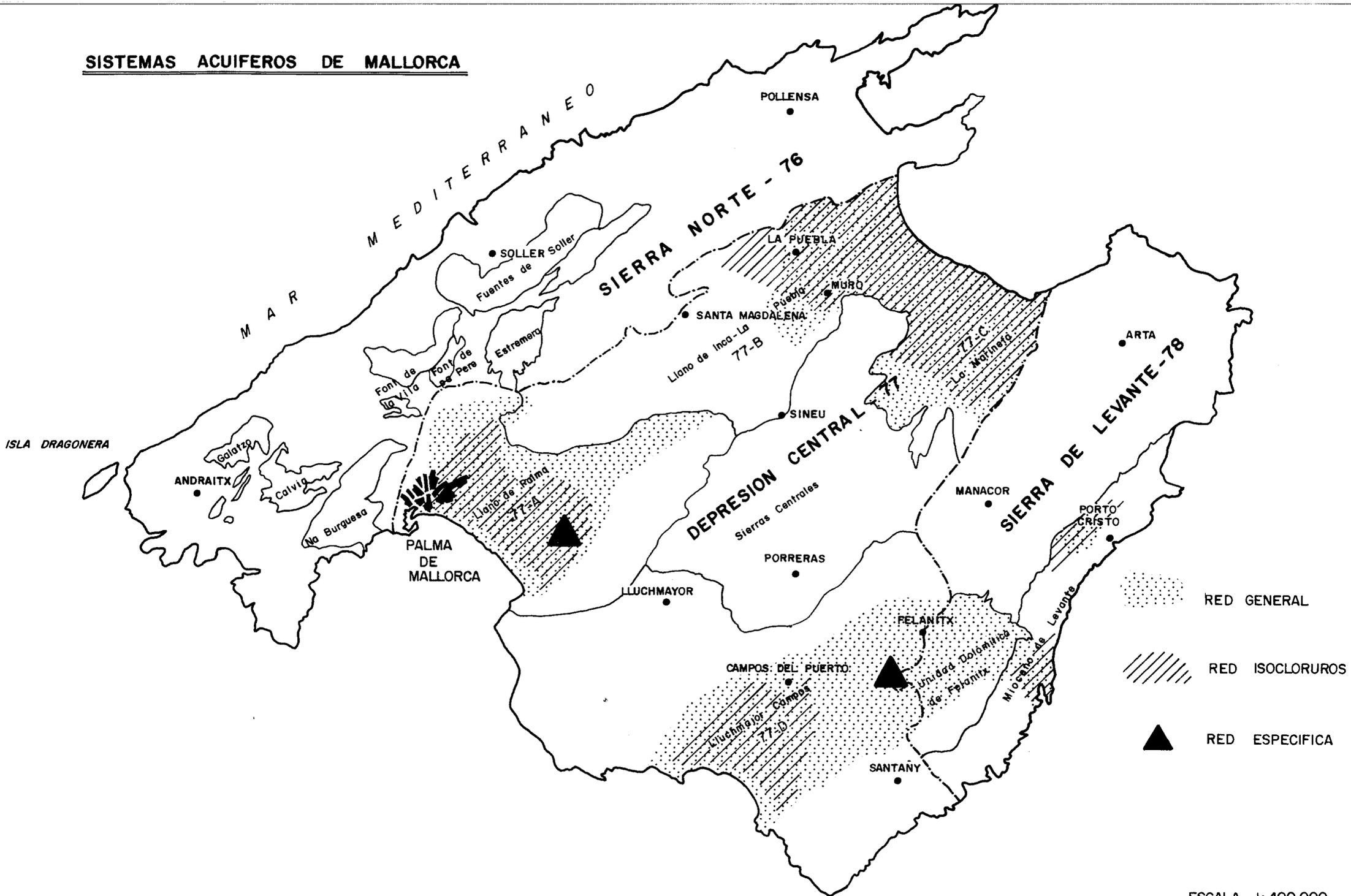
Los resultados de estos trabajos en la isla de Mallorca se recogen en el presente documento, describiendo para cada sistema acuífero la situación de la calidad de las aguas subterráneas y de los factores modificadores de las mismas, emitiendo las correspondientes conclusiones y recomendaciones de cara a la adecuada protección de los acuíferos frente a la contaminación.

En forma de anexo se recogen los resultados de los análisis químicos realizados en el período 1977-1978.

El presente informe ha sido realizado por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.).

Como empresa colaboradora ha participado IBERGESA.

SISTEMAS ACUIFEROS DE MALLORCA



INTRODUCCION

INTRODUCCION

- I. Descripción de la Isla**
- II. Actividades económicas:**
 - II.1. Sector primario**
 - II.2. Sector secundario**
 - II.3. Sector terciario**
- III. Contexto hidrogeológico**
- IV. Demanda de agua de la Isla**
- V. Fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas**

I. DESCRIPCION DE LA ISLA DE MALLORCA

El área cubierta por este informe es la isla de Mallorca, la mayor del archipiélago balear, y situada en su centro, con una extensión de 3.640 km² y unos 400 km de costa; su distancia a la península (delta del Llobregat) es de unos 160 km .

Un 25 por ciento de su superficie total corresponde a una sierra muy abrupta en la parte Norte, con alturas superiores a los 1.400 m. La Sierra de Levante, en la parte Este de la Isla, es bastante suave y sus elevaciones no superan los 500 m, ocupando un 15 por ciento de la superficie total. El resto de la Isla, un 60 por ciento, corresponde a su parte central: es llana y sus elevaciones son de unos 100 m exceptuando los macizos de Randa (540 m) y Puig de Bonany (317 m).

El clima de Mallorca es marcadamente mediterráneo, con una temperatura media de 17º C, máximas de 35º y mínimas de 0º. La precipitación media anual es de unos 600 mm pero varía mucho de unas zonas a otras, alcanzando valores superiores a los 1.000 mm en la Sierra Norte o Tramontana y valores de unos 400 mm en la zona de Campos. Los vientos dominantes de invierno son los maestres, que provienen del Norte o Noreste; en verano predominan los del Suroeste, de procedencia africana.

La población mallorquina está repartida en 52 municipios, de los que el de Palma de Mallorca cuenta con 262.958 habitantes (padrón municipal del 31/12/75), lo que supone un 53 por ciento sobre el total de 492.257 habitantes de derecho de la Isla de Mallorca y un 44 por ciento sobre los 597.715 habitantes de toda la provincia.

II. ACTIVIDADES ECONOMICAS

II.1. SECTOR PRIMARIO

La agricultura mallorquina es muy variada, siendo característico el cultivo de terrazas con un doble aprovechamiento del suelo, al combinar cultivos de cereales y leguminosas con cultivos arbóreos como algarrobos, higueras, almendros, etc.

Las áreas de cultivos de secano suponen unas 200.000 ha, los cultivos forrajeros 30.000 ha, almendros 50.000 ha, leguminosas 15.000 ha, estando dedicado el resto a los olivos, viñedos y frutales no cítricos.

Los regadíos representan unas 17.000 ha de las que unas 3.000 son dedicadas al cultivo de patatas, 6.500 ha con forrajeras, 2.000 ha con leguminosas y el resto a frutales diversos.

Por lo que concierne a las actividades ganaderas, los municipios con mayor número de ganado vacuno censado (censo 1972) son los de Palma y Campos, con 9.000 y 8.045 cabezas respectivamente, que suponen el 23 y el 20 por ciento respectivamente sobre el total de 40.552 de Mallorca.

En ganado de cerda, el municipio de Lluchmayor cuenta con 15.508 cabezas que representa el 18 por ciento del total censado, 82.665 cabezas; el resto se encuentra muy disperso entre los demás municipios.

Por último en el censo de ganado lanar, 215.345 cabezas para toda la isla, figura en primer lugar también el municipio de Lluchmayor con 37.516 cabezas, el 17,5 por ciento sobre el total.

La flota pesquera está constituida por unas 1.000 embarcaciones, todas de pequeño registro.

Las actividades agropecuarias y pesqueras contribuyeron a la formación del Producto Bruto Provincial en 1973, en un 7,5 por ciento (Panorama Económico

de Baleares, Servicio de Estudios del Banco de Bilbao) y a la formación del Producto Bruto del Sector Primario Nacional en un 1,5 por ciento en el mismo año, lo que es un hecho a destacar, ya que esta provincia sólo representa un 1 por ciento de la superficie nacional. Dentro del Sector Primario, el subsector agrícola produce Productos Brutos por persona ocupada superiores a la media del nivel nacional.

II.2. SECTOR SECUNDARIO

El Sector Secundario contribuyó con un 20,72 por ciento en 1973 a la formación del Producto Bruto Provincial. En la formación del Producto Bruto de este Sector, destacan los subsectores de "Edificación y Obras Públicas" 36,57 por ciento, "Cuero, calzado y confección" 18,88 por ciento, "Alimentación, bebidas y tabacos" 9,48 por ciento y "Transformados metálicos" 9,28 por ciento. (Fuente Panorama Económico de Baleares, Servicio de Estudios del Banco de Bilbao).

II.3. SECTOR TERCIARIO

Representa este sector el 71,75 por ciento del Producto Bruto Provincial, cifra que expresa la preponderancia de la contribución de este sector sobre los otros dos en la formación del P.B. Provincial. En 1976 se registró en Mallorca un total de 2.479.355 viajeros con 25.213.353 estancias (fuente Memoria Comercial y de Trabajos de la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Palma de Mallorca y de Menorca), con una disminución de un 10 por ciento sobre el total registrado en 1975.

III. CONTEXTO HIDROGEOLOGICO

La Isla de Mallorca, según la nomenclatura adoptada en el Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.) 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 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 vindobonienses y materiales cuaternarios, gravas y limos.

Dadas las notables diferencias en cuanto a demandas y usos del agua se refiere, el sistema acuífero núm. 77 se ha dividido para una mayor claridad en la exposición, en cuatro zonas acuíferas.

En resumen, la isla se encuentra dividida y subdividida en los siguientes sistemas y subsistemas:

ISLA DE MALLORCA

SISTEMA ACUIFERO 76: Sierra Norte

SISTEMA ACUIFERO 77: Depresión Central

Subsistema 77-A: Llano de Palma

Subsistema 77-B: Inca-La Puebla

Subsistema 77-C: La Marineta

Subsistema 77-D: Lluchmayor-Campos

SISTEMA ACUIFERO 78: Sierra de Levante

IV. DEMANDA DE AGUA DE LA ISLA

Las demandas conjuntas estimadas para el total de los tres sectores, se resumen de la siguiente forma:

	<u>hm³/año</u>
Población fija de Palma	20,0- 21
Turismo Palma	3,5- 4
Pérdidas para satisfacer las demandas totales de Palma	11,0- 12
Población fija resto Mallorca	6,0- 7
Turismo resto de Mallorca	10,5- 11
Regadío	140,0-150
Industria	6,0- 7
Total demandas estimadas 1975	197,0-212

Para hacer frente a estas demandas, se cuenta en la isla con un total regulado de unos 190 a 200 hm³, de los cuales de 7 a 8 hm³ son regulados mediante los embalses de superficie Gorg Blau y Cúber, y el resto, un 95 por ciento aproximadamente del total de la demanda, es satisfecho con aguas subterráneas, reguladas en acuíferos mediante pozos y sondeos.

V. FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

En las actividades derivadas del Sector Primario se considera, en principio, como posible fuente de deterioro de la calidad de las aguas subterráneas, el consumo de fertilizantes nitrogenados.

Las zonas de máxima densidad de cultivos consumidores de abonos, se concentran en los llanos de la depresión central, con un total de unas 13.000 ha de regadío, y un consumo aproximado de un 90 por ciento de todo el fertilizante usado en la provincia balear.

Es también en la depresión central donde se producen las máximas concentraciones de ganado vacuno, de cerda y lanar.

Respecto a la actividad industrial es relativamente pequeña y se encuentra prácticamente concentrada en Palma y sus alrededores. Como subsectores potencialmente contaminantes de las aguas subterráneas, se encuentran las industrias de productos alimenticios, de bebidas, textiles, fabricación de papel, talleres de galvanoplastia, curticiones de todo tipo, fabricación de sustancias y productos químicos y la división de servicios de lavado y teñido.

El total de kW instalados en Palma en este tipo de agrupaciones industriales es de unos 5.600, lo que supone cerca de un 70 por ciento de los 8.600 kW instalados en la provincia en las actividades industriales antes citadas; le sigue en importancia el municipio de Inca, con unos 550 kW instalados.

Como principal causa alterante de la calidad del agua subterránea, debido a las actividades humanas, debe destacarse la eliminación de aguas residuales, cuyo vertido se realiza frecuentemente en torrentes, donde se favorece su infiltración hacia el acuífero; si el cauce es impermeable se produce la infiltración al tomar contacto con los materiales permeables de los llanos. En los municipios en que no existe red de alcantarillado, un 70 por ciento de la provincia, los desagües se efectúan a través de pozos negros.

También pueden deteriorar la calidad de las aguas subterráneas los vertederos totalmente incontrolados de basuras, aunque los efectos deben ser muy lentos, dados los escasos habitantes de los municipios insulares, excepción hecha de Palma.

Con todo, la causa más importante de degradación es la intrusión de agua de mar, muy patente ya en algunos acuíferos costeros de la depresión central, de la Sierra de Levante y alguno en particular de la Sierra Norte.

Los contenidos en sales considerados normales en análisis correspondientes a muestras de agua de calidad sin deteriorar son los siguientes:

Cl ⁻	100- 200 mg/l
SO ₄ ⁼	70- 150
HCO ₃ ⁻	300- 400
NO ₃ ⁻	10- 20
Na ⁺	40- 100
Mg ⁺⁺	50- 100
Ca ⁺⁺	75- 150
K ⁺	1- 3
Conductividad a 25 ^o	800-1000 μmhos/cm
Grados franceses de dureza	40- 50

SISTEMA ACUIFERO 76
Sierra Norte

- I. Características de la zona**
- II. Calidad del agua subterránea**
- III. Conclusiones y recomendaciones**

I. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Ocupa este sistema toda la Sierra Norte, con alturas superiores a 1.400 m y una superficie de unos 900 km².

Un 90 por ciento de los afloramientos son secundarios y únicamente de 90 a 100 km² corresponden a materiales terciarios, miocenos y oligocenos.

Litológicamente, unos 650 km² son calizas y dolomías, permeables en su mayor parte, y unos 250 km² son afloramientos margosos y yesosos impermeables.

La utilización de los recursos subterráneos de este sistema acuífero presenta grandes dificultades por su extraordinaria complejidad geológica, lo que ha originado muchos acuíferos independizados entre sí, drenados por numerosas fuentes, que sirven de abastecimiento a algunos municipios, en parte son embotelladas como aguas de mesa y el resto descarga hacia el mar o hacia los llanos. Dada la escasa demanda de la Sierra Norte y la dificultad de captación de los recursos, existen pocas instalaciones que exploten sus recursos útiles.

Dentro de este sistema, se explotan fundamentalmente para abastecimiento de Palma las unidades de Na Burguesa y Estremera, contribuyendo con un 10 y un 20 por ciento respectivamente a las extracciones totales actuales para satisfacer las demandas urbano-industriales de esta ciudad, de 42 a 43 hm³.

También dentro de este sistema se encuentra la unidad de Vall-Verd, explotada para abastecimiento de parte de la zona turística de Calviá.

De los acuíferos no regulados actualmente dentro de este sistema destacan:

a) Unidad Fuentes de Sóller

Con unos recursos aforados de 13-15 hm³/año, descargan directamente al mar mediante fuentes.

b) Unidad "Ufanes Gabelli"

Con aportaciones medias de 11 hm³, y un flujo estimado hacia el Llano Inca-La Puebla de 7-10 hm³.

c) Fuente Almadraba

Con aportaciones aforadas de 20-30 hm³.

En el marco de este sistema acuífero no se registran actividades importantes que puedan deteriorar la calidad del agua subterránea.

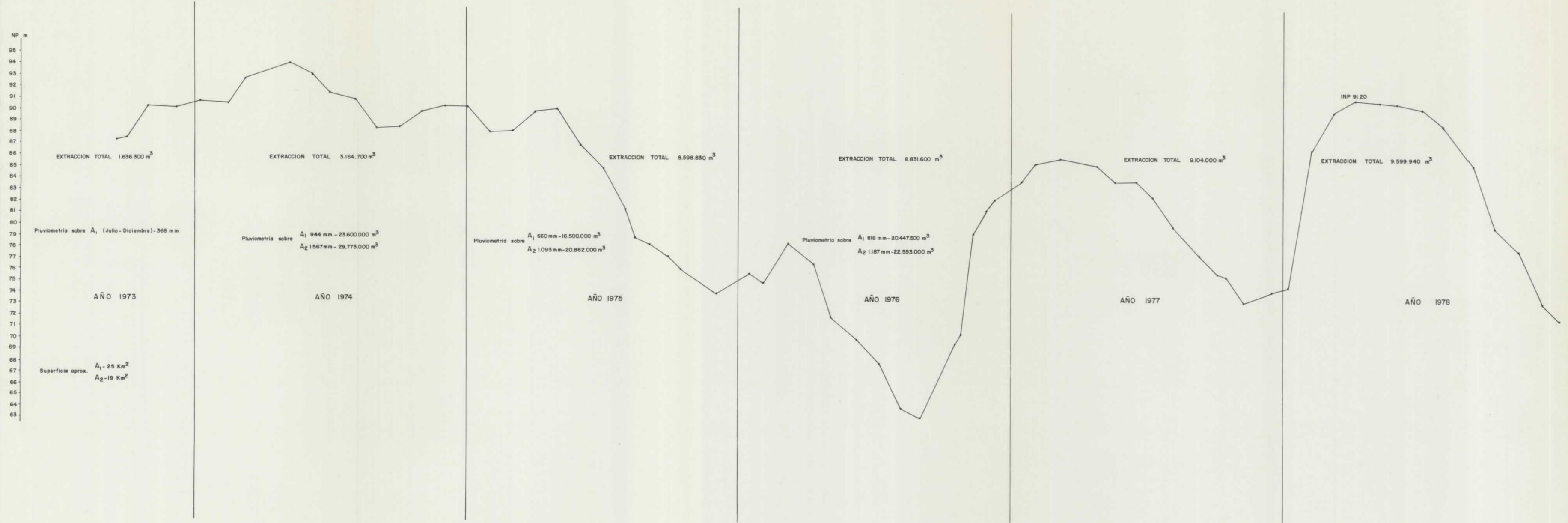
En las actividades agrarias únicamente cabe destacar la zona del Valle de Sóller con unas 350 ha dedicadas a frutales, que consumen un 15 por ciento del total del fertilizante complejo de la provincia, y un 20 por ciento del total de fertilizante potásico, lo que supone 630 t para los primeros, 190 t para los segundos (datos de la Delegación Provincial del Ministerio de Agricultura de Baleares).

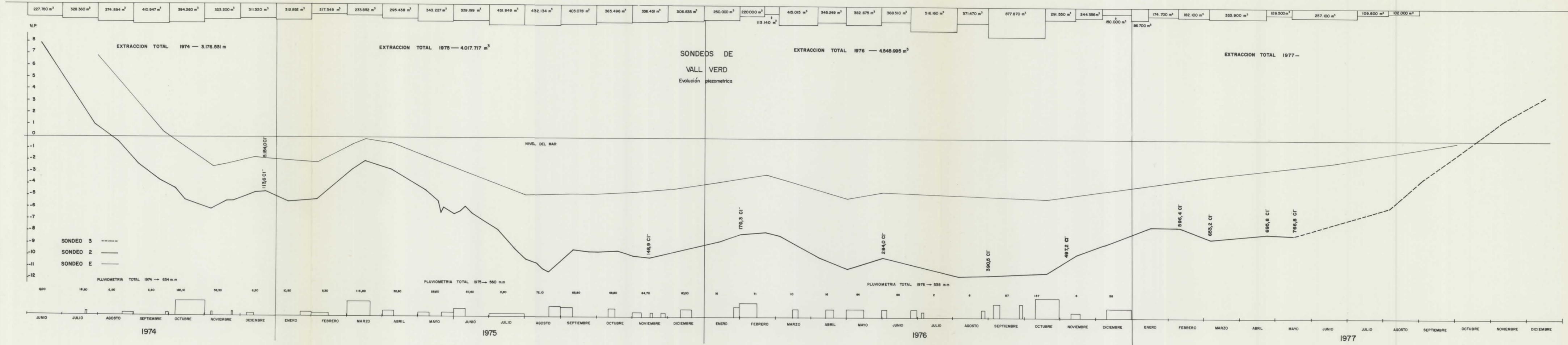
Tampoco se registran en los municipios encuadrados dentro de este sistema, zonas de fuerte concentración de ganado vacuno o porcino.

En las actividades industriales consideradas como potencialmente contaminantes se encuentran algunas pequeñas industrias de fabricación de detergentes, lejías, jabones y pinturas en Alaró, Esporles, Bunyola, Pollensa, Selva y Sóller; también en esta última localidad se sitúa una fábrica de curtición de pieles vacunas y equinas con una potencia instalada de 246 kW. En general se trata de pequeñas industrias, con un número de trabajadores inferior a 10.

Igual que ocurre en toda la Isla, sí puede tener incidencia sobre la calidad del agua los vertidos de aguas urbanas a los torrentes que atraviesan las localidades del sistema, o bien por desagües puntuales a través de pozos negros. También puede ser determinante los vertederos de residuos sólidos de estas localidades, aunque con efectos muy retardados, dados los escasos habitantes de los municipios del sistema.

SONDEO S' ESTREMER
Evolución piezométrica





II. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

En general, en los acuíferos del sistema desconectados del mar o en aquellos no sometidos a sobreexplotación, el agua es de buena calidad, con un total de sólidos disueltos inferior a 1.000 mg/l y sin ningún componente químico con valores que indiquen algún tipo de contaminación.

En el gráfico que se adjunta de la evolución de niveles de S'Estremera, se pueden apreciar variaciones superiores a 20 m; el contenido en ión cloruro nunca ha superado los 200 mg/l, según análisis facilitados por E.M.A.Y.A. (Empresa Municipalizada de Aguas y Alcantarillados).

En el gráfico de explotación del acuífero costero de Vall-Verd se pueden correlacionar los niveles piezométricos negativos con un contenido progresivo en ión cloruro, lo que determinó el cierre de estos sondeos por parte de la Jefatura Provincial de Sanidad a finales de 1977, consecuencia de una explotación superior a los 1,5 hm³/año, recomendados en el estudio realizado sobre el citado acuífero por el I.G.M.E. en 1974, lo que produjo una mezcla del agua del acuífero con el agua del mar.

Análogo caso ocurre en el acuífero costero de Alcudia con un contenido actual en ión cloruro de cerca de 1 g/l.

En el acuífero de Na Burguesa, el contenido en ión cloruro en muestras obtenidas en los sondeos de explotación para abastecimiento de Palma, presenta valores fluctuantes alrededor de 100 mg/l pero sin sobrepasar nunca los 150 mg/l. (Evolución y estado actual de los acuíferos en la Isla de Mallorca. Período 1974-1977, IGME).

Respecto a los acuíferos aún no regulados merece destacar la mala calidad en ión cloruro (hasta 6 g/l), de la fuente de la Almadraba.

En este sistema no existe una red de vigilancia general, dadas las pocas instalaciones que explotan los recursos útiles de la Sierra Norte; únicamente se

controla un sondeo (3926-3-1629) en la conexión Sierra Norte-Llano de la Puebla que permite conocer la calidad del agua de recarga hacia el Llano, y que se incluye dentro del plano de la Red General del Llano de la Puebla. Los dos análisis completos que se tienen de este punto dan valores muy parecidos para todos los componentes analizados: se trata de un agua bicarbonatada cálcico-magnésica, con un total de sólidos disueltos de 800 mg/l y una dureza de 38° F, no encontrándose ningún valor alto en ninguno de los componentes analizados. En definitiva se trata de una de las aguas de mejor calidad de la cuenca.

En cuanto a redes de isocloruros se refiere, existe una encaminada a estudiar la intrusión de agua de mar en el acuífero de Vall-Verd, de la que se toman 3 muestras al mes.

También se toman muestras con frecuencia mensual de los sondeos de explotación de E.M.A.Y.A. de la unidad de Na Burguesa, para la determinación de cloruros y residuo seco.

Los valores de ión cloruro de los sondeos de S'Estremera son facilitados mensualmente por la empresa municipal.

No es de esperar grandes variaciones en la calidad del agua subterránea en el Sistema 76, puesto que no existen grandes concentraciones de actividades que puedan deteriorarla. Únicamente merece destacar la proliferación de urbanizaciones con los problemas que pueden ocasionar los vertidos de aguas residuales a base de pozos o zanjas de absorción; la solución definitiva puede ser la canalización hasta la depuradora más próxima con un vertido controlado del efluente final, aunque esta solución en algunos casos resulta ser económicamente inviable.

El control más riguroso en cuanto a problemas de salinización se refiere, debe ser llevado a cabo en el acuífero de Na Burguesa, dada su franca conexión con el mar, aunque actualmente con una explotación superior a 10 hm³, experimenta una rápida recuperación de niveles y valores normales en ión cloruro.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general la calidad química del agua subterránea de los acuíferos del Sistema 76 es muy buena comparada con las de la cuenca; sus totales de sólidos disueltos son inferiores a 1.000 mg/l y no se observan valores anormales en los componentes analizados.

Los acuíferos costeros sobreexplotados del sistema Vall-Verd y Alcudia se encuentran sometidos a un fuerte proceso de intrusión de agua de mar, con valores en ión Cl^- superiores a 1 g/l.

Los acuíferos de Estremera y Na Burguesa que contribuyen con un 20 y un 10 por ciento respectivamente a las extracciones necesarias para el abastecimiento urbano e industrial de Palma, de 42 a 43 hm³ actualmente, presentan un agua de muy buena calidad con valores inferiores a 200 mg/l en ión cloruro, en los sondeos explotados por la empresa municipal.

En los inventarios llevados a cabo para detectar aquellas actividades que potencialmente pudieran deteriorar la calidad del agua subterránea no se han encontrado concentraciones que permitan suponer una degradación de esta calidad a corto plazo.

Estando comprobada la desconexión del acuífero de S'Estremera con el mar, no encontrándose actividades potencialmente deteriorantes de la calidad del agua subterránea y existiendo una cobertura de 40 a 80 m de espesor no saturado, se estima suficiente una muestra anual de cada una de las captaciones Estremera-2 y Estremera-3 en época de niveles bajos, con análisis completo de macro y microelementos químicos, complementando con los análisis mensuales de ión cloruro que facilita la empresa municipal.

En el caso de los sondeos de abastecimiento de la unidad de Na Burguesa y dada su condición de acuífero conectado con el mar, se considera necesario seguir el control mensual de ión cloruro y dos análisis completos anuales en épocas de niveles bajos y niveles altos, como complemento del estudio de una posible intrusión de agua de mar.

En la zona de Vall-Verd y para los sondeos ya salinizados, con valores de ión cloruro superiores a 1 g/l, se debe seguir tomando muestras mensuales para análisis de cloruros con la finalidad de estudiar el efecto de sellado que se lleva a cabo actualmente, así como dos análisis completos anuales correspondiendo a los meses de máximas y mínimas extracciones. En el sondeo de Na Barrexeita, conectado con el acuífero de Vall-Verd, pero con buena calidad actual (100 mg/l de ión Cl^-) se estima suficiente un análisis de cloruros bimensual en la época de bajas extracciones, para pasarlo a carácter mensual en las puntas de verano con un análisis completo al finalizar estas puntas.

En la zona oriental de Alcudia, dados los escasos recursos del acuífero dolomítico, su salinización actual y el uso para servicios que se da al agua, no se estima necesario montar ningún control especial de la calidad del agua.

En cuanto al sondeo, 3926-3-1629, que da la calidad del agua de recarga de la Sierra Norte hacia el Llano de La Puebla, dadas las escasas variaciones observadas en análisis obtenidos en diciembre de 1974 y abril de 1977, parece suficiente un solo análisis completo anual coincidiendo con la temporada de máximas extracciones.

**SISTEMA ACUIFERO 77,
Depresión Central**

- I. Introducción**
- II. Subsistema del Llano de Palma**
- III. Subsistema del Llano de Inca-La Puebla**
- IV. Subsistema de La Marineta**
- V. Subsistema de Lluchmayor-Campos**

I. INTRODUCCION

Comprende este sistema la parte central de la Isla, con una extensión de unos 2.200 km²; es una zona muy llana, en la que, salvo escasas excepciones, las elevaciones no superan los 150 m.

Unos 350 km² corresponden a afloramientos impermeables, en su mayor parte margas de edad burdigaliense, con algunos retazos de margas cretácicas y margas y calizas oligocenas.

Los 1.850 km² de materiales permeables son de edades cuaternaria y vindoboniense, constituidas por calcarenitas y calizas en casi su totalidad.

Dadas las evidentes diferencias existentes en cuanto a calidad, demandas y uso del agua, el Sistema 77 se ha dividido para una mayor claridad en cuatro zonas acuíferas: Llano de Palma, Llano de Inca-La Puebla, La Marineta y Lluchmayor-Campos, que a continuación se describen.

II. SUBSISTEMA DEL LLANO DE PALMA

II.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Esta zona tiene unos 370 km² de los que 230 corresponden al acuífero superior constituido por calizas, calcarenitas, dunas, limos y gravas de edades cuaternaria y tortoniense; el resto, 140 km², corresponde a afloramientos del acuífero inferior, formando por calizas y calcarenitas de edad helveciense.

El acuífero superior está independizado del inferior por una formación de margas grises tortonienses en la zona central y oriental del Llano; en el resto del Llano funcionan en términos generales como un único acuífero libre. Los dos acuíferos tienen una buena comunicación con el mar, el superior en las zonas de Coll De'n Rabassa y Aeropuerto, y el inferior en las proximidades del puerto de Palma.

Las extracciones totales del Llano son de unos 65 a 75 hm³/año, con un reparto estimado de:

	hm ³ /año
Demanda población fija de Palma	20,0-21
Demanda turismo Palma	3,5- 4
Demanda Industria	4,5- 4
Regadío	40,0-45
TOTAL	68,0-74

Las extracciones del Llano son consumidas casi prácticamente en las demandas de la población fija de Palma y en regadío, por lo que para hacer frente a

las demandas de turismo, industria y pérdidas de las redes, son necesarios otros 18 a 20 hm³ que proceden de la Sierra Norte, unidades de S'Estremera, Font de la Vila, Na Burguesa y embalses de Cúber y Gorg Blau.

Es en este subsistema, concretamente en Palma, donde las demandas de agua para abastecimiento son las mayores de la Isla, puesto que en ella se concentran más del 50 por ciento del total de habitantes insulares.

Se adjunta un gráfico de extracciones, evaluaciones de nivel e ión cloruro, de los distintos puntos de abastecimiento a Palma, constituido en su 95 por ciento por agua subterránea.

Paralelamente a la gran concentración urbana de Palma, se desarrolla un máximo de actividades que en principio pueden ser consideradas como potencialmente deteriorantes de la calidad del agua subterránea.

La actividad industrial considerada como más contaminante es la correspondiente al subsector de curticiones, situadas en la zona del Molinar. Según datos aportados por la Delegación de Industria de Baleares, se obtienen valores medios de 28 p.p.m. de cromo residual, expresado en Cr₂O₃, para un total de vertido de 205 m³/día. Actualmente estas aguas residuales son arrojadas al mar, aunque no se descarta el proyecto de tratarlas en la nueva depuradora del Coll D'en Rabassa.

Respecto al sector agropecuario, existen en el Llano 4.300 ha de regadío, de las que unas 3.000 están dedicadas al cultivo de alfalfa, maíz y trigo; unas 900 de hortalizas y las 400 restantes a agríos. La zona fundamentalmente forrajera está situada en el área de peor calidad del agua en cloruros, delimitada por el perímetro aproximadamente rectangular, mar-Son Ferriol-Sant Jordi-mar. El principal fertilizante usado en esta zona es el superfosfato de calcio con un consumo estimado de 2.000 t/año. La zona de hortaliza ubicada entre las carreteras de Manacor y Sineu utiliza como principal abono el sulfato amónico con dotaciones estimadas de 1.000 kg/ha. El cultivo de agríos situado en la parte septentrional del Llano, entre las carreteras de Esporles, Valldemossa y Bunyola, consume principalmente sulfato potásico, con un total anual de unas 80 a 100 t.

En el apartado ganadero, según censo de 1972, existen 9.000 cabezas de ganado vacuno y 4.800 de ganado porcino, con producciones anuales medias de 2 m³ y 0,5 m³ de purín y 8 t y 2,5 t de estiércol por cabeza de ganado vacuno y de porcino respectivamente. La composición de purín en nitrógeno, por término medio y tonelada, es de 1,5 a 3 kg para el de cerda. (Fuentes: Delegación Ministerio de Agricultura, IRYDA, Extensión agraria, Hermandad de Labradores y Ganaderos).

En lo relativo a las aguas residuales urbanas de Palma, de 70.000 a 80.000 m³/día, una parte, de 10.000 a 12.000 m³/día, es tratada en la planta depuradora de Sant Jordi; otra parte, actualmente unos 6.000 m³/día, es tratada en plan experimental en la nueva depuradora del Coll D'en Rabassa y el resto es enviado al mar a través de aliviaderos. Exceptuando el agua tratada en Sant Jordi, de la que una parte se emplea en riego (1ª fase del Plan de Regadío de Sant Jordi, IRYDA) y el excedente es absorbido en siete sondeos existentes en la misma planta, la casi totalidad de la producción de agua residual de Palma, unos 60.000 a 70.000 m³/día, son evacuados actualmente al mar.

Las aguas residuales de las poblaciones cercanas a Palma son evacuadas a través de pozos negros y fosas sépticas, y en algunos casos en que existe red de alcantarillado, el efluente final de éste es vertido a torrentes que cruzan el Llano,

torrente Gros y La Riera, que aportan unos 8 hm^3 al subsistema acuífero considerado en años de pluviometría media.

II.2. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

Merece una especial atención dentro de este subsistema, las captaciones de Pont D'Inca, que contribuyen con un 30 a un 40 por ciento a las demandas urbanas de Palma.

Como consecuencia del gran aumento de la demanda de Palma al final de la década de los 60, se produjo una salinización en los sondeos de Pont D'Inca, por lo que se procedió a sellarse el acuífero inferior, explotándose en la actualidad únicamente el acuífero superior: limos y gravas cuaternarios y calcarenitas-calizas tortonienses.

A partir de 1975, la calidad en ión cloruro fue buena, manteniéndose hasta marzo de 1977 con valores inferiores a 300 mg/l. A partir de esta fecha, el contenido en este ión empezó a subir progresivamente para acabar el 77 con valores próximos a los 500 mg/l. A lo largo de 1978, en base a un sistema de explotación controlado y sincronizado Pont D'Inca-S'Estremera (con un máximo de extracciones en Pont D'Inca en épocas de niveles altos y un mínimo de extracciones en verano, aprovechando entonces la capacidad de almacenamiento de S'Estremera), se ha conseguido mantener el valor en ión cloruro en las captaciones de Pont D'Inca en cantidades inferiores a 300 mg/l.

En el análisis de una de las captaciones de Pont D'Inca correspondiente a la muestra tomada en fecha 9/3/77, representada en el plano de calidad general, la calidad es todavía buena, correspondiendo a los sucesivos meses el empeoramiento antes comentado.

Algo peor es la situación actual de las captaciones de Virgen de Montserrat: durante el año 1976, con extracciones de unos 2 hm^3 , el ión cloruro se mantuvo entre 300 y 400 mg/l; en 1975, 1977 y 1978 con extracciones de 4 hm^3 el valor de los cloruros superó los 600 mg/l.

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que del 40 al 50 por ciento de las demandas para abastecimiento de la ciudad de Palma, estarían amenazadas de salinización en el caso de un incremento en las extracciones por un aumento de la demanda, o bien por un ciclo climático adverso aunque aquéllas no aumentasen.

En el resto de las captaciones del acuífero superior, en la parte oriental del Llano, se encuentran valores de hasta 4.500 mg/l de cloruros, pasando la curva de 3.000 mg/l por la carretera de Manacor en un punto equidistante de Son Ferriol y Sant Jordi y penetrando hasta una distancia aproximada de 5 km de la costa. Es una zona eminentemente agrícola en que debido al elevado contenido del agua en cloruros, el principal cultivo es la alfalfa.

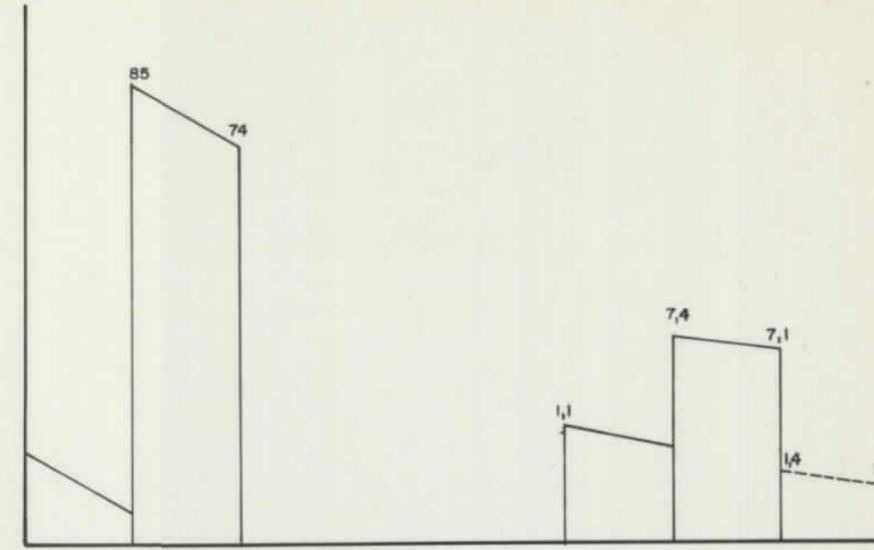
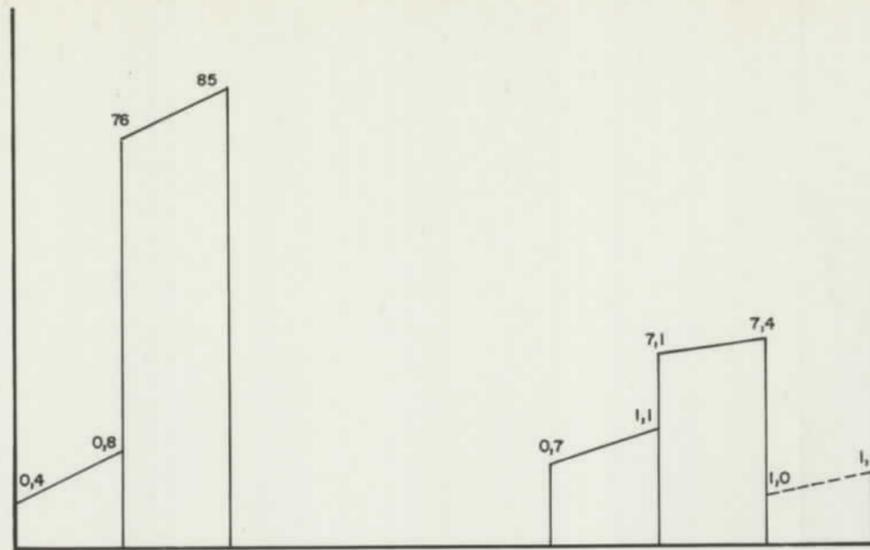
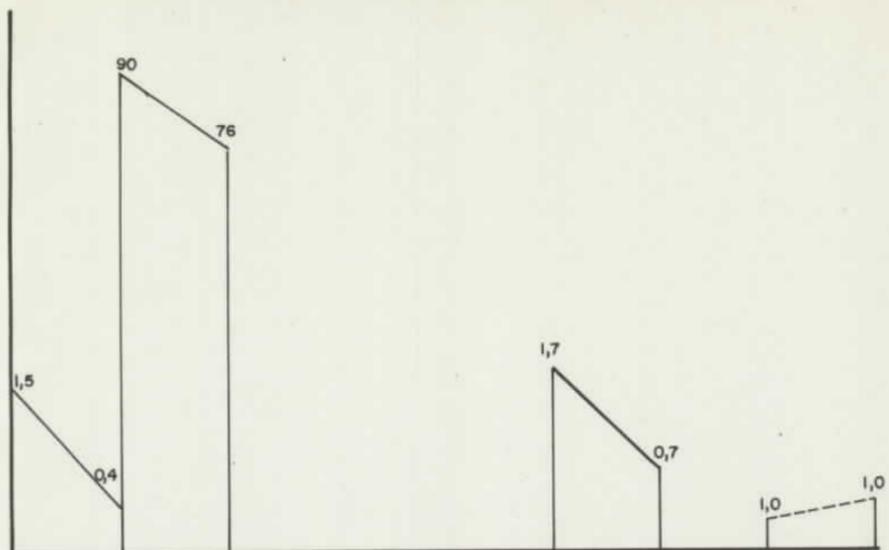
Se adjuntan planos de isocloruros e isopiezas de enero-febrero 1977, para comparar con el plano de calidad general de la misma fecha.

También en la parte oriental del Llano y situado a unos 4 km al Sur de Sant Jordi, se encuentra el principal sondeo de abastecimiento de Levante, Son Monjo, que abastece el Arenal de Lluchmayor con extracciones de $1.300.000 \text{ m}^3/\text{año}$, contenido en cloruros de 100 mg/l y en nitratos inferior a 30 mg/l. El flujo subterráneo tiene el sentido Son Monjo-Sant Jordi. (Nivel piezométrico en Son Monjo superior a 3 m, nivel piezométrico máximo en Sant Jordi, 0,8 m).

En general en la zona occidental del acuífero superior, los valores de ión cloruro no son muy elevados, siendo el valor comentado de 600 mg/l para Virgen

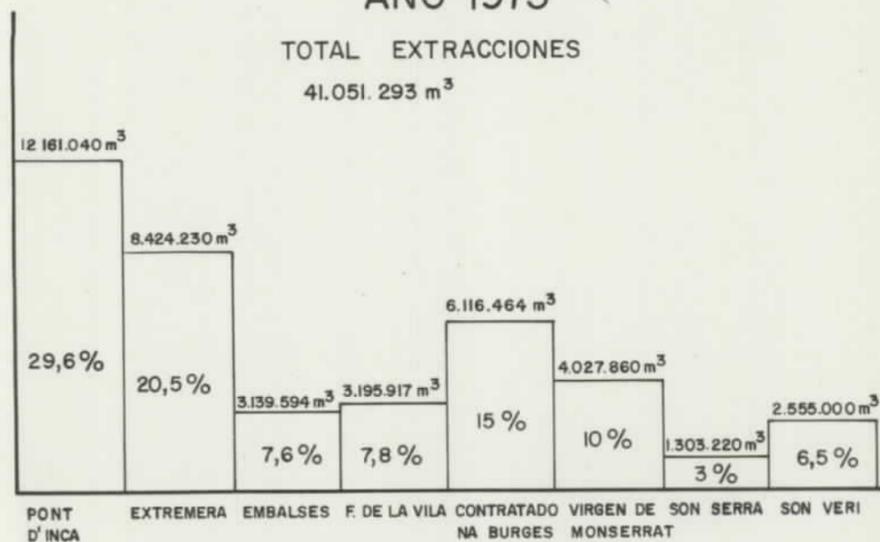
ABASTECIMIENTO PALMA

EVOLUCION DE NIVELES EN METROS



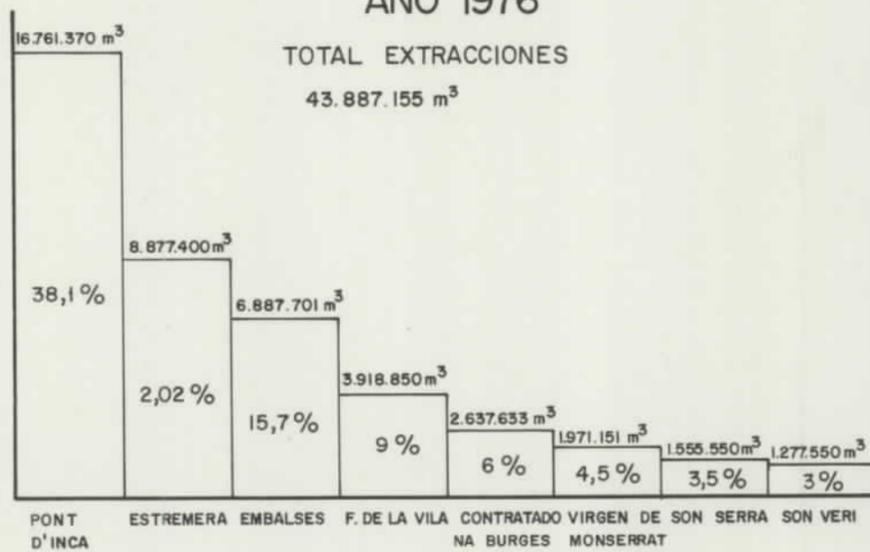
AÑO 1975

TOTAL EXTRACCIONES
41.051.293 m³



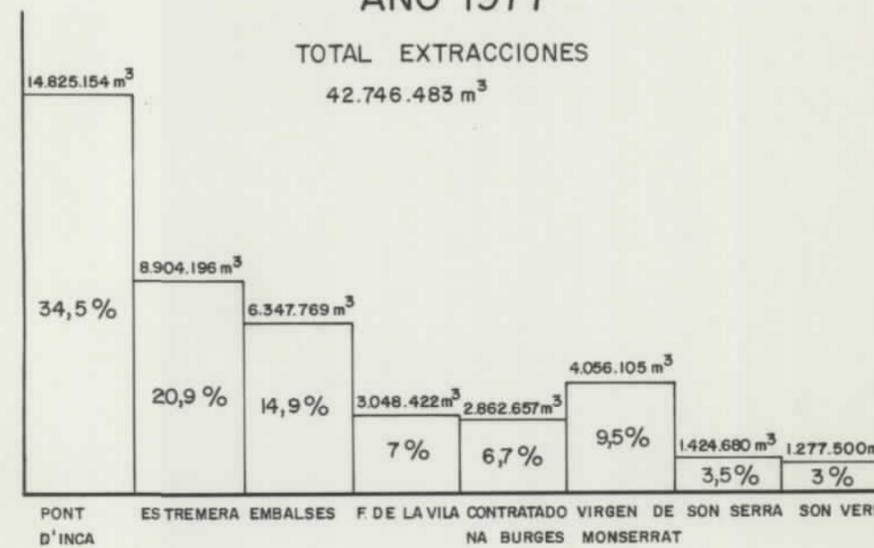
AÑO 1976

TOTAL EXTRACCIONES
43.887.155 m³

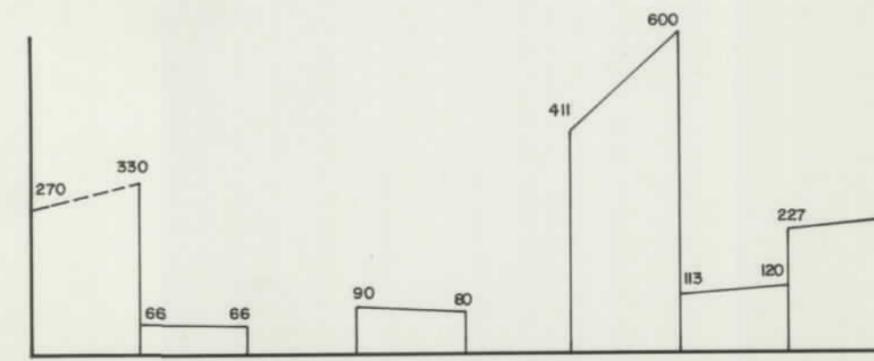
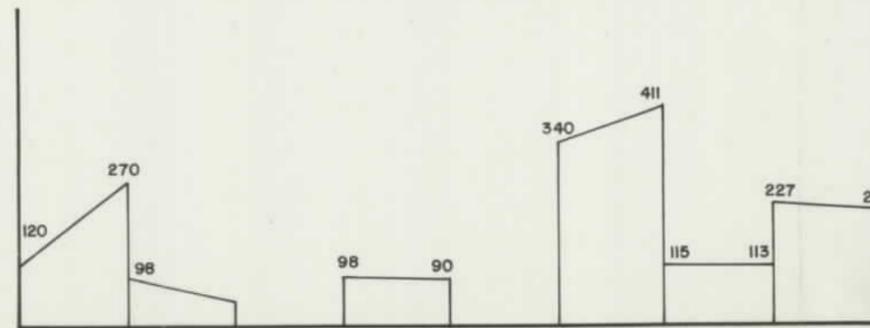
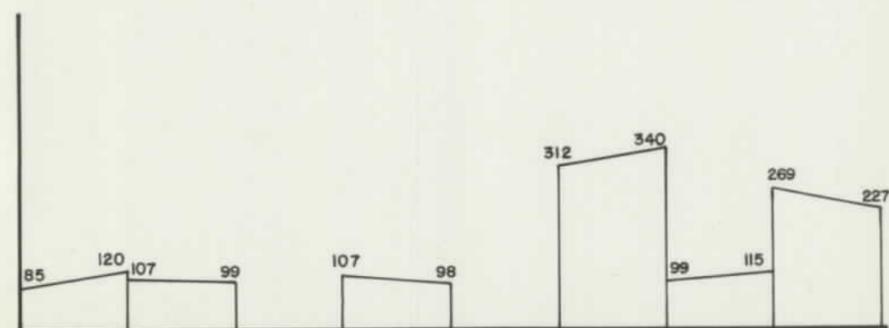


AÑO 1977

TOTAL EXTRACCIONES
42.746.483 m³



EVOLUCION DEL ION CL EN mg/l



de Montserrat un máximo en dicho ión. Son valores normales en esta zona, 250-350 mg/l.

El acuífero inferior helveciense presenta calidades muy inferiores en general al cuaternario-tortonense, con contenidos de hasta 6.000 mg/l de cloruros y 127 mg/l de potasio en la zona de Bellver - Las Salesas-Pont D'Inca, y de 2.500 mg/l de cloruros y 15 mg/l de potasio en la de Son Ferriol-Sant Jordi (análisis facilitados por el Servicio Hidráulico de Baleares). Según estos análisis el contenido en ión nitrato en la zona Bellver-Sas Salesas llega a ser de 90 mg/l, y superior a 100 mg/l en la zona de Son Ferriol-Sant Jordi, en 1970.

Según los análisis citados, los puntos en la parte de poniente, con elevado contenido en ión nitrato, unos 70 mg/l, se encuentran en una curva que circunvala la ciudad de Palma, y a la altura de Son Ferriol se eleva en sentido Norte unos cuatro km.

Además de las comentadas redes generales de la calidad y de isocloruros, existe una red de vigilancia específica de Sant Jordi, con la que se pretende estudiar el movimiento del agua depurada en la planta de Sant Jordi, inyectada en siete sondeos situados en la misma depuradora. Cubre esta red unos 6 km² alrededor de la estación, y consta de 16 pozos, 1 sondeo y una muestra del agua inyectada.

Se ha procedido en julio de 1978, en colaboración con IRYDA, a una nivelación topográfica de la red específica para correlacionar la posición de la superficie piezométrica con la calidad registrada; hasta la fecha no se tienen conclusiones definitivas puesto que tratándose de una zona sometida a bombeos intensivos en gran parte del año, las medidas de nivel efectuadas siempre se han visto afectadas por las extracciones.

En el plano de la red específica de Sant Jordi que se adjunta, se han representado análisis completos referentes a febrero 1977 y febrero 1978, no habiéndose observado variaciones bruscas en ninguno de los componentes analizados. Como primeros resultados, sujetos a posterior revisión, se observa:

En un radio de 500 m alrededor del área de inyección y en el sentido del flujo subterráneo, los contenidos en cloruros son muy parecidos al del agua residual depurada, el resto de las captaciones tienen valores muy altos en este ión, entre 1.000 y 5.000 mg/l y valores de potasio entre 30 y 70 mg/l.

El contenido en ión nitrato en las proximidades de la inyección es inferior a 20 mg/l, la D.Q.O. superior a 5 mg/l y en algún caso valores muy elevados de nitritos, 11 mg/l (3827-8-488, 17/2/77); a distancia aproximada de 1 km de la zona de inyección el contenido en nitratos es de 40 a 50 mg/l y los valores de la D.Q.O. son muy dispersos.

Debe tenerse en cuenta la cantidad de interferencias que se producen en este sector para llegar a una correcta interpretación de los resultados: debe considerarse el efecto de intrusión de agua de mar; la inyección de 2,5 a 3,5 hm³/año de aguas residuales tratadas durante 1973, 1974, 1975 y 1976; el intenso cultivo de la tierra con espesores no saturados inferiores a 20 m por lo general; las contaminaciones puntuales producidas por concentraciones de ganado vacuno; y los vertidos urbanos a través de pozos negros en las localidades de Sant Jordi y S'Aranjassa.

Puesto que es muy difícil que se produzca en este sector aumento de zonas cultivadas, al disminuir las extracciones en la medida que se use el agua depurada para

riego, junto con la inyección del excedente de la estación depuradora no absorbido por los cultivos, debe producirse una mejora en el contenido de cloruros. A la vez también debe esperarse una mejora en el contenido de compuestos nitrogenados, en la proporción en que el agua residual tratada sea más utilizada en regadíos y menos evacuada a través de sondeos de inyección. También debe contribuir a esta mejora general la prolongación de las redes de alcantarillado proyectadas en este sector.

II.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

– CONCLUSIONES

Acuífero superior

Entre el 40 y el 50 por ciento del abastecimiento urbano-industrial de Palma descansa en las captaciones de Pont D'Inca y Virgen de Montserrat, situadas en este acuífero.

Existe una clara correlación entre los niveles piezométricos y el contenido en ión cloruro en las instalaciones de Pont D'Inca (gráfico de niveles, extracciones, pluviometría y contenido en cloruros), habiendo llegado a tener más de 500 mg/l a finales de 1977, y no pasando de 300 mg/l en 1978 (sondeos A y B).

La variación del contenido en este ión es función de dos parámetros: el volumen total extraído y los meses en que se realizan las máximas extracciones, debiendo efectuarse éstas coincidiendo con los máximos de nivel piezométrico, que es cuando el acuífero descarga subterráneamente al mar.

Las captaciones de Virgen de Montserrat, con extracciones anuales de 4 hm³ alcanzan valores entre 550 y 650 mg/l de cloruros, durante 1977 y 1978; en 1976 con extracciones de unos 2 hm³, no superó los 400 mg/l.

En los demás componentes químicos analizados, no se encuentran valores anómalos, aunque debe considerarse que el análisis representado corresponde a fecha 8/3/77, siendo posterior el empeoramiento sufrido en las captaciones de Pont D'Inca.

El sondeo de Son Monjo, abastecedor de la zona de El Arenal de Son Monjo, presenta con extracciones anuales superiores a 1 hm³ buena calidad (100 mg/l de cloruros y valores inferiores a 30 mg/l de ión nitrato).

En general, en la parte occidental de este acuífero no se encuentran valores muy altos de ión cloruro, siendo normal concentraciones entre 250 y 350 mg/l, a excepción hecha de las captaciones de Pont D'Inca y Virgen de Montserrat.

En la parte de levante se encuentran contenidos en este ión de hasta 4.500 mg/l, llegando la curva de 3.000 mg/l hasta la carretera de Manacor y profundizando unos 5 km desde la costa, (curvas de isocloruros, enero-febrero 1977 y plano de isopiezas de la misma fecha).

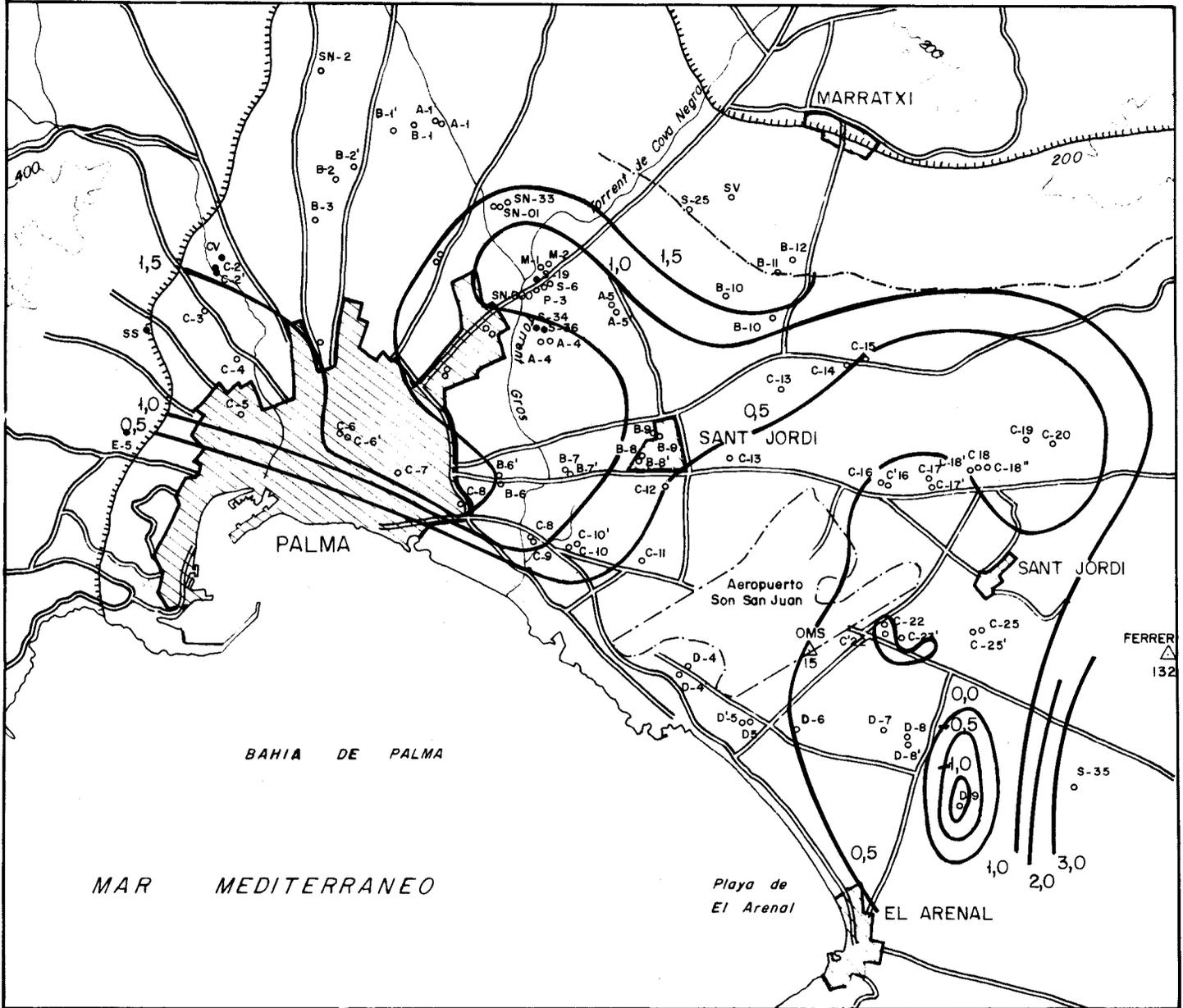
En este acuífero, la zona con mayor contenido en cloruros es de Son Ferriol-Sant Jordi, lo que limita su uso a un cultivo específico de alfalfa.

La calidad de esta zona debe mejorar como consecuencia de la disminución de extracciones, debido al efecto mixto de regadío con aguas residuales tratadas en Sant Jordi con contenido de 500 mg/l de cloruros, y a la inyección del efluente no demandado por los cultivos. Esta mejora debe notarse, en principio, en un menor contenido en cloruros y, más a largo plazo, en una disminución de los elementos orgánicos, cuando aumente la cantidad de agua tratada utilizada en

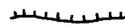
CONTROL HIDROGEOLOGICO DEL LLANO DE PALMA

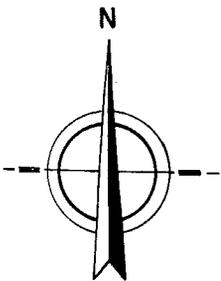
ISOPIEZAS

ENERO 1977

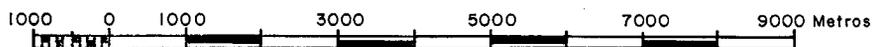


LEYENDA

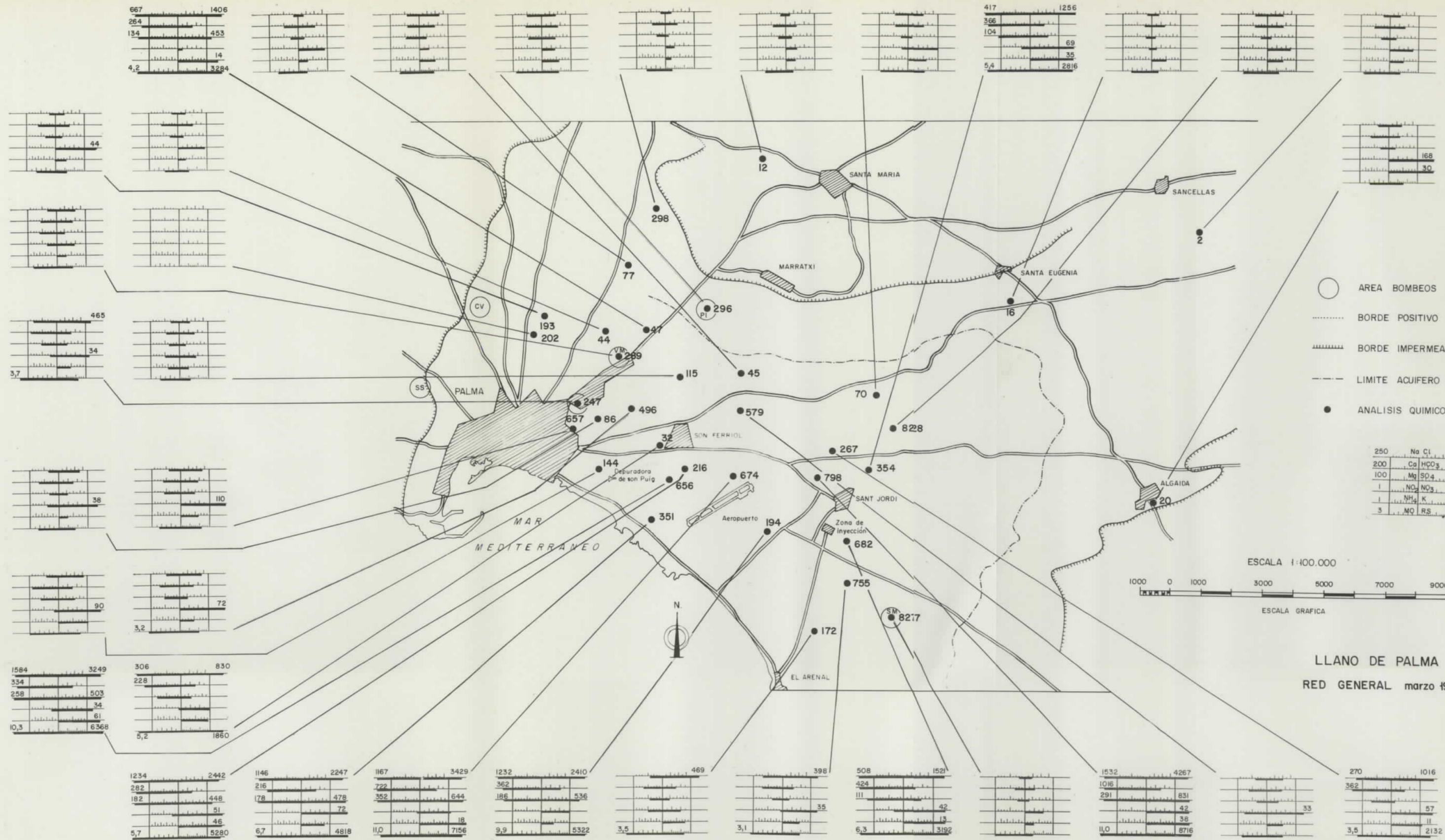
-  LIMITE ACUIFERO SUPERIOR
-  " " INFERIOR
-  CURVAS DE NIVEL
-  PIEZOMETROS



ESCALA 1:100.000

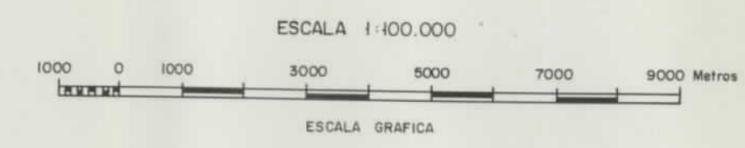


ESCALA GRAFICA

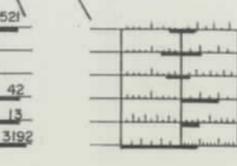
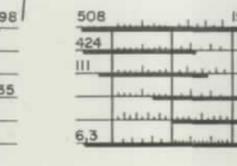
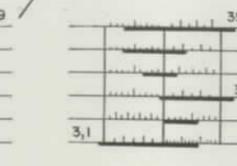
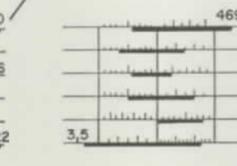
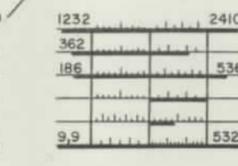
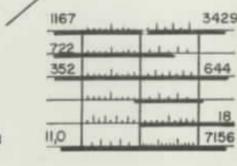
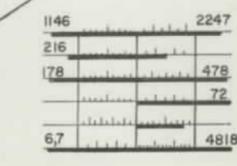
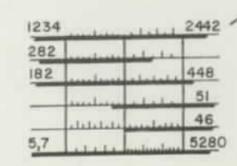
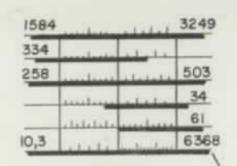
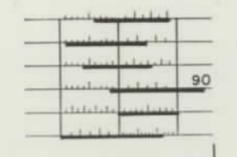
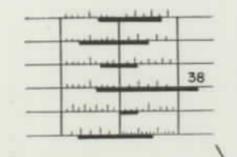
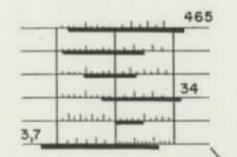
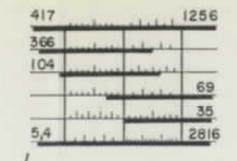
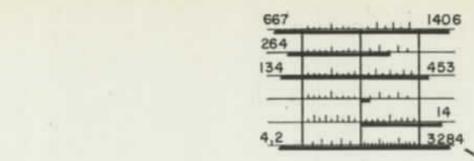


- AREA BOMBEO ABASTECIMIENTO
- BORDE POSITIVO
- ▬ BORDE IMPERMEABLE
- LIMITE ACUIFERO SUPERIOR
- ANALISIS QUIMICOS COMPLETOS

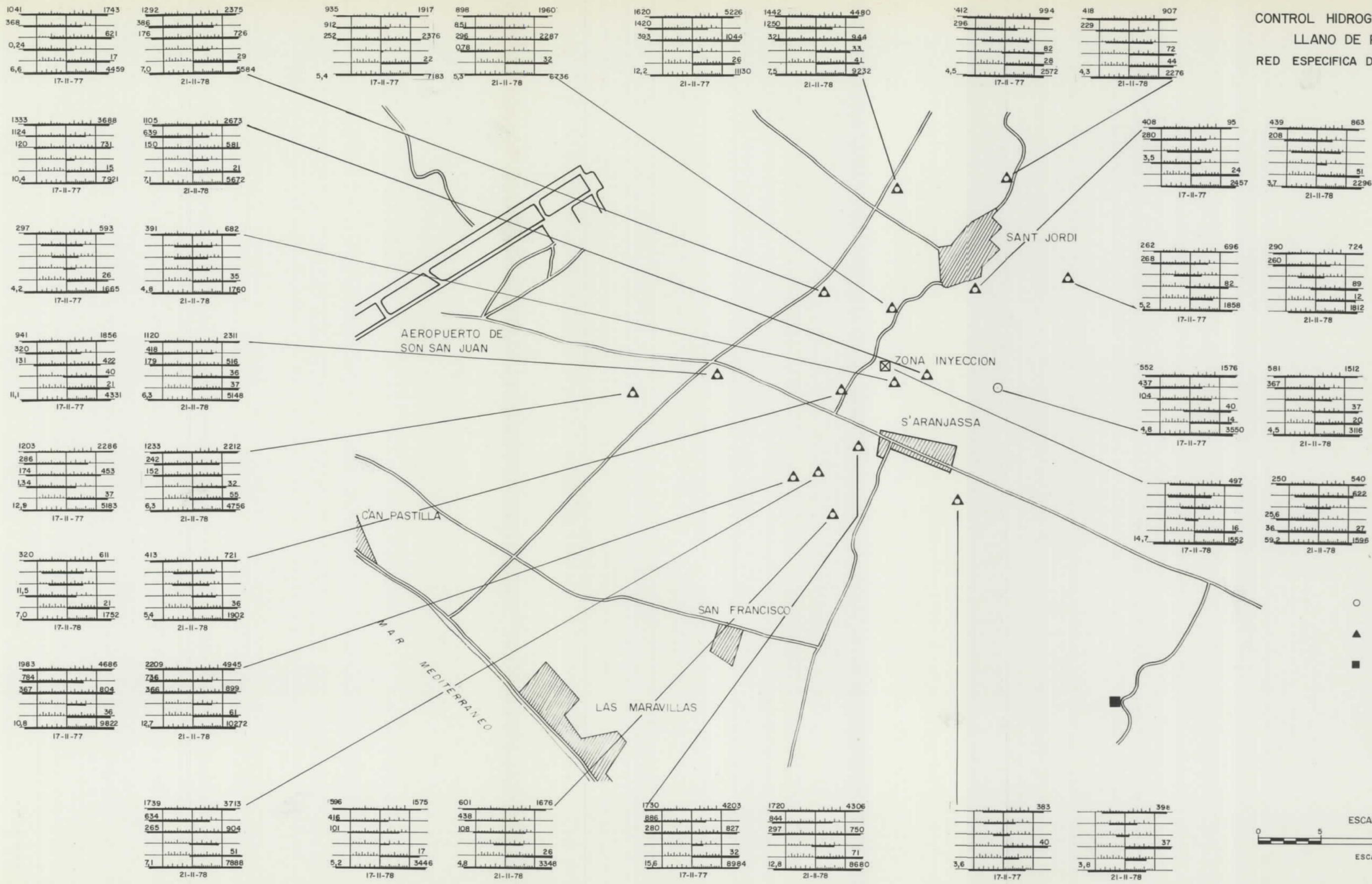
250	Na	Cl	350
200	Ca	HCO ₃	600
100	Mg	SO ₄	400
1	NO ₂	NO ₃	30
1	NH ₄	K	10
3	NO	RS	1500



LLANO DE PALMA
RED GENERAL marzo 1977



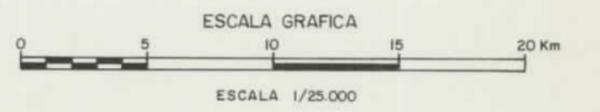
CONTROL HIDROGEOLOGICO DEL
LLANO DE PALMA
RED ESPECIFICA DE SAN JORDI 1977-1978



LEYENDA

- ANALISIS COMPLETOS
- ▲ RED PIEZOMETRICA
- POZO ABASTECIMIENTO

250	Na	Cl	350
200	Ca	HCO ₃	600
100	Mg	SO ₄	400
1	NO ₂	NO ₃	30
1	NH ₄	K	10
3	M.D.	R.S.	1500



regadío a costa de una menor cantidad de efluente inyectado, como ya ha empezado a ocurrir en 1977 y 1978, con volúmenes anuales de inyección de unos 500.000 m³ frente a los 3-3,5 hm³ inyectados en 1973, 1974, 1975 y 1976.

Independientemente de la zona afectada por la inyección de aguas residuales de Sant Jordi, las captaciones con elevados contenidos en nitratos, 60 a 70 mg/l, se encuentran en una curva que rodea la ciudad de Palma por la parte septentrional, y se eleva en sentido Norte unos 5 km a la altura de Son Ferriol.

Como resumen final se concluye que los componentes químicos que más deterioran la calidad del agua subterránea en el acuífero superior del Llano de Palma, son los iones cloruro cuya causa es la intrusión de agua de mar, y los iones nitrato producidos por los vertidos de aguas residuales urbanas, concentraciones de ganado vacuno y uso de la tierra. El área donde se sitúan las captaciones para abastecimiento se encuentra, no obstante, libre de estos problemas, que afectan a las zonas próximas a la costa.

Acuífero inferior

Las únicas captaciones de abastecimiento ubicadas en este acuífero, son las de Son Verí, a unos 8 km del mar, que presentan un contenido en cloruros entre 200 y 300 mg/l, y un residuo seco inferior a 1.000 mg/l.

Existen muy pocas captaciones que exploten este acuífero. De análisis efectuados en 1970, se deduce que en general sus aguas presentan muy mala calidad en los iones cloruro y nitrato. En la zona de Bellver-Las Salesas-Pont D'Inca, 6.000 mg/l cloruros, 130 mg/l potasio y 90 mg/l nitratos.

Las causas de esta degradación de la calidad del agua son las mismas que en el caso del acuífero superior: intrusión de agua de mar, vertido de residuos y, en general, contaminación por uso del suelo.

– RECOMENDACIONES

Acuífero superior

Puesto que la principal acción degradante de la calidad del agua es el fenómeno de intrusión de agua de mar y ésta es función del volumen extraído y de la época en que se realizan las extracciones, resulta evidente que la única forma de luchar contra esta degradación es la búsqueda de nuevos recursos hidráulicos. En este sentido por parte del IGME se realizan sondeos de investigación en la zona meridional de la Sierra Norte con la finalidad de aportar caudales que liberen, en parte, las extracciones actuales de Pont D'Inca y Virgen de Montserrat. En este mismo sentido se estudian los efectos del regadío e inyección de aguas residuales urbanas tratadas en el sector de Sant Jordi, que pueden incidir positivamente con un volumen anual de unos 10 hm³ en el balance hídrico del Llano, tratando también de lograr una extracción mínima en Pont D'Inca en época de niveles mínimos, que es cuando es mayor el peligro de salinización. En este sistema de extracciones controladas, la unidad de S'Estremera desempeña un papel de volante regulador de la salinización de Pont D'Inca. Debe tenerse en cuenta que el gran peso del abastecimiento de Palma es soportado por estas dos centrales, con aportes del 40 por ciento por parte de Pont D'Inca y del 20 por ciento por parte de S'Estremera.

En lo que respecta a los altos valores en nitrato, sus máximos se dan en aquellas captaciones dedicadas al riego de los cultivos, no en los de abastecimiento, por lo que en primera instancia no parece se requieran medidas especiales. De todas formas deben disminuir en el tiempo a medida que se prolonguen las redes de alcantarillado y se riegue más con aguas residuales en lugar de inyectarlas.

Respecto al total de redes de la calidad en el Llano, se recomienda su continuación según los siguientes esquemas:

RED DE ISOCLORUROS

Está constituida por 94 pozos y sondeos, y una muestra de agua de mar.

Como se ha expuesto anteriormente el ión cloruro varía mucho de un mes al siguiente, por eso se considera necesario un análisis de cloruros **mensual** de las captaciones de abastecimiento Pont D'Inca y Virgen de Montserrat. Los análisis correspondientes al resto de los puntos seleccionados, es conveniente se realicen dos veces al año, una al comenzar la temporada de regadío y otra al concluir ésta.

Las fechas de tomas de muestras deberán ser muy flexibles para que no constituyan una fuerte carga económica y no tienen necesariamente que estar incluidas en un mismo año físico, sino dentro del año climático.

Deben aprovecharse estas tomas anuales, para la determinación paralela de algún constituyente químico de rápida determinación y que proporcione una orientación sobre posibles zonas afectadas de otra contaminación distinta a la de intrusión marina; se recomienda la determinación de nitratos y/o fosfatos por su sencillez, si se realiza espectrofotométricamente, y por lo valioso de su información para detectar focos de contaminación. También es muy útil aunque con mayor complicación en su determinación el catión potásico, que puede indicar dos tipos de contaminación: por agua de mar y por vertido de aguas residuales.

RED GENERAL DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD

La constituyen 21 pozos y 14 sondeos que cubren aproximadamente unos 130 km² de Llano. Se tomarán dos veces al año coincidiendo con las tomas de la red de isocloruros, puesto que tienen puntos comunes y además para facilitar la comparación y complemento de ambas redes.

RED ESPECIFICA DE SANT JORDI

Formada por 16 pozos, 1 sondeo y 1 muestra del agua que se inyecta en los sondeos de absorción de Sant Jordi, todos los puntos han sido nivelados topográficamente para intentar correlacionar posiciones de la superficie piezométrica con las calidades del agua.

Dada la trascendencia que puede tener el sistema mixto de regadío-inyección con aguas residuales, incidiendo positivamente con un volumen anual de unos 10 hm³ en el balance hídrico del Llano, se considera necesario un análisis con **carácter mensual** de los más significativos elementos para el estudio de la contaminación por vertido de aguas residuales: nitratos, nitritos, amoníaco, D.Q.O., potasio y fosfatos.

Con **carácter trimestral**, un análisis completo de macro y microelementos. En función de los resultados obtenidos, esta red se revisará anualmente. En conjunto, las frecuencias en las tomas de muestras deberán quedar:

Red de isocloruros: (a la vez de nitratos y fosfatos). Muestra patrón-agua de mar, 1 muestra cada mes: Pont D'Inca y Virgen de Montserrat. 95 muestras 2 veces al año, coincidiendo con el principio y final de los regadíos.

Red general: 35 muestras 2 veces al año, coincidiendo con las fechas de tomas de la red de isocloruros.

Red específica de Sant Jordi: Muestra patrón-agua residual tratada; 18 muestras cada mes (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^- , D.Q.O. y K^+). 18 muestras 4 veces al año (análisis completo). La toma de muestras deberá coincidir con las medidas de nivel piezométrico.

Siempre que sea posible deberán hacerse coincidir las fechas de tomas de las redes para facilitar las comparaciones.

Acuífero inferior

Sondeos de Son Verí: 1 muestra cada mes para análisis de cloruros y/o nitratos y fosfatos. 2 muestras anuales para análisis completo.

III. SUBSISTEMA DEL LLANO DE INCA-LA PUEBLA

III.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Constituye la parte nororiental de la depresión central. Su superficie es de unos 500 km², de los que unos 250 son materiales cuaternarios poco permeables, de 150 a 200 km² son permeables de edad vindoboniense, y el resto impermeables, generalmente burdigalienses. Litológicamente el cuaternario está formado por limos rojos muy poco permeables con espesores de 2 a 6 m de conglomerados, y el vindoboniense por calcarenitas y calizas normalmente bastante permeables.

Las demandas estimadas de la zona son:

	<u>hm³/año</u>
Demanda población fija	1- 1,5
Industria	0,5
Regadío	45-50,0
Total demandas 1975 (estimadas)	46-52,0

Los acuíferos del Llano de La Puebla descargan por una línea de fuentes en su contacto con los limos y arcillas cuaternarios muy poco permeables. El caudal aforado en estas fuentes representa para un año medio un volumen de 25 a 30 hm³ (Informe de síntesis. Comité de Coordinación. Marzo 1973), que se pierden en el mar a través del torrente San Miguel.

De la observación del cuadro de demandas, se deduce que es ésta una zona eminentemente agrícola. Existen en el subsistema considerado unas 5.000 ha de regadío, de las que 4.000 están concentradas en La Puebla-Muro-Llubí. Se estima que en esta zona se consume el 50 por ciento de todo el fertilizante nitrogenado

de la provincia, de un 60 a un 70 por ciento del potásico y un 30 por ciento de los complejos. En lo referente a ganadería no aparecen cifras consideradas altas en ganado vacuno ; se estima zona de concentración media respecto al ganado porcino, al polígono formado por Llubí-Inca-Sancellas-Muro y Binisalem, con un total de unas 7.000 cabezas (Delegación Ministerio Agricultura en Baleares, IRYDA y Extensión Agraria).

En lo referente al sector secundario, no existen grandes concentraciones industriales que potencialmente puedan contaminar las aguas subterráneas.

Existen algunas fábricas de curtición en Inca, aunque lo normal es que en esta ciudad se elaboren productos de cuero, curtidos ya en otros lugares.

También se cuenta la industria de elaboración de licores en Llubí, pero sin adquirir nunca la calificación de zonas altamente industriales.

En este subsistema sí merece destacar el vertido de las aguas residuales urbanas de casi todos los municipios sin ningún tipo de tratamiento a simas o torrentes, en algunos casos situados a distancias próximas a las propias captaciones de abastecimiento. En las localidades en que existe algún tipo de tratamiento, como es en Campanet, Inca, La Puebla y Muro, las depuradoras suelen estar alejadas de las poblaciones, lo que aumenta las distancias entre vertido de aguas residuales y captaciones de abastecimiento, situadas estas últimas normalmente dentro de los cascos urbanos.

III.2.CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

No existen en este subsistema problemas relacionados con fenómenos de intrusión de agua de mar, ya que la zona es hídricamente excedentaria, lo que se refleja en una rápida recuperación de niveles al finalizar los bombeos de verano, así como en una escasa variación mensual de las curvas isopiezas.

El contenido en ión cloruro es muy variable, lo que dificulta el trazado de las curvas de isocloruros; se aprecian dos zonas totalmente diferenciadas: una comprendida entre el mar y la zona de descarga del acuífero por fuentes, coincidiendo con la antigua Albufera, con contenidos de hasta 1.700 mg/l; y otra correspondiente al acuífero del Llano de La Puebla propiamente dicho, hasta la zona de descarga de dicho acuífero, con valores entre 100 y 300 mg/l (Plano isocloruros Llano de La Puebla, abril 1977).

Sin lugar a dudas, la causa determinante del alto contenido en nitratos registrados en algunas captaciones de abastecimiento (Muro, Llubí y Búger), es el vertido incontrolado de las aguas urbanas. En el caso de esta última localidad, las aguas residuales tienen 28 mg/l de nitratos y 52 mg/l de potasio, y las aguas de abastecimiento 93 mg/l de nitratos y 31 mg/l de potasio (informe inyección de aguas residuales Ayuntamiento de Búger. IGME 8-V-1977). El agua de abastecimiento de Muro registra 100 mg/l de nitratos y 66 mg/l de potasio. En Llubí, 67 mg/l de nitratos y 10 mg/l de potasio.

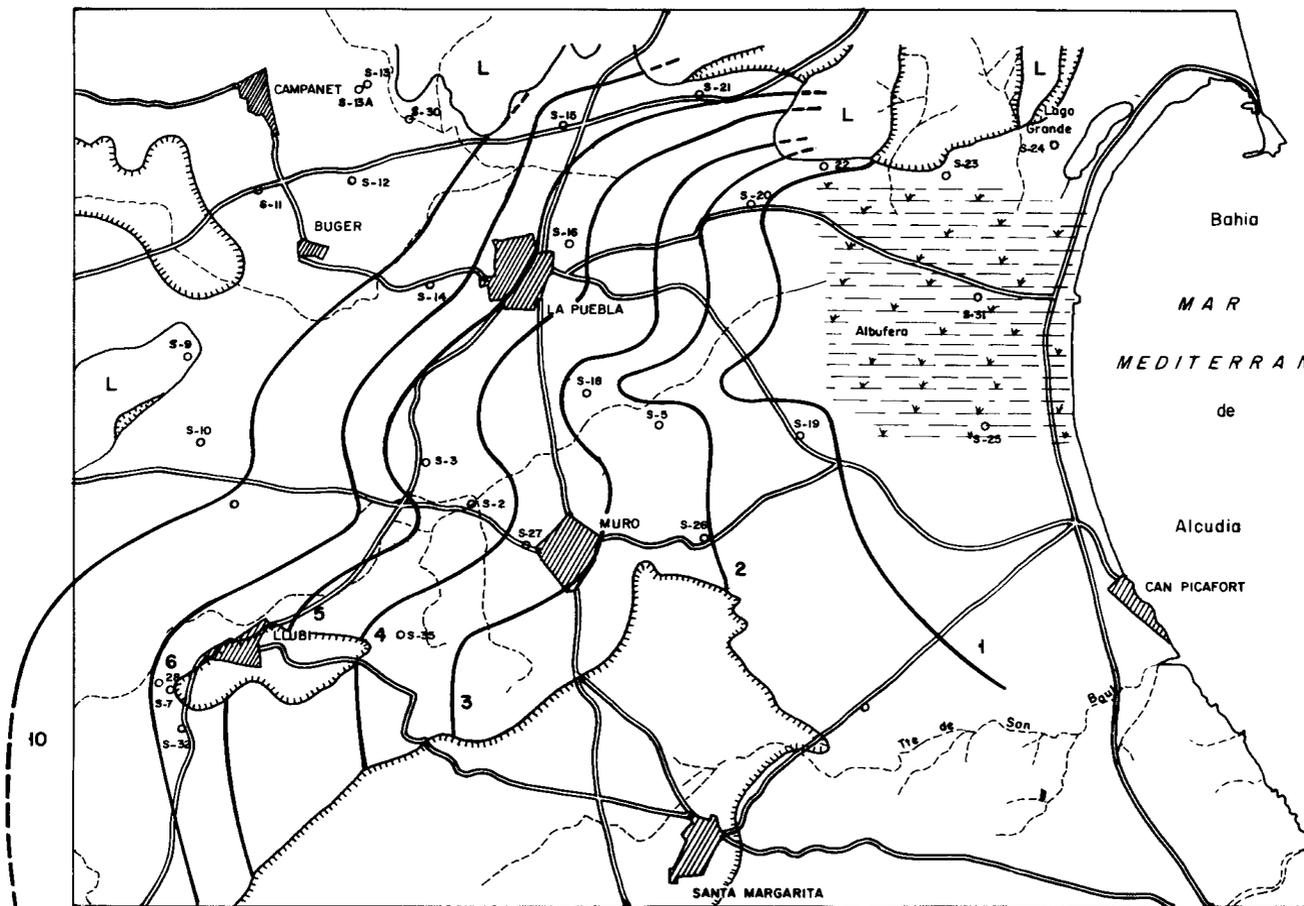
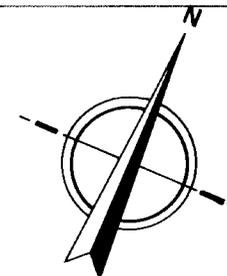
En las captaciones dedicadas a riego también el contenido en nitratos es alto, hasta 200 mg/l en el punto 3926-3-1060, si bien debe hacerse constar que las zonas de aireación en estas captaciones son inferiores a 40 m siendo normal de 10 a 20 m.

En algunos puntos de la red general en que se poseen análisis de fechas 14/12/76 y 25/4/77, se observa mayor contenido en nitratos en el análisis del mes de diciembre en las captaciones de regadío, lo que puede ser debido a la proximidad de esta fecha con el principal abonado de la tierra.

LLANO DE LA PUEBLA

ISOPIEZAS

ABRIL 1977



- LEYENDA**
- L AFLORAMIENTOS DE CALIZAS Y DOLOMIAS LIASICAS
 - AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES
 - ISOPIEZAS
 - o PIEZOMETROS

ESCALA 1:100.000

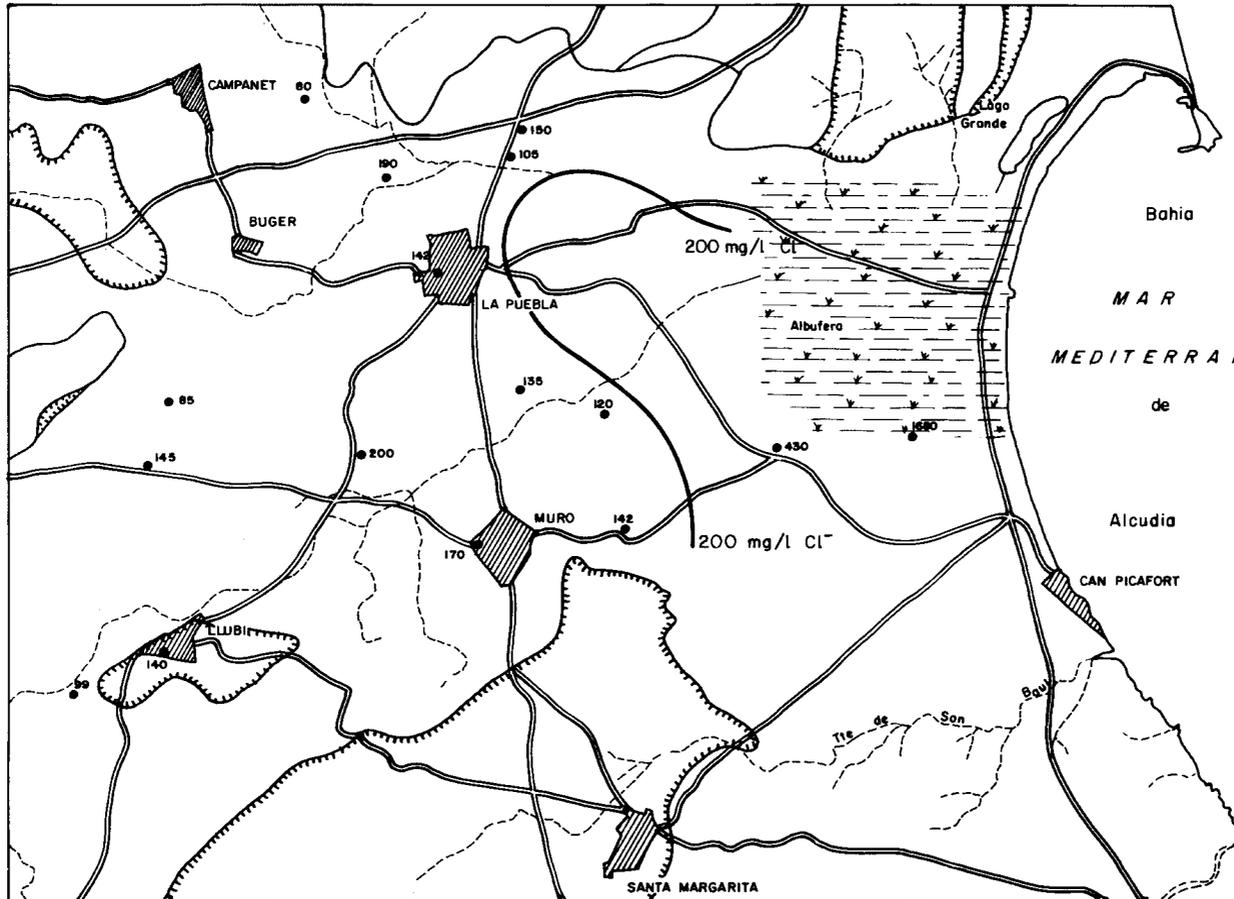
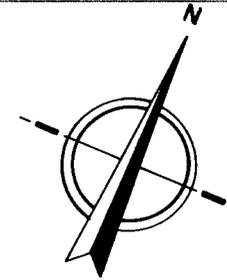


ESCALA GRAFICA

LLANO DE LA PUEBLA

ISOCLORUROS

ABRIL 1977



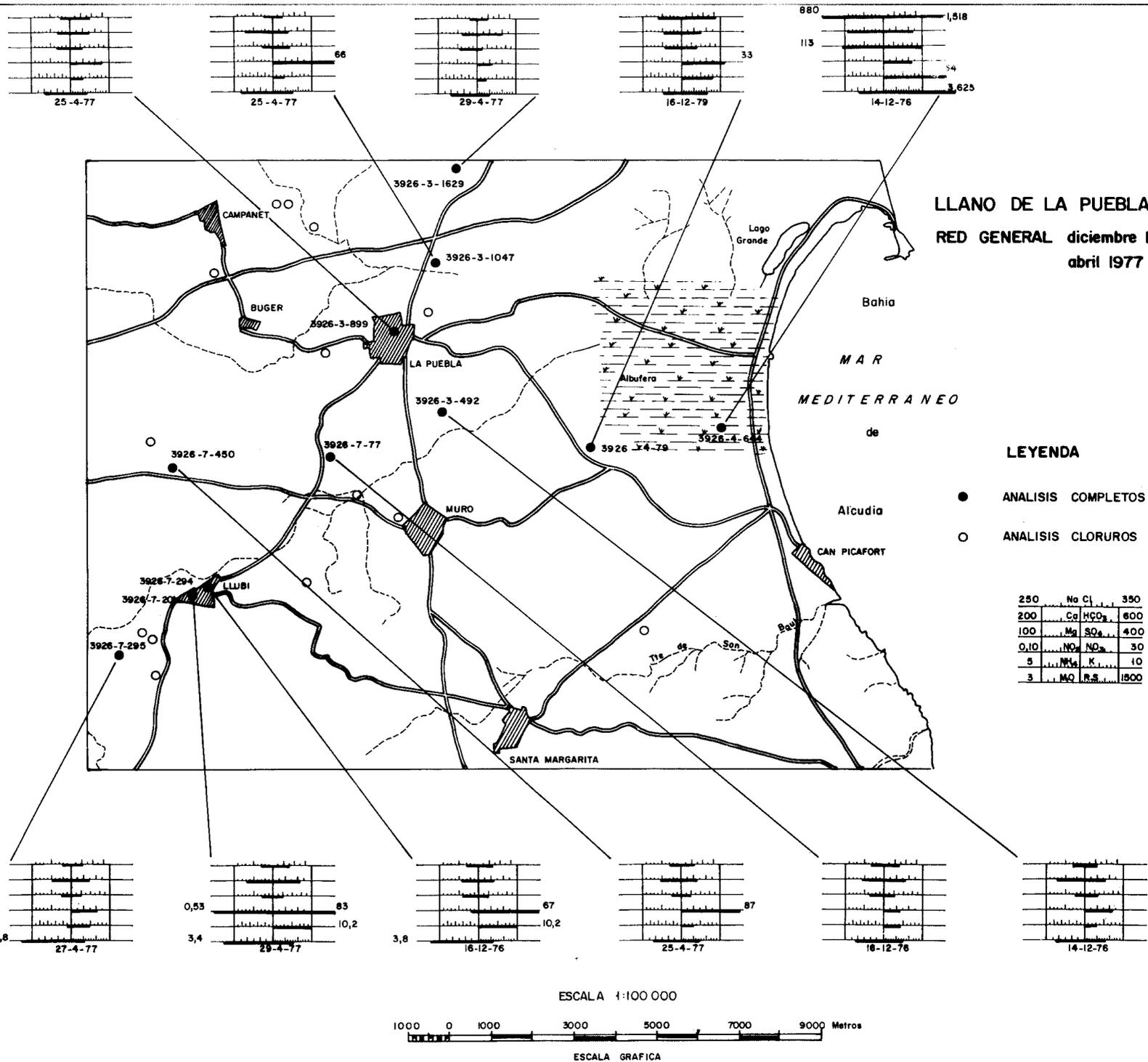
LEYENDA

- AFLORAMIENTOS CALIZAS Y DOLOMIAS
- ▬▬▬▬ " IMPERMEABLES
- ANALISIS Cl⁻

ESCALA 1:400.000



ESCALA GRAFICA



El agua de la fuente de Son San Juan, la más importante de las que drenan el acuífero, da valores de 300 mg/l de cloruros y de 33 mg/l de nitratos, según análisis de muestras correspondiente a 14/12/76.

No parece vaya a mejorar la calidad del agua en el futuro puesto que no se prevén modificaciones sustanciales en las causas que producen estas calidades, aunque dado el preferente uso del agua para regadío, la calidad actual se considera buena para esta finalidad.

III.3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

– CONCLUSIONES

El contenido químico que destaca por su alto valor en las aguas analizadas de este subsistema, es el ión nitrato, tanto en las captaciones de abastecimiento como en las dedicadas a regadíos.

Las causas que motivan este alto contenido son, conjuntamente, los vertidos de aguas residuales urbanas y el uso intensivo de fertilizantes nitrogenados.

Los valores altos de nitratos siempre van unidos a valores superiores a 10 mg/l de potasio.

En la superficie del acuífero, hasta su descarga a través de fuentes a unos 5 km del mar, el contenido en cloruros es inferior a 300 mg/l. En la zona comprendida entre esta línea de descarga y el mar, el contenido en este ión es superior a 1 g/l; en esta zona de mala calidad de la antigua Albufera no existe ninguna captación de abastecimiento.

La calidad química conocida de este subsistema se considera buena para su uso en regadío.

Es un acuífero excedentario, estimándose en 25 a 30 hm³ el volumen anual de agua perdida al mar.

– RECOMENDACIONES

Puesto que el problema actual existente en esta subunidad son las captaciones de abastecimiento, se recomienda un estudio detallado para su ubicación o su reubicación, alejándolas lo más posible de los cascos urbanos cuando no existan redes de alcantarillado o de los lugares de vertido de éstos cuando los haya, así como la elección de zonas con mayor espesor de aireación, y aguas arriba de la zona de vertido. Por supuesto, lo más alejadas posible de las zonas de máxima concentración de cultivos, así como una mayor reutilización de las aguas residuales para cierto tipo de cultivos.

En cuanto a la red de isocloruros actualmente existente, puesto que no se observan variaciones en este ión ni existen problemas de intrusión de agua de mar, parece suficiente un muestreo anual coincidiendo con la época de regadío intensivo para facilitar la toma de muestras; dado que no es posible el trazado de curvas de isocloruros ni parece tener importancia el contenido en este ión, se estima conveniente complementar su análisis con los parámetros indicadores de las causas contaminadoras del acuífero, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺ fosfatos, potasio y D.Q.O.

En cuanto a la red general, conociendo ya la calidad actual y la escasa variación observada, también parece suficiente un análisis anual, cuya toma de

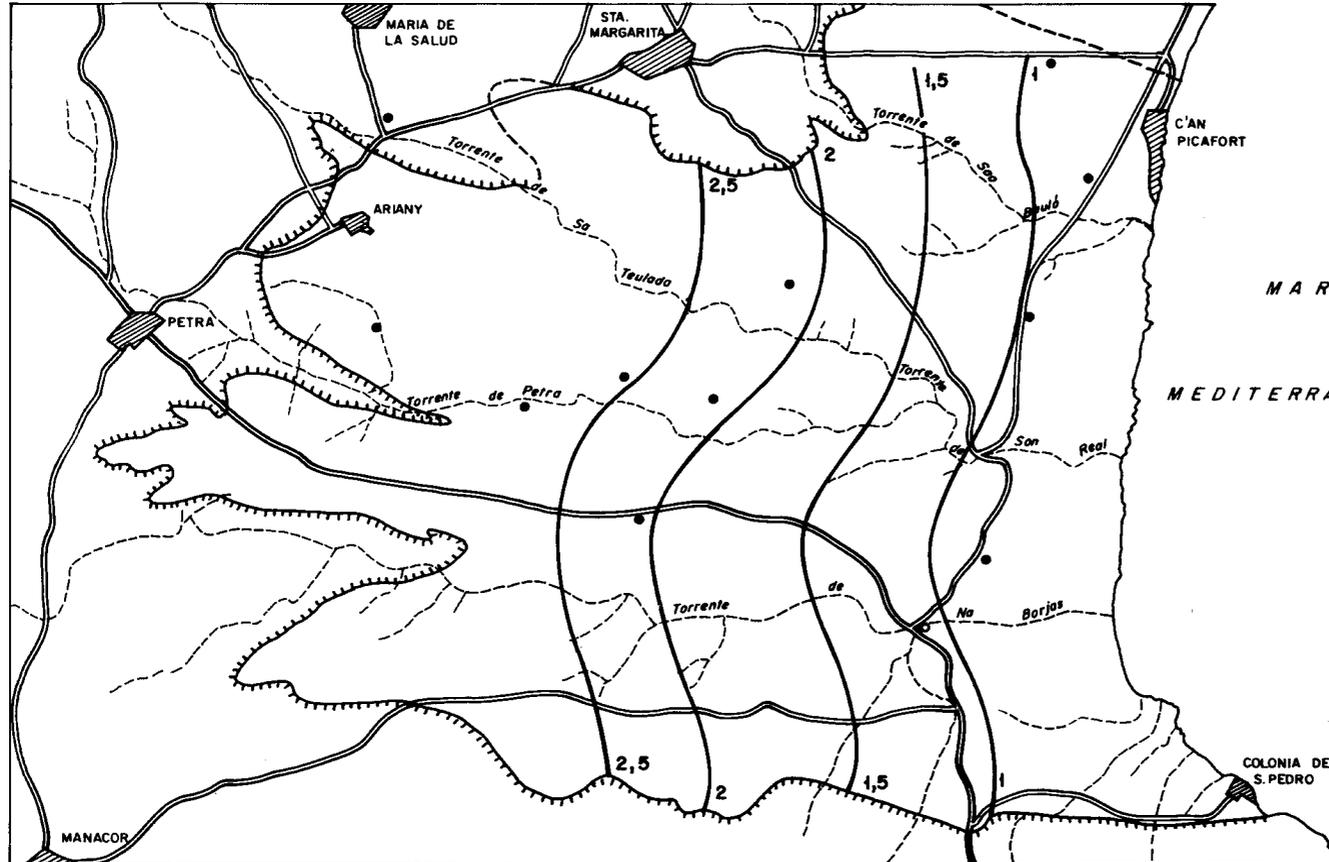
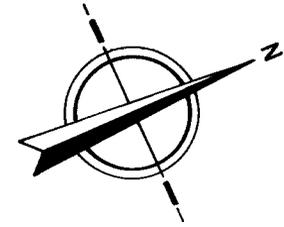
muestras se efectuará a la vez que la anterior red, para facilitar las comparaciones y la labor de toma de muestras.

En conjunto, las tomas de muestras deberán quedar:

Red de isocloruros: formada por captaciones de regadío. 20-25 puntos. Muestra patrón, agua residual de la depuradora de Inca. Frecuencia anual. Análisis Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^- , K^+ y D.Q.O. Fecha de toma: cuando el encargado estime oportuno.

Red general: formada por captaciones para abastecimiento. 5 puntos. Muestra patrón, agua residual de la depuradora de Muro. Frecuencia anual. Coincidiendo con la red anterior. Análisis químicos completos.

ZONA DE LA MARINETA
ISOPIEZAS
ABRIL 1977



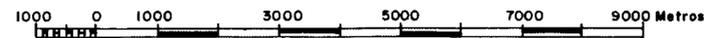
LEYENDA

- AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES
- CONTROL NIVELES
- ISOPIEZAS

M A R

MEDITERRANEO

ESCALA 1:100.000



ESCALA GRAFICA

IV. SUBSISTEMA DE LA MARINETA

IV.1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Comprende una extensión de 160 km^2 de materiales permeables de edad miocena o cuaternaria. Esta zona está aislada de los acuíferos de Lluçmajor-Campos por los materiales impermeables de las Sierras Centrales, y parcialmente de los acuíferos de Inca-La Puebla por el burdigaliense margoso de Santa Margarita. Está enlazada a través de materiales secundarios permeables con la Sierra de Levante.

Litológicamente los materiales permeables son calcarenitas y calizas, y tienen superficialmente una gran porosidad.

Se estiman las extracciones efectuadas anualmente en 2 a 3 hm^3 , para atender a las demandas de población, turismo, industria y regadío.

La recarga media anual es del orden de 30 hm^3 y los recursos utilizables anualmente unos 8 hm^3 .

El Ministerio de Agricultura cuenta con una reserva hídrica en esta zona con destino a la creación de nuevos regadíos.

No se encuentran en este subsistema, respecto a los apartados de Industria y Agricultura, fuentes que merezcan destacarse como potencialmente contaminantes. En el apartado dedicado a las aguas residuales urbanas, únicamente se considera como fuente potencial de contaminación las evacuaciones de la localidad de Santa Margarita a base de fosas sépticas y pozos negros.

En esta unidad, la causa más importante de deterioro químico de la calidad del agua subterránea, es la intrusión de agua de mar, no muy patente todavía debido a las escasas extracciones realizadas.

IV.2.CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

Según puede verse en el mapa de isocloruros que se adjunta, correspondiente a abril de 1977, la línea de 1.000 mg/l de ión cloruro penetra hasta unos 2 km de la costa, correspondiéndose aproximadamente con la isopieza de 1 m del mismo mes, que también se adjunta. La curva de 500 mg/l se encuentra en algunos puntos a distancia superior a los 3,5 km del mar.

En el plano donde se representa la red general, se comprueba que el contenido del ión cloruro está relacionado con los valores altos del catión potasio. Es pues, la intrusión de agua de mar, la causa más importante de la degradación de la calidad del agua subterránea de este subsistema.

Se debe esperar que si aumentan las extracciones de la zona, la calidad evolucione en el sentido de aumentar su total de sólidos disueltos y en especial su contenido en cloruros.

IV.3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

– CONCLUSIONES

La calidad del agua subterránea de la zona de La Marineta presenta contenidos en ión cloruro de unos 500 mg/l a distancias de unos 3,5 km del mar.

La causa de este contenido en cloruros es la intrusión del agua de mar, hecho que se confirma con la correlación entre curvas de isocloruros e isopiezas, así como con una inspección detallada de los altos contenidos en magnesio, sulfatos y potasio, en los análisis de la red general.

– RECOMENDACIONES

Resulta evidente que para disminuir o por lo menos no aumentar la salinidad del acuífero de La Marineta, si se realizan nuevas captaciones deben situarse lo más alejadas posible del mar y con extracciones mínimas para evitar la creación de grandes depresiones puntuales.

En este sentido parece conveniente limitar la profundidad de las captaciones en esta zona a 10 m por debajo de la cota cero, igual que se prescribe en otras zonas de la Isla, según decreto 3382/1973 de 21 de diciembre.

Las redes de calidad deberán establecerse de la siguiente forma:

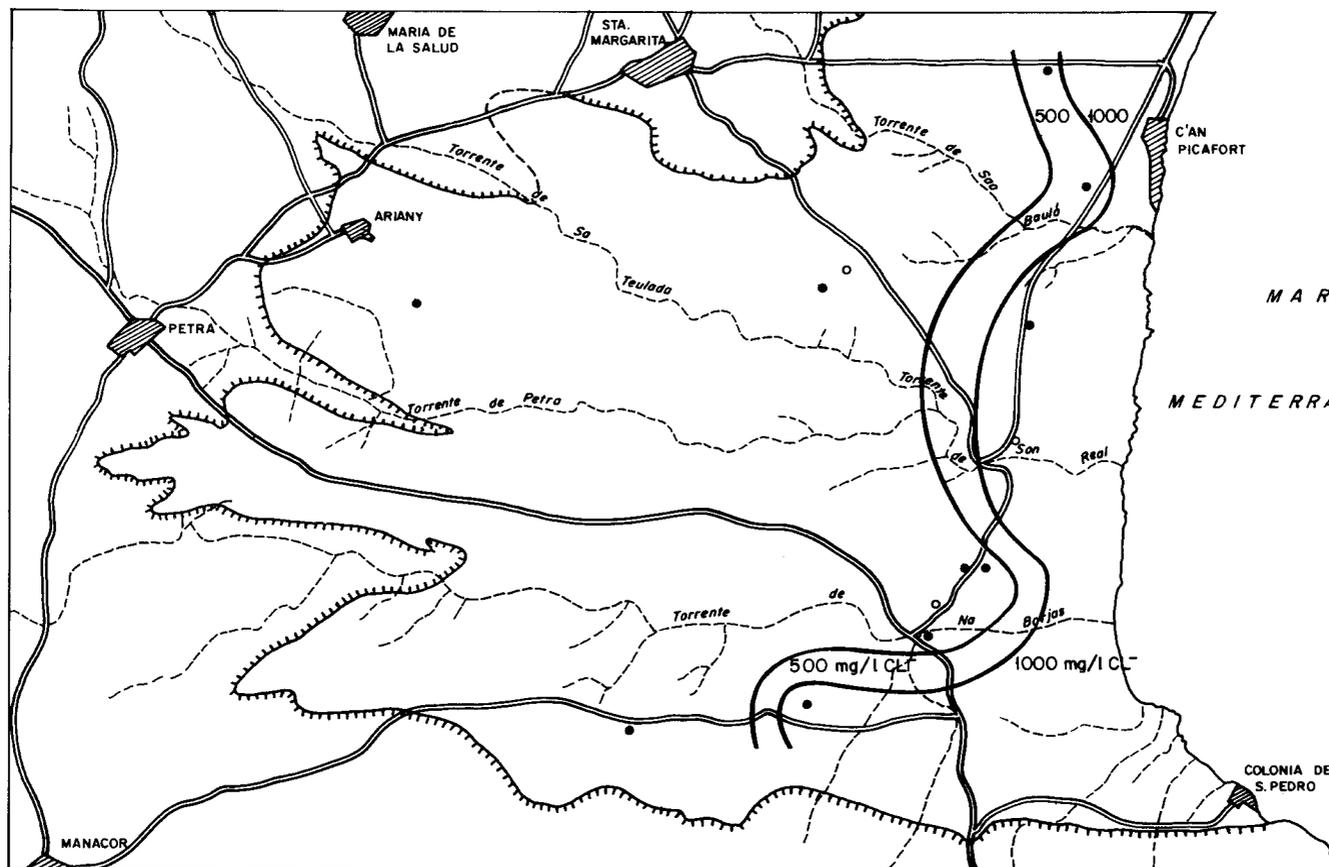
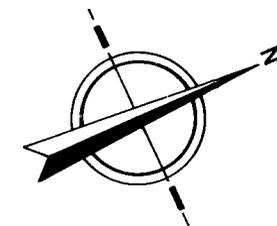
Red de isocloruros: Análisis de Cl^- y PO_4^- . Muestra patrón, agua de mar. Frecuencia: 2 veces al año coincidiendo con máximos y mínimos del nivel piezométrico.

Red general: Análisis completo. Muestra patrón, agua de mar. Frecuencia: 1 vez al año en la época de niveles más bajos y coincidiendo con la toma de muestras para isocloruros.

ZONA DE LA MARINETA

ISOCLORUROS

ABRIL 1977

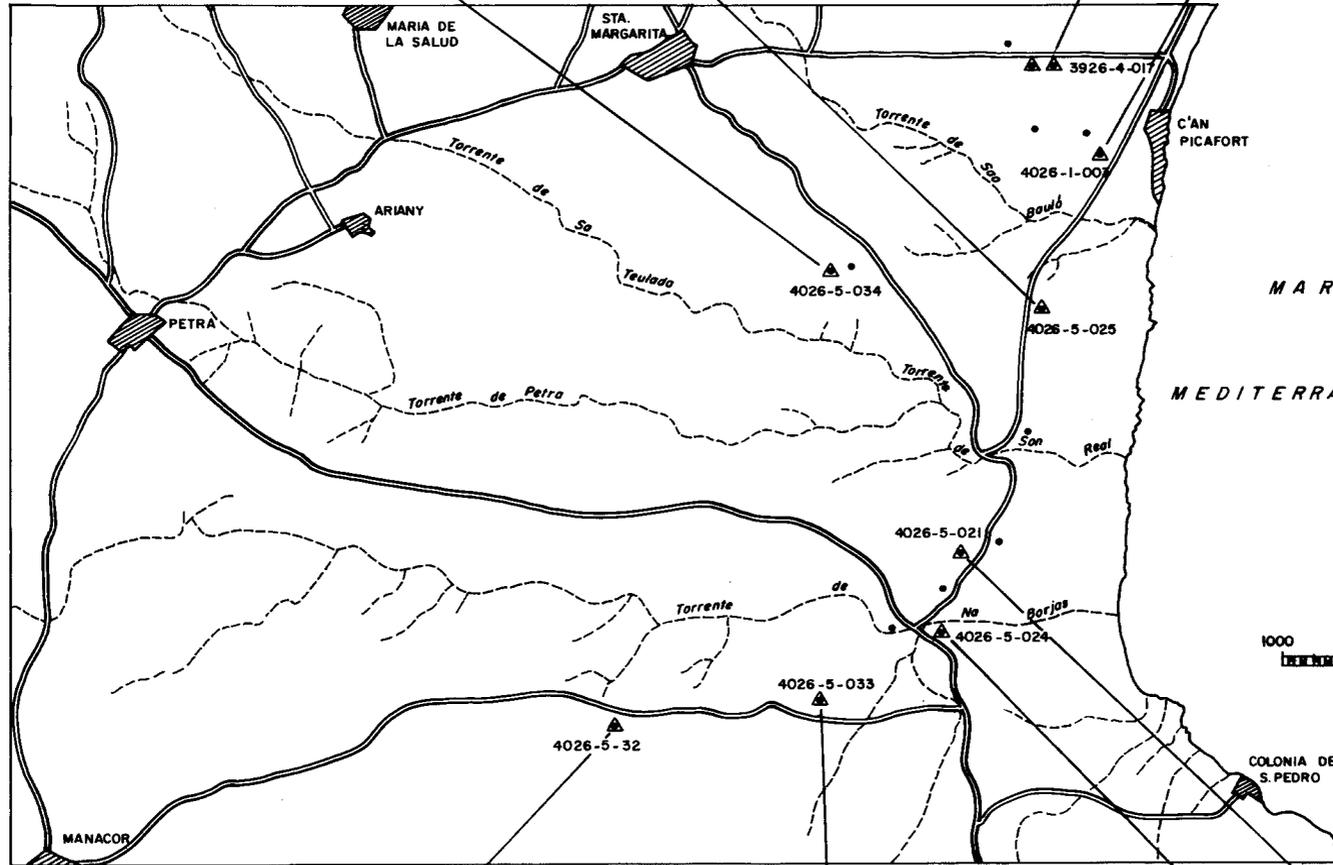
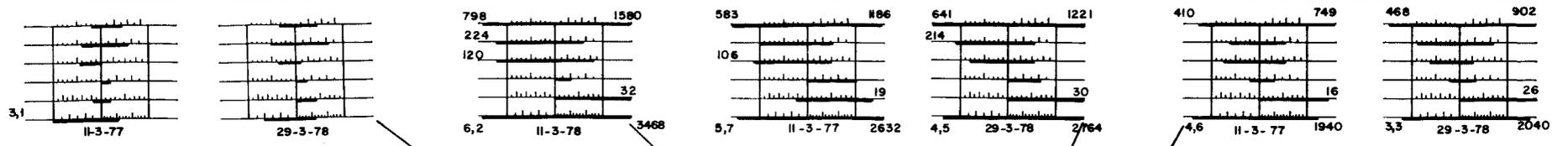


- ANALISIS COMPLETOS
- ANALISIS CLORUROS

ESCALA 1:100.000



ESCALA GRAFICA

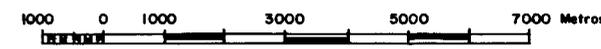


LEYENDA

- ANALISIS CLORUROS
- △ ANILISIS COMPLETOS

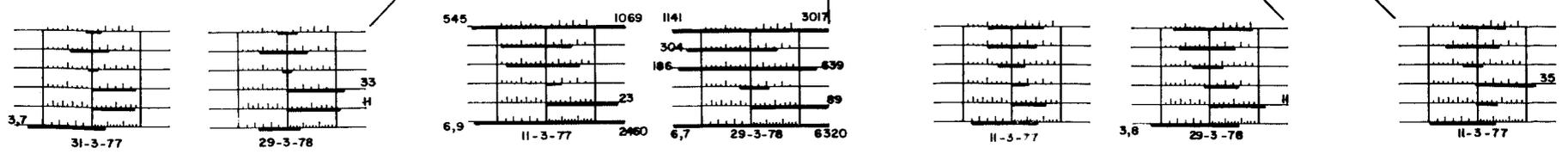
250	Na Cl	350
200	Ca HCO ₃	600
100	Mg SO ₄	400
0,10	NO ₂ NO ₃	30
5	NH ₄ K	10
3	M.O. R.S.	1500

ESCALA 1:100.000



ESCALA GRAFICA

**ZONA DE LA MARINETA
RED GENERAL 1977/78**



V. SUBSISTEMA DE LLUCHMAYOR-CAMPOS

V.I. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Se denomina así a unos 800 km² de materiales permeables, principalmente gravas intercaladas entre limos rojos, calcarenitas y calizas, con permeabilidad intersticial y por fisuración, de edades cuaternaria y helveciense, aunque también existen unidades aisladas de dolomías infraliásicas y conglomerados eocenos-oligocenos, en general de muy poca importancia en el estudio de conjunto de la zona y explotados por algunas captaciones con caudales pequeños.

El subsistema se encuentra separado hidráulicamente, por lo menos parcialmente, del resto de los subsistemas de la depresión central por los afloramientos impermeables de las Sierras Centrales; su conexión con el sistema de la Sierra de Levante no es muy clara.

El área considerada es eminentemente agrícola-ganadera, con un total de 3.300 ha de regadío, de las que unas 2.600 se encuentran en Campos, municipio del que puede decirse que posee el monocultivo de la alfalfa.

Las extracciones estimadas de la zona son:

	<u>hm³/año</u>
Regadío	27-33
Población e Industria	1- 2
Total extracciones estimadas 1975	28-35

El volumen total de recarga de los acuíferos en año medio es de 21-26 hm³ (estudio de los recursos hidráulicos totales de Baleares, 1973).

Respecto a la Industria, no se encuentran en este subsistema, fuentes que merezcan destacarse como potencialmente contaminantes de la calidad del agua subterránea; únicamente hay algún caso aislado y de poca importancia.

En el apartado ganadero, es zona de concentración alta en ganado porcino el área Santanyi-Campos.

Las áreas de regadío están principalmente dedicadas al cultivo de la alfalfa, utilizándose como casi exclusivo fertilizante el superfosfato cálcico, y muy poco el nitrogenado.

Con todo, parece ser la intrusión de agua de mar, la causa más importante de degradación de la calidad del agua, muy patente ya en el cuaternario de Campos.

También puede revestir importancia en el futuro, cuando estén acabadas las acometidas, el vertido de las aguas residuales de Lluchmayor y las de Porreres. El resto de las localidades del subsistema no poseen red de alcantarillado y sus vertidos se efectúan a través de fosas sépticas y pozos negros.

V.2. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

Es sin lugar a dudas el ión cloruro el más destacado elemento químico deteriorante de la calidad del agua.

En el plano de isocloruros que se adjunta, puede verse que la línea de 3.000 mg/l sobrepasa la localidad de Campos a unos 9 km del mar. Se correlacionan perfectamente las curvas isopiezas, que también se adjuntan, con las líneas de isocloruros, correspondiéndose la curva isopieza de 0,5 m con la de isocloruros 3.000 mg/l.

En los análisis representados en la red general, los contenidos en cloruros en valor superior a 1.000 mg/l se corresponden con valores entre 30 y 40 mg/l de potasio y superiores a 100 mg/l de magnesio, lo que indica que existe mezcla con agua de mar.

V.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

– CONCLUSIONES

Como ya ha quedado expuesto, la intrusión de agua de mar produce que el contenido en cloruros en las aguas analizadas sea de hasta 3.000 mg/l a la altura de la localidad de Campos, a unos 9 km del mar. La mezcla del agua del acuífero con agua de mar, resulta evidente tras una inspección detallada de los análisis correspondientes a la red general del subsistema.

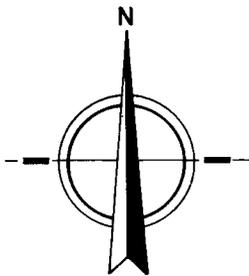
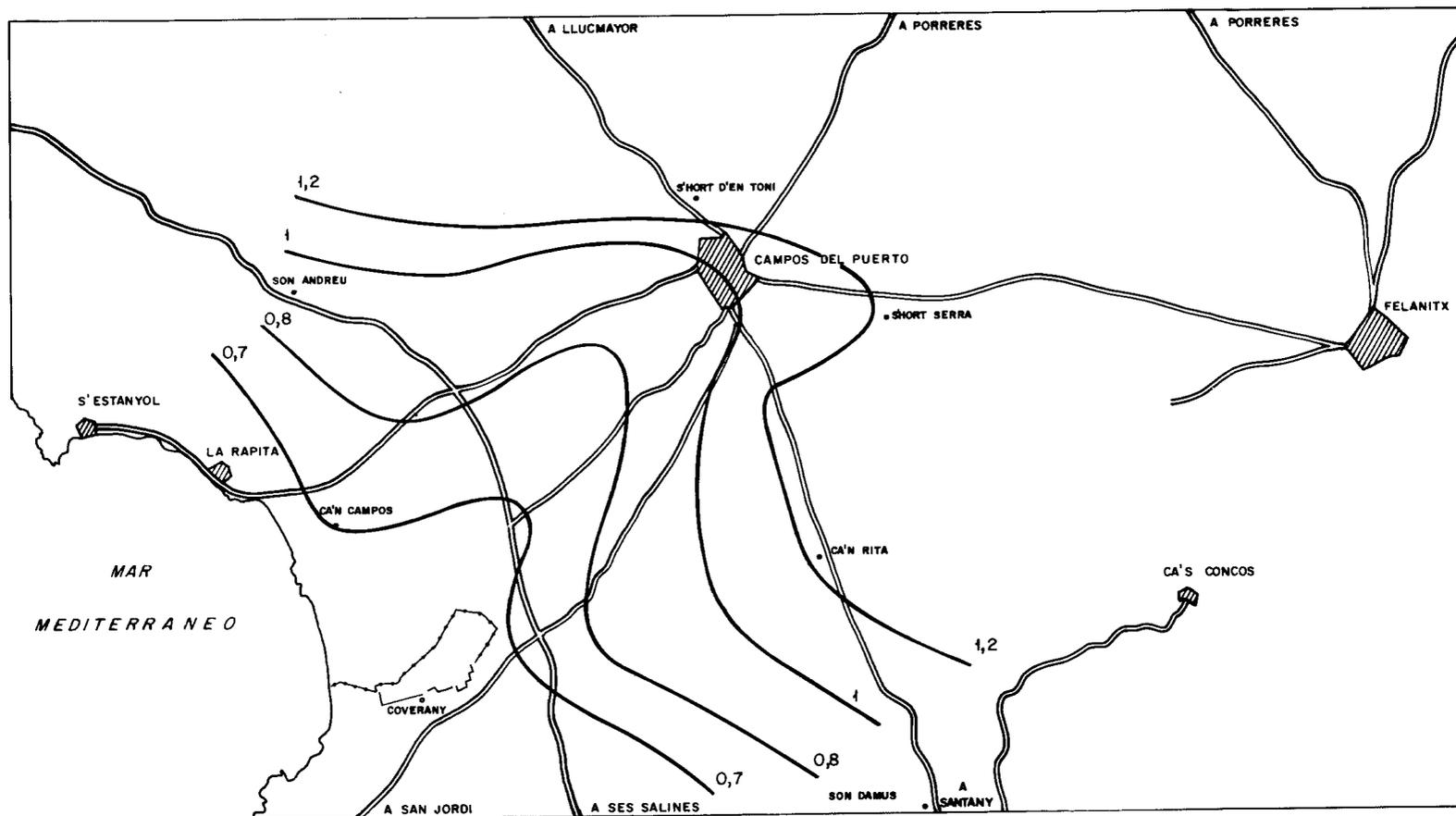
Existe una clara correlación entre los niveles piezométricos y la calidad del agua en cloruros, pudiéndose superponer casi exactamente la curva de 3.000 mg/l de cloruros con la isopieza de 0,5 m en las curvas adjuntas de abril de 1977.

El vertido de las aguas residuales tratadas de Lluchmayor, unos 13.000 habitantes, cuando la red de abastecimiento funcione a pleno rendimiento, puede ocasionar deterioros en la calidad del abastecimiento de la citada localidad, aunque sean factores atenuantes la distancia y la zona de aireación en las captaciones de Ca'n Aulet, unos 130 m.

LLUCHMAYOR - CAMPOS (Subsistema 77-D)

MAPA DE ISOPIEZAS

MARZO 1978



ESCALA 1:100.000

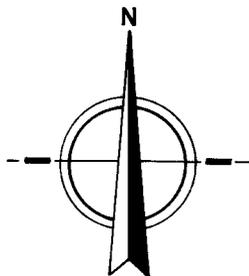
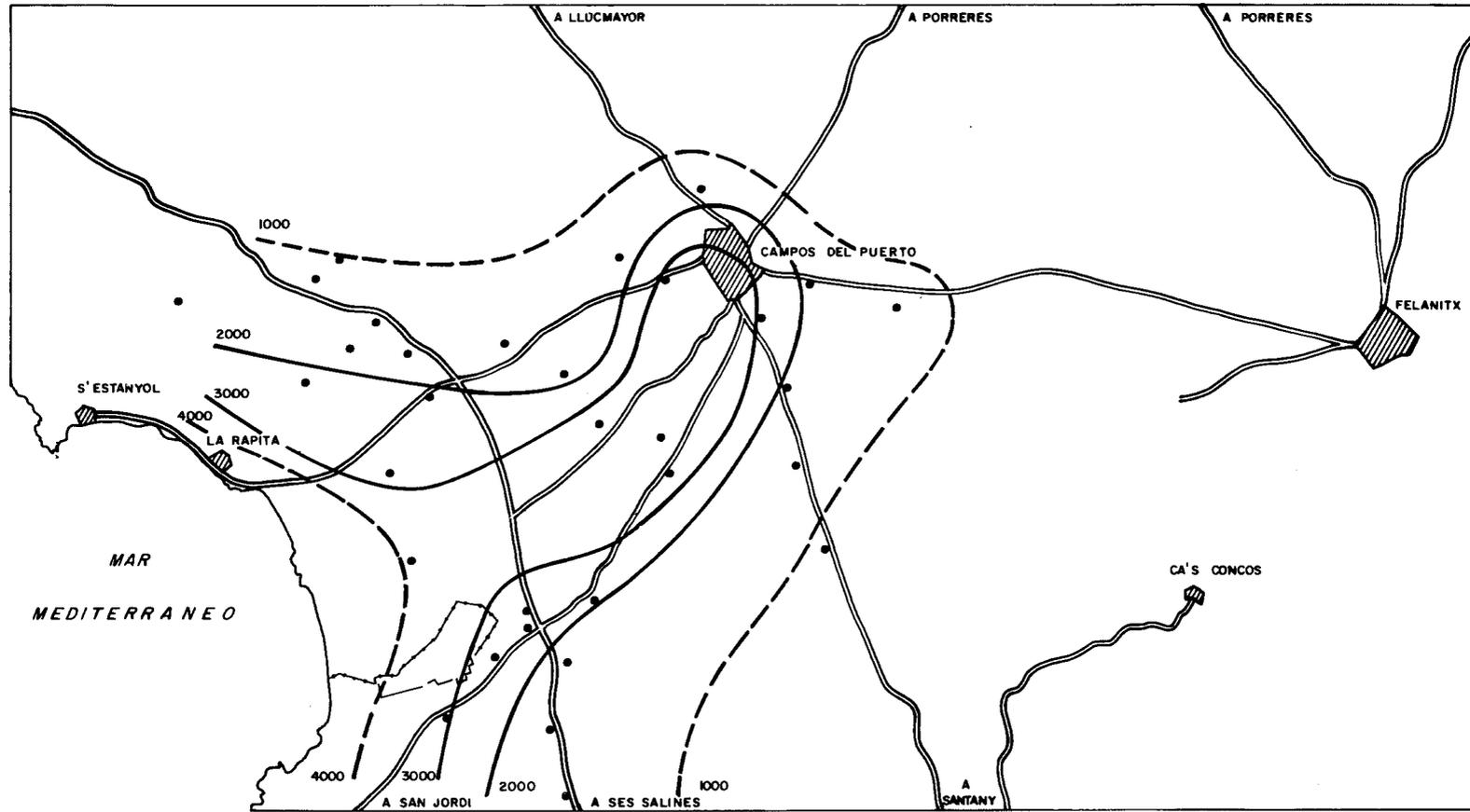


ESCALA GRAFICA

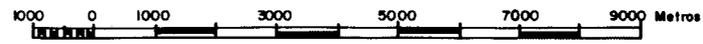
LLUCHMAYOR – CAMPOS

ISOCLORUROS

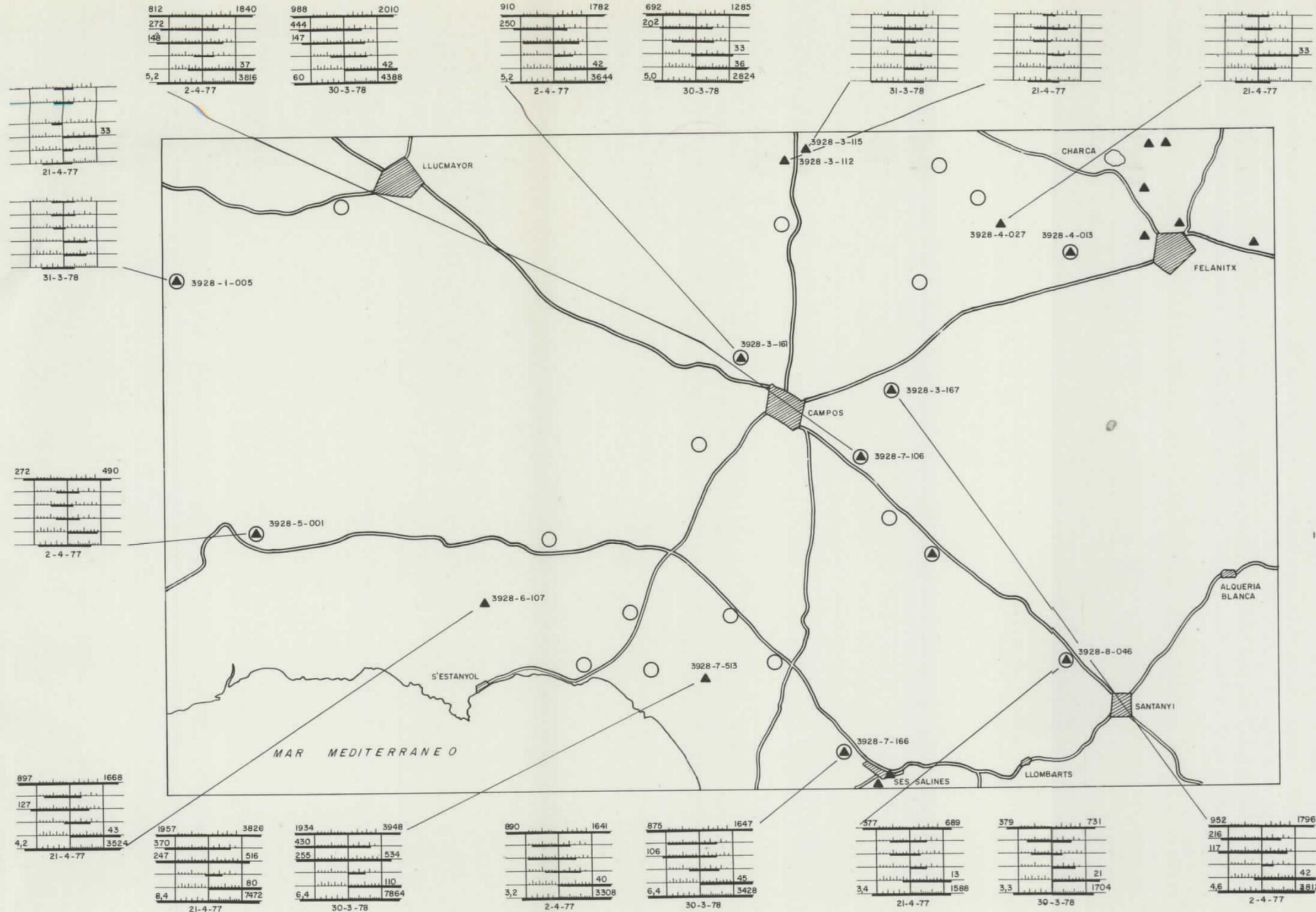
ABRIL 1977



ESCALA 1:100.000



ESCALA GRAFICA

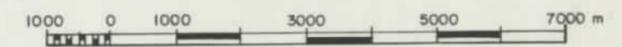


LEYENDA

- ▲ ANALIS COMPLETOS
- RED PIEZOMETRICA

250	Na Cl	350
200	Ca HCO ₃	600
100	Mg SO ₄	400
0,10	NO ₂ NO ₃	30
5	MN K	10
3	M.D. R.S.	1500

ESCALA 1:400.000



ESCALA GRAFICA

**LLUCMAYOR - CAMPOS
RED GENERAL 1977/78**

– RECOMENDACIONES

Por lo que respecta a la evacuación de las aguas residuales de Lluchmayor se realizará un estudio hidrogeológico detallado por parte del IGME.

En lo concerniente a la intrusión de agua de mar, la solución consiste en disminuir las extracciones, o aumentar artificialmente la recarga del cuaternario de Campos inyectando sobrantes hídricos de otros sistemas, o volúmenes de otros acuíferos no aprovechados en invierno que es cuando escapa subterráneamente al mar. También se encuentra en proyecto por parte del IGME un estudio dedicado a la recarga artificial del acuífero de Campos.

Análogamente al subsistema 77-C, aunque en este caso y dada la intensa actividad agrícola, se incluirá el análisis de fosfatos, para estudiar la incidencia de este sector en la calidad del agua subterránea. Las redes quedarán así:

Red de isocloruros: Muestra patrón, agua de mar. Frecuencia: 2 veces al año, coincidiendo con los períodos de máximas y mínimas extracciones. Se analizará también el contenido en fosfatos.

Red general: Muestra patrón, agua de mar. Frecuencia: una vez al año, en el período de máximas extracciones, coincidiendo con la segunda toma para la red de isocloruros. Análisis químico completo.

**SISTEMA ACUIFERO 78,
Sierra de Levante**

- I. Características de la zona**
- II. Calidad del agua subterránea**
- III. Conclusiones y recomendaciones**

I. CARACTERISTICAS DE LA ZONA

La Sierra de Levante ocupa unos 500 km² situados al Este de la isla de Mallorca.

Es una superficie bastante suave y con elevaciones máximas de unos 500 m. De la superficie total, unos 350 km² son permeables, de los que 140 están constituidos por las molasas costeras, y el resto son materiales dolomíticos que forman las unidades de Artá, San Lorenzo y Felanitx.

Las demandas anuales estimadas en la zona son:

	<u>hm³/año</u>
Demandas población fija	1,5- 2,5
Demanda para turismo	3,0- 3,5
Demanda para regadío	13,0-17,0
Demanda para Industria	0,5- 1,0
Total demandas estimadas 1975	18,0-24,0

Se estima en unos 40-50 hm³/año la recarga anual del sistema, de los que unos 15-20 hm³/año tienen lugar sobre la zona molásica costera, y el resto sobre las unidades dolomíticas interiores.

El principal problema para la explotación de la zona costera estriba en la escasez de reservas utilizables, pues dada la gran longitud de la costa, unos 35 km, y la escasa anchura del acuífero, de 3 a 4 km, en cuanto las extracciones son algo importantes se producen fenómenos de intrusión de agua de mar, como ocurre ya en algunas captaciones cercanas a la costa.

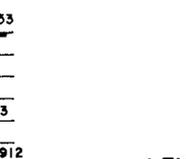
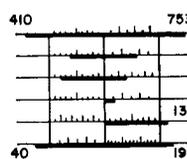
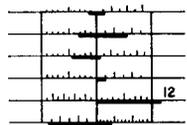
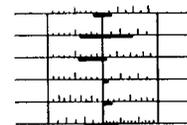
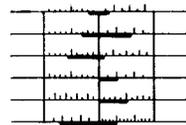
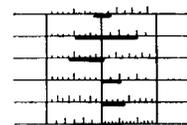
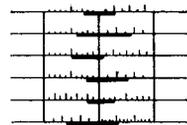
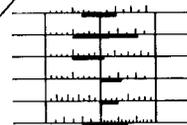
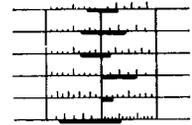
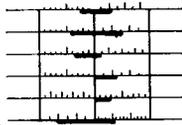
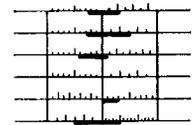
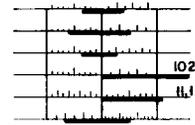
Existen unas 1.700 ha de regadío en este sistema, muy diseminadas a lo largo de los 500 km² de superficie. Tampoco se encuentran zonas de alta o media concentración ganadera en la zona considerada.

Los términos de Felanitx y Manacor son los que han registrado mayor movimiento en ampliación y nuevas instalaciones industriales, después de Palma. Así, en 1975, se crearon en estos municipios veinte nuevas industrias y se ampliaron catorce. Entre estas industrias, pueden ser potencialmente contaminantes del agua subterránea las dedicadas a fábricas de harinas, elaboración de licores y fabricación de detergentes y lejías.

En el apartado urbano, se consideran importantes los vertidos de las aguas residuales urbanas sin tratar de Artá y Felanitx, así como los desagües del resto de las localidades normalmente a base de pozos negros o por conducciones, como en el caso de Manacor.

DICIEMBRE/76

MARZO/77



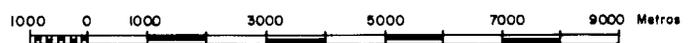
SIERRA DE LEVANTE
RED GENERAL 1976/77

LEYENDA

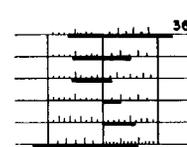
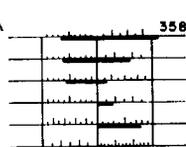
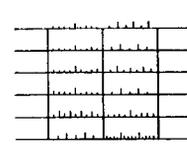
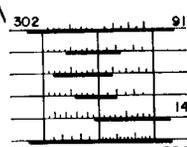
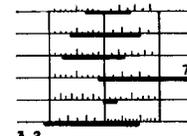
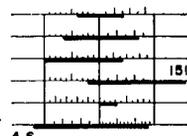
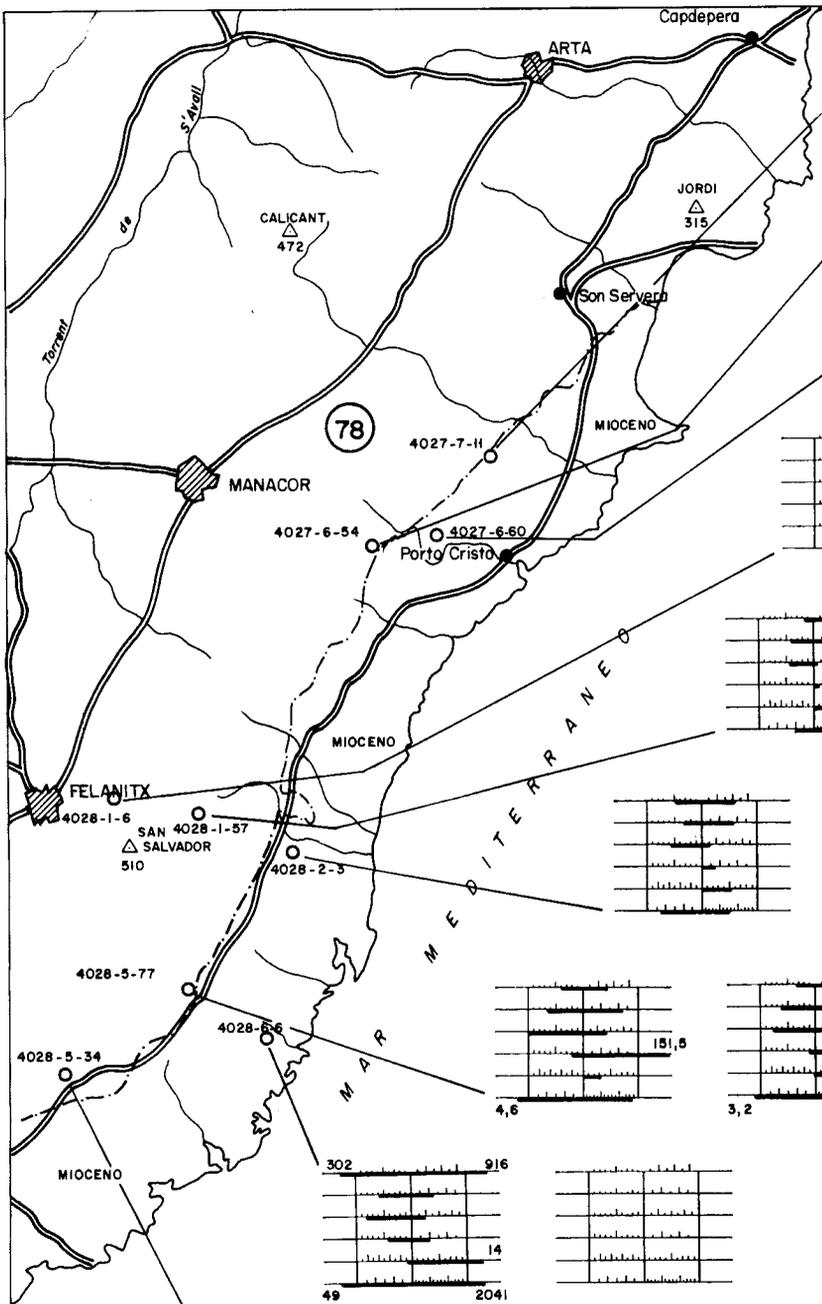
- (78) SISTEMA ACUIFERO
- ANALISIS COMPLETOS

250	Na Cl	350
200	Ca HCO ₃	600
100	Mg SO ₄	400
0,10	NO ₃ NO ₂	30
5	NH ₄ K	10
3	MO R.S.	1500

ESCALA 1:400.000



ESCALA GRAFICA



II. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

En puntos entre Son Servera y Porto Cristo, a distancias de unos 5 km del mar, se encuentran contenidos en cloruros del orden de 1.000 mg/l.

La calidad en general de la zona dolomítica es buena, exceptuando algunos puntos de contaminación puntual.

El vertido actual de aguas residuales más importante es el correspondiente a la localidad de Felanitx. Estas aguas residuales, sin tratamiento de ningún tipo, son conducidas hasta una charca situada en el acuífero helveciense del subsistema 77-D; la distancia del punto de vertido hasta los sondeos de abastecimiento de Felanitx es inferior a 3 km.

Para estudiar la posible repercusión de este vertido sobre las captaciones de abastecimiento de Felanitx, se ha diseñado por parte del IGME una red específica.

Recientemente ha sido nivelada topográficamente esta red, para estudiar el movimiento del flujo subterráneo y su posible correlación con las calidades del agua.

Cuando se tengan una serie de medidas de nivel piezométrico no afectadas por los bombeos, se emitirá un informe que englobe la piezometría de la zona y su calidad.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

– CONCLUSIONES

Las captaciones ubicadas en el litoral calcarenítico de la Sierra de Levante se ven afectadas por contenidos altos en ión cloruro, superior a 1 g/l en alguna de ellas, debido a la mezcla con agua de mar.

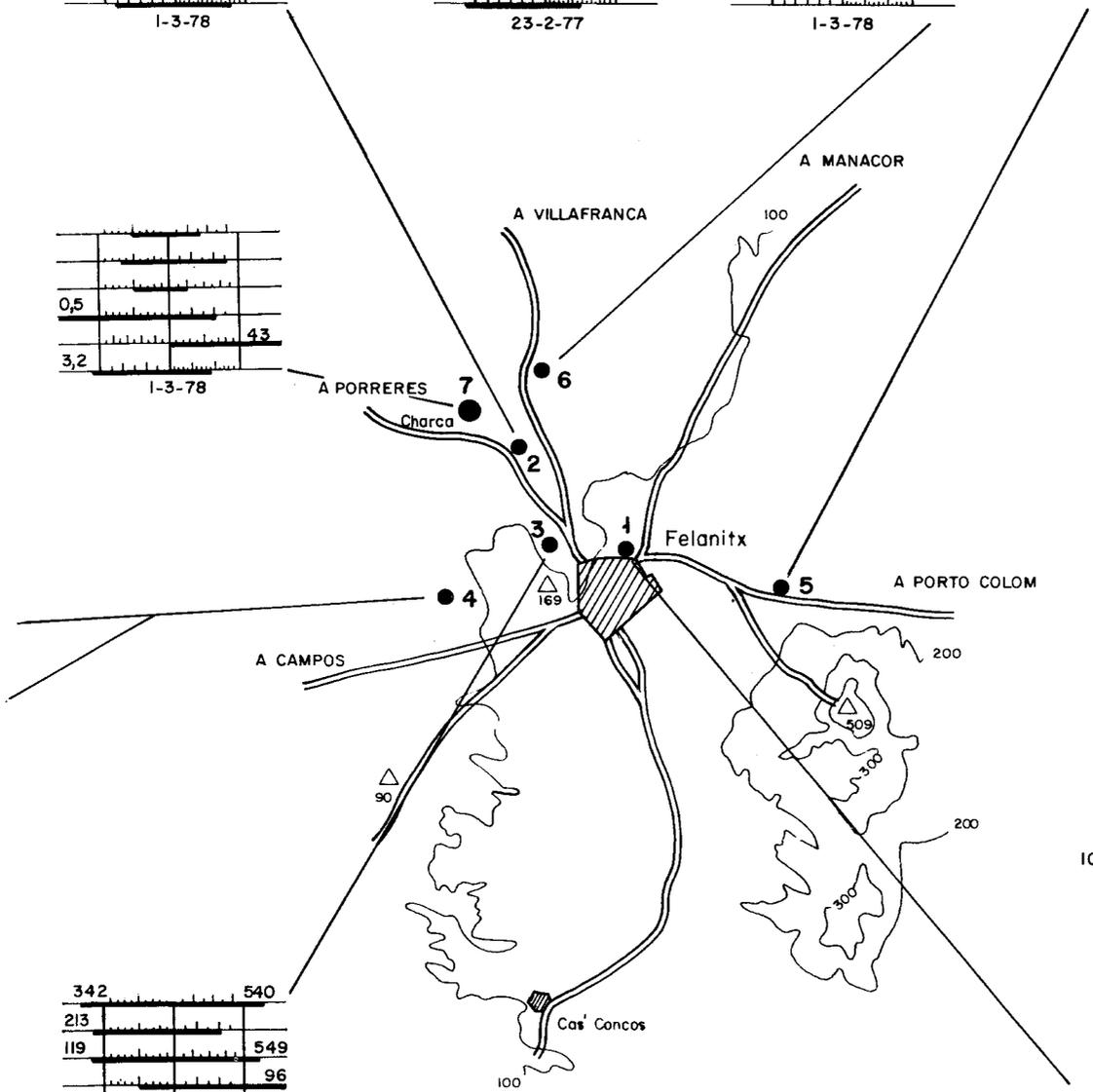
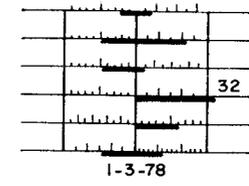
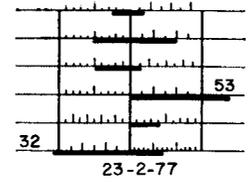
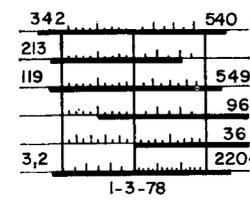
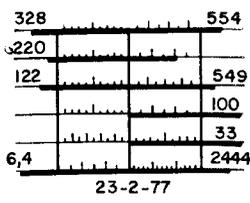
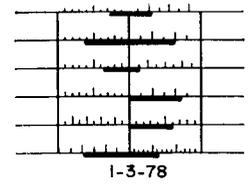
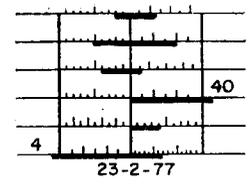
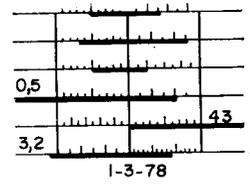
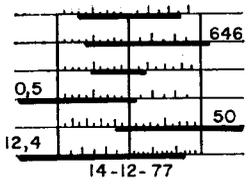
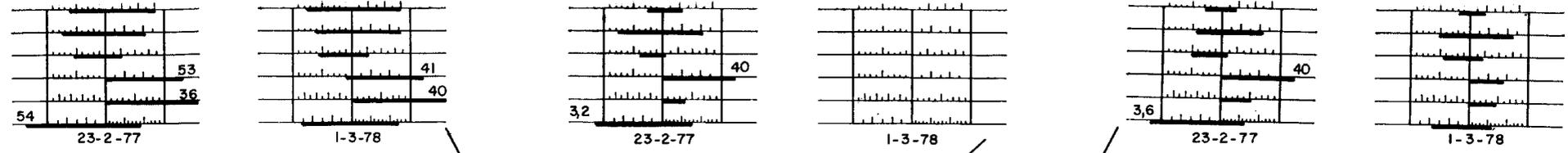
En los acuíferos dolomíticos de la Sierra la calidad es buena en general, no habiéndose encontrado relaciones claras entre las calidades de las aguas residuales de Felanitx y las de abastecimiento, aunque debe tenerse en cuenta que en el lugar donde se concentran las aguas residuales, la zona de aireación del acuífero es de unos 40 m y después de este trayecto vertical deben recorrer unos 3 km hasta llegar a las captaciones de abastecimiento de Felanitx, por lo que resulta más lógico suponer que las aguas residuales sean extraídas una vez diluidas en el acuífero por las captaciones más cercanas dedicadas a usos agrícolas.

– RECOMENDACIONES

Disminuir las extracciones en la zona calcarenítica, sustituyéndolas por otras en las unidades dolomíticas excedentarias.

Puesto que ya existe un exhaustivo control, con frecuencia quincenal, del contenido en cloruros en las captaciones que abastecen a gran parte de la población turística de esta costa, realizado por parte de las empresas suministradoras y que facilitan estos análisis al IGME, no parece necesario sobrecargar el trabajo en la red de isocloruros.

En cuanto a las captaciones de abastecimiento para poblaciones con residentes fijos, ya está incluida la más importante en la actualidad, Felanitx, dentro de la red específica de esta localidad.



LEYENDA

● ANALISIS COMPLETOS

250	Na Cl	350
200	Ca HCO ₃	600
100	Mg SO ₄	400
0,10	NO ₂ NO ₃	30
5	NH ₄ K	10
3	M.O. R.S.	1500

ESCALA 1:400.000



ESCALA GRAFICA

ZONA DE FELANITX
RED ESPECIFICA 1977/78

Manacor no dispone aún de red de abastecimiento, y las captaciones de Artá también serán incluidas en la red general del IGME.

En cuanto a la red específica, sí parece importante intensificar la frecuencia de las muestras, para estudiar su variación en función de la superficie piezométrica.

Las redes pues, quedarán así:

Red general: Muestra patrón: agua de mar. Frecuencia: 1 vez al año cuando los niveles se encuentren bajos. Análisis completos.

Red específica de Felanitx: Muestra patrón: agua residual de Felanitx. Frecuencia: mensual, coincidiendo con las medidas de nivel piezométrico. Parámetros a analizar mensualmente: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ D.Q.O., PO_4^- y K^+ . Análisis completo con frecuencia trimestral.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES GENERALES

Del volumen actual regulado anualmente en la isla de Mallorca, de 190 a 200 hm³, solamente un 3 por ciento aproximadamente corresponde al regulado mediante embalses de superficie, por lo que todo lo que a continuación se expone se refiere siempre a calidades de agua de acuíferos explotados mediante pozos y sondeos.

En general, la mejor calidad química del agua subterránea de la isla corresponde a los acuíferos de la Sierra Norte; sus totales de sólidos disueltos son inferiores a 1.000 mg/l y no se observan valores anormales en los componentes químicos determinantes de algún tipo de contaminación. Los acuíferos de este sistema, Estremera y Na Burguesa, que contribuyen con un 20 por ciento y un 10 por ciento respectivamente a las extracciones necesarias para satisfacer las demandas urbanas de Palma, de 42 a 43 hm³ actualmente, presentan un agua de muy buena calidad, con valores inferiores a 200 mg/l en ión cloruro, en los sondeos explotados por la empresa municipal.

Los acuíferos costeros sobreexplotados del sistema, caso de Vall-Verd y Alcudia se encuentran sometidos a un proceso de intrusión de agua de mar, encontrándose valores en cloruros superiores a 1.000 mg/l.

En el resto del sistema no se encuentran causas que permitan suponer una degradación de la calidad actual a corto plazo.

En el sistema del Llano de Palma, hay que destacar las captaciones de abastecimiento de Pont D'Inca, Virgen de Montserrat y Son Verí, que contribuyen con un 40 a 50 por ciento a la satisfacción de las demandas urbanas de Palma. En Pont D'Inca al acabar 1977, el contenido en cloruros alcanzaba valores próximos a los 500 mg/l. A lo largo de 1978, a base de un sistema de explotación controlado y sincronizado Pont D'Inca-S'Estremera, con un máximo de extracciones en el Llano en épocas de niveles altos, cuando el agua escapa subterráneamente y un

mínimo cuando los niveles están bajos y es máximo el peligro de salinización, se ha conseguido mantener el contenido en el citado ión en cantidades inferiores a 300 mg/l.

De lo anteriormente expuesto se deduce que un 40 a 50 por ciento de las demandas para abastecimiento de la ciudad de Palma pueden verse sometidas a una intrusión de agua de mar, si se fuerzan las extracciones ante un aumento de la demanda, o aún manteniéndose éstas, por un ciclo climático adverso.

En el resto del Llano, la zona con peor calidad en cloruros y total de sólidos disueltos es la comprendida entre el mar y Sant Jordi con valores en aquel ión superiores a 4.000 mg/l. Es precisamente en este área donde se lleva a cabo la inyección de aguas residuales urbanas tratadas en Sant Jordi. Este proyecto reviste enorme importancia puesto que pretende liberar cerca de un 15 por ciento del total de las extracciones actuales del Llano, mediante la aplicación, en un sistema mixto de regadío-inyección, del total de las aguas tratadas en Sant Jordi y Coll D'en Rabassa que supone un volumen anual cercano a los 10 hm³.

Debe esperarse en este sistema, una mejora en el contenido en cloruros, a medida que sea sustituida parte de las extracciones actuales por el uso de aguas residuales tratadas. También cabe esperar una mejora en el contenido de elementos nitrogenados en las aguas subterráneas, en la proporción en que las aguas urbanas tratadas sean más utilizadas en regadío y menos evacuadas a través de los sondeos de inyección. También debe contribuir a esta mejora general la prolongación de las redes de alcantarillado proyectadas por la empresa municipal E.M.A.Y.A.

En el acuífero del Llano de Inca-La Puebla no existen problemas relacionados con fenómenos de intrusión de agua de mar. Los altos contenidos en nitratos en las captaciones de abastecimiento de Muro-Llubí y Búger son debidos a los vertidos incontrolados de las aguas residuales urbanas. No parece vaya a mejorar la calidad del agua subterránea en el futuro, puesto que no se prevén modificaciones sustanciales en las causas que producen estas degradaciones. La calidad actual se considera buena para usos agrícolas.

En el acuífero de La Marineta, la causa del deterioro de la calidad del agua es la intrusión de agua de mar. Aún siendo la extracción efectuada anualmente nada más que 2 o 3 hm³, la curva de 500 mg/l de ión cloruro se encuentra en algunos puntos a distancia superior a los 3,5 km del mar.

Cabe esperar que si aumentan las extracciones de la zona, la calidad empeore en el sentido de aumentar su total de sólidos disueltos y en especial su contenido en cloruros.

Igualmente en el acuífero de Lluchmayor-Campos el más destacado componente químico deteriorante de la calidad es el ión cloruro, procedente de la mezcla del agua del acuífero con agua de mar. La línea de 3.000 mg/l de cloruros sobrepasa la localidad de Campos, situada a unos 9 km del mar.

En el sistema de la Sierra de Levante, también se encuentran elevados contenidos en ión cloruro: unos 1.000 mg/l en puntos situados a unos 5 km del mar entre Son Servera y Porto Cristo, en el litoral calcarenítico de la Sierra. En la zona dolomítica del Sistema, la calidad actual es buena en general, estando en algunos puntos deteriorada por los vertidos de aguas residuales urbanas.

Según todo lo expuesto anteriormente, las causas principales que motivan el deterioro de la calidad química del agua subterránea en la isla de Mallorca, son: la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros de la Sierra Norte sometidos a sobreexplotación, acuíferos del Llano de Palma, cuaternario de Campos, La Marineta y zona calcarenítica de la Sierra de Levante; y los vertidos de aguas residuales urbanas en general en toda la isla.

RECOMENDACIONES GENERALES

Para el Sistema 76, Sierra Norte, no parecen necesarias recomendaciones especiales, que no sean seguir el programa de control de la calidad expuesto en el apartado correspondiente.

En el acuífero del Llano de Palma y dado que la principal acción degradante de la calidad del agua es el fenómeno de intrusión de agua de mar y éste es función del volumen extraído y de la época en que se extrae, resulta evidente que es necesario contar con nuevos recursos hídricos. En este sentido es obligado continuar con el programa de realización de sondeos de investigación hidrogeológica, llevados a cabo por el IGME y el SHB en la Sierra Norte, con la finalidad de aportar caudales que liberen en parte las extracciones actuales de Pont D'Inca y Virgen de Montserrat.

Acentuando esta finalidad, se considera también muy importante continuar el estudio del sistema mixto de regadío-inyección en Sant Jordi, que puede incidir positivamente con un volumen de unos 10 hm³ en el balance hídrico del Llano.

También se debe continuar e intensificar el uso del acuífero de S'Estremera como volante regulador de la salinización de Pont D'Inca.

En el acuífero del Llano de La Puebla, y para aliviar el problema actual existente de las captaciones de abastecimiento, se recomienda una reubicación de las captaciones y/o de los vertidos de aguas residuales, previo un estudio detallado.

Parece conveniente limitar la profundidad de las nuevas captaciones del acuífero de La Marineta a 10 m por debajo de la cota cero, igual que se prescribe en otras zonas de la Isla, según decreto 3382/1973 de 21 de diciembre.

Para disminuir la intrusión de agua de mar en la zona de Campos, también se recomienda limitar la profundidad de perforación a 10 m por debajo de la cota cero, así como disminuir las extracciones del cuaternario de Campos, o aumentar artificialmente la recarga de este cuaternario, aprovechando caudales de otros acuíferos no utilizados en invierno.

En el sistema de la Sierra de Levante núm. 78, parece lógico disminuir las extracciones con mala calidad de la zona calcarenítica, sustituyéndolas por otras en las unidades dolomíticas excedentarias.

Se puede concluir como resumen de todo lo anterior, que el mayor peligro para la calidad del agua subterránea de la isla de Mallorca lo constituye la sobreexplotación de los acuíferos costeros, por lo que es imposible deslindar los conceptos de cantidad y calidad, siendo totalmente necesaria la aportación de nuevos recursos hídricos a los sistemas deficitarios, para poder hacer frente con cierta tranquilidad a un aumento de las demandas o a un ciclo climático adverso.

ANEJO: ANALISIS QUIMICOS

ANALISIS QUIMICOS

– *NATUR:*

la Naturaleza del punto acuífero corresponde a uno de los casos siguientes:

- . sondeo
- . sondeo testigo de pequeño diámetro, piezómetro
- . manantial
- . pozo
- . simas y cavernas
- . galería
- . pozo con galería
- . pozo con sondeo
- . pozo con galería y sondeo

– *M. T.:*

El Método de Toma indicado corresponde al código siguiente:

- A. Muestra tomada en manantial o fuente de agua corriente.
- B. Muestra tomada en un pozo excavado, sin bombeo, mediante cubo o recipiente. El pozo no ha sido bombeado recientemente (en los últimos 30 días).
- C. Muestra tomada en sondeo perforado con máquina, sin bombeo (en reposo) mediante botella o recipiente especial, pero sin prestar atención a la profundidad a la que se ha tomado la muestra. El sondeo no ha sido bombeado en los últimos 30 días.
- D. Muestra tomada en sondeo, sin bombeo (en reposo), pero con desmuestrador especial, habiendo considerado la profundidad a la que se toma

- la muestra. No bombeado en los últimos 30 días.
- E. Muestra tomada en un sondeo en reposo, pero en el que se ha bombeado en los últimos 30 días, No se ha prestado atención a la profundidad de toma de la muestra.
 - F. Caso semejante al anterior, pero la muestra se toma con aparato especial a determinada profundidad.
 - G. Muestra tomada en un sondeo en reposo, en el que se desconocen los bombeos que han sufrido en los últimos dos o tres meses.
 - H. Muestra tomada en pozo o sondeo durante un ensayo de bombeo de duración normal (12-48 horas).
 - I. Muestra tomada en pozo o sondeo, bombeando, después de un corto período de bombeo (30 minutos-1 o 2 horas).
 - J. Muestra tomada en pozo o sondeo durante un bombeo que dure más de 2 días (puede ser un bombeo continuo, o un sondeo surgente abierto).
 - K. Muestra extraída de la zona no saturada.
 - L. Muestra de agua residual urbana procedente de planta de tratamiento primario.
 - M. Muestra de agua residual urbana procedente de planta de tratamiento secundario.
 - N. Muestra de agua residual de origen industrial.
 - O. Muestra de agua residual no incluida en las categorías anteriores.
 - P. Muestra de agua tomada en un grifo de la red de abastecimiento urbano.
 - Q. Muestra de agua de río.

– U.A.:

el Uso del Agua indicado corresponde al código siguiente:

- 1 Abastecimiento
- 2 Agricultura
- 3 Industria
- 4 Abastecimiento y agricultura
- 5 Abastecimiento e industria
- 6 Agricultura e industria
- 7 Abastecimiento, agricultura e industria
- 8 Ganadería
- 9 Aguas minero-medicinales

– I.A.:

representa Información Adicional indicando que existen análisis suplementarios correspondientes al punto y fecha señalados.

– S_i:

representa la Sustancia indicada en la columna, con relación al código siguiente:

- 1 DQO
- 2 Dureza
- 3 Sodio
- 4 Potasio
- 5 Calcio
- 6 Magnesio
- 7 Sulfatos

- 8 Cloruros
- 9 Nitratos
- 10 Nitritos
- 11 Amoníaco
- 12 Bicarbonatos
- 13 pH
- 14 R.S. (110^o C)
- 15 Conductividad
- 16 N. Total Orgánico
- 17 Boro
- 18 Fluoruros
- 19 Cianuros
- 20 Fosfatos
- 21 Fenoles
- 22 Detergentes aniónicos
- 23 Arsénico
- 24 Cadmio
- 25 Mercurio
- 26 Plomo
- 27 Cromo
- 28 Hierro
- 29 Manganeso
- 30 Cinc
- 31 Cobre
- 32 Sílice
- 33 Carbonatos
- 34 Sulfuros

– C_i
representa la Concentración de la Sustancia correspondiente.

– *Las concentraciones vienen expresadas en mg/l, excepto para la dureza total (TH, en grados franceses), la conductividad eléctrica (COND, en micromhos por cm), y el pH.*

SISTEMA ACUÍFERO - 70 SIERRA NORTE DE MALLORCA

HOJA	CCI	PNTU	FEC.	TOMA	NATUR	DQC	TH	NA	K	CA	MG	SO4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R	S	COND	MT	U.A	I.A.
3926	1	1629	29-04-77	SONDE		2.1	38	44	2	80	44	35	85	10	0.00	0.10	366	7.5	496	770	I	4		

SISTEMA ACUIFERO - 77 DEPRESION CENTRAL DE MALLORCA

HOJA	CCT	PNTG	FEC.	TOMA	NATUR	DQC	TH	NA	K	CA	MG	SO4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R	S	CGND	MT	U.A	I.A.
3827	3	44	09-03-77		SUNDE	1.4	43	46	3	116	28	86	96	29	0.00	0.00	206	7.5	586	900	J	2		
3827	3	47	09-03-77		PUZO	4.2	124	667	14	264	134	453	1406	3	0.00	0.00	288	7.4	3284	5100	J	2		
3827	3	77	10-03-77		PUZO	2.0	37	30	3	104	26	52	71	28	0.00	0.00	312	7.5	486	760	J	2		
3827	3	115	11-03-77		PUZO	2.0	40	60	3	104	34	66	128	17	0.05	0.20	312	7.6	604	940	J	2		
3827	3	193	09-03-77		SUNDE	1.9	44	56	4	122	30	86	135	44	0.00	0.00	294	7.5	652	1000	J	4		
3827	3	239	09-03-77		PU-SU	2.5	52	80	3	112	59	91	227	19	0.03	0.00	318	7.6	784	1220	J	1		
3827	3	296	09-03-77		PU-SU	2.6	49	114	6	114	49	174	192	14	0.00	0.00	324	7.6	880	1330		4		
3827	3	297	09-03-77		PU-SU	3.7	65	196	5	180	53	130	465	34	0.02	0.00	324	7.5	1294	2050	J	1		
3827	3	298	09-03-77		PUZO	1.7	32	28	2	86	24	39	60	10	0.00	0.00	282	7.6	404	630	J	2		
3827	4	12	09-03-77		PU-SU	2.1	33	29	3	88	24	82	50	12	0.00	0.00	276	7.5	436	650	J	2		
3827	4	45	09-03-77		PUZO	2.1	46	108	5	100	49	65	248	8	0.00	0.00	312	7.6	764	1210	J	2		
3827	4	70	09-03-77		PUZO	2.6	32	120	6	86	22	43	174	30	0.02	0.00	300	7.6	750	1210	J	2		
3827	7	32	08-03-77		PUZO	5.2	95	306	9	228	79	146	830	30	0.01	0.00	318	7.4	1860	2870	J	2		
3827	7	86	09-03-77		PUZO	2.2	51	57	3	142	36	96	245	38	0.04	0.00	288	7.3	824	1270	J	2		
3827	7	144	03-03-77		PUZO	3.0	74	101	10	186	66	203	305	90	0.02	0.00	300	7.6	1162	1770	J	2		
3827	7	216	11-03-77		PUZO	5.7	144	1234	46	282	182	448	2442	51	0.03	0.00	276	7.4	5280	8250	J	2		
3827	7	351	10-03-77		PUZO	6.7	130	1246	8	216	176	478	2247	72	0.00	0.00	312	7.5	4818	7500	J	2		
3827	7	496	09-03-77		PUZO	3.2	56	112	5	140	52	101	273	72	0.00	0.00	312	7.6	984	1540	J	2		
3827	7	656	03-03-77		PUZO	10.3	193	1584	61	334	258	503	3249	34	0.02	0.00	342	7.4	6368	10110	J	2		
3827	7	657	10-03-77		PUZO	2.2	61	111	6	154	57	174	259	110	0.00	0.00	276	7.4	1096	1660	J	2		
3827	8	91	17-02-77		PUZO	1.1	135	941	21	320	131	442	1856	40	0.00		358	8.4	4331	6560	I	2	*	
3827	8	91	30-05-77		PUZO	5.5	212	1334	28	476	220	634	2826	28	0.01	0.10	396	7.2	5920	9250	J	2		
3827	8	105	31-05-77		PUZO	7.0	330	1874	37	784	314	933	4331	34	0.00	0.00	300	7.3	8960	14450	J	2		
3827	8	106	30-05-77		PUZO	6.4	376	1904	48	936	340	846	4771	46	0.03	0.10	294	7.0	9400	15200	J	2		
3827	8	106	17-02-77		PUZO	16.0	342	1730	32	886	280	827	4203	10	0.00		288	8.0	8984	13800	I	2		
3827	8	125	17-02-77		PUZO	5.2	145	596	17	416	101	278	1575	10	0.00		144	8.1	3446	5140	I	2		

SISTEMA ACUIFERO - 77 DEPRESION CENTRAL DE MALLORCA

HOJA	OCT	PNTG	FEC.	TCMA	NATUR	DQU	TH	NA	K	CA	MG	SD4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R	S	COND	MT	U.A	I.A.
3827	8	123	30-05-77	POZO	5.8	152	540	30	414	117	253	1580	34	0.00	0.00	246	7.3	3200	5240	J	2			
3827	8	172	08-03-77	SUNDE	3.5	50	218	8	122	48	72	469	20	0.05	0.00	270	7.5	1180	1810	J	4			
3827	8	194	08-03-77	POZO	9.9	170	1232	4	362	186	536	2410	30	0.00	0.00	204	7.5	5322	8200	J	2			
3827	8	197	31-05-77	POZO	7.4	179	1414	48	344	222	498	2797	34	0.02	0.00	480	7.5	5948	9440	J	2			
3827	8	197	17-02-77	POZO	13.0	143	1203	37	286	174	453	2286	9	1.30		456	8.1	5183	7910	I	2			
3827	8	267	11-03-77	POZO	3.5	125	270	11	362	80	34	1061	57	0.00	0.00	278	7.2	2132	3500	J	2			
3827	8	354	08-03-77	PCZO	5.4	136	417	35	366	104	237	1256	69	0.03	0.00	288	7.4	2816	4400	J	2			
3827	8	376	15-02-77	POZO	12.2	520	1620	26		393	1044	5226	2	0.00		156	7.9	11130	16610	I	2		*	
3827	8	376	26-05-77	POZO	8.2	500	1708	29		406	999	5170	29	0.04	0.00	270	7.1	10572	16200	J	2		*	
3827	8	433	26-05-77	PCZO	2.6	91	393	44	216	86	292	859	106	0.03	0.00	240	7.4	2236	3550	J	2			
3827	8	433	15-02-77	PCZO	4.5	107	412	28	256	78	322	994	82	0.00		222	8.3	2572	3950	I	2		*	
3827	8	446	15-02-77	POZO	5.4	330	935	22	912	252	2376	1917	1	0.00		216	8.1	7183	8990	I	2			
3827	8	446	26-05-77	PCZO	6.7	310	775	23	850	270	2099	1828	0	0.00	0.10	198	7.4	6340	9400	J	2			
3827	8	472	26-05-77	PCZO	4.8	65	317	27	194	47	183	650	16	0.00	0.20	336	7.2	1702	2700	J	2			
3827	8	472	15-02-77	PCZO	4.2	64	257	26	173	50	171	593	9	0.01		342	8.1	1665	2600	I	2			
3827	8	478	15-02-77	PCZO	10.0	330	1333	15		120	731	3688	7	0.00		306	7.8	7921	12200	I	2		*	
3827	8	478	26-05-77	POZO	10.0	255	947	13	722	175	609	2602	48	0.03	0.20	254	7.2	5460	8400	J	2			
3827	8	488	30-05-77	PCZO	4.3	90	334	25	256	64	235	735	32	0.02	0.00	396	7.6	1980	3140	J	2			
3827	8	488	17-02-77	POZO	7.0	70	320	21	182	58	203	611	10	TR		372	8.4	1752	2700	I	2		*	
3827	8	579	08-03-77	PCZO	2.6	44	76	4	120	31	106	153	33	0.08	0.00	288	7.9	694	1080	J	2			
3827	8	674	08-03-77	POZO	11.0	332	1167	18	722	352	644	3429	30	0.01	0.00	330	7.3	7156	11100	J	2			
3827	8	682	08-03-77	SUNDE	6.3	163	508	13	424	111	221	1521	42	0.03	0.00	246	7.4	3192	5000	J	2			
3827	8	682	15-02-77	SUNDE	4.8	153	552	14	437	104	254	1576	40	0.02		252	8.1	3550	5530	I	2			
3827	8	682	26-05-77	SUNDE	4.7	101	547	15	414	107	240	1569	42	0.01	0.00	216	7.2	3220	5360	J	2			
3827	8	688	15-02-77	POZO	3.0	102	408	24	280	77	285	951	10	3.50		330	8.1	2457	3780	I	2			
3827	8	688	26-05-77	POZO	5.6	91	410	42	230	79	277	887	29	0.00	0.00	330	7.5	2260	3640	J	2			
3827	8	703	26-05-77	PCZO	3.5	82	275	8	248	49	144	717	81	0.06	0.00	240	7.3	1740	2850	J	2			

SISTEMA ACUIFERO - 77 DEPRESION CENTRAL DE MALLORCA

88

HOJA	OCT	PNTG	FEC.TOMA	NATUR	DQC	TH	NA	K	CA	MG	SC4	CL	NG3	NO2	NH4	HCO3	PH	R S	CGND	MT	U-A	I.A.
3827	8	703	15-02-77	PUZO	5.2	89	262	8	268	51	155	696	82	0.01		294	8.1	1858	2850	I	2	
3827	8	755	17-02-77	PGZO	3.6	50	165	5	145	33	72	383	40	0.00		246	8.5	1100	1710	I	1	*
3827	8	755	30-05-77	PGZO	4.2	50	180	6	142	32	61	416	34	0.01	0.10	240	7.7	1004	1610	J	1	
3827	8	755	08-03-77	PUZO	3.1	48	170	6	142	32	59	398	35	0.01	0.00	252	7.7	1000	1600	J	1	
3827	8	798	11-03-77	PUZO	11.0	380	1534	38		291	831	4267	42	0.00	0.00	294	7.2	8716	15000	J	2	*
3827	8	826	30-05-77	PUZO	6.5	184	1281	22	410	191	771	2468	24	0.10	0.00	360	7.3	5640	9090	J	2	
3827	8	826	17-02-77	PGZO	6.6	115	1041	17	368	53	621	1743	9	0.24		390	8.1	4459	6750	I	2	
3827	8	827	08-03-77	SONDE	3.0	27	49	3	72	24	34	85	20	0.00	0.00	258	7.9	448	700	J	1	
3827	8	828	11-03-77	SONDE	2.5	35	106	5	102	22	38	184	25	0.00	0.00	312	7.5	648	1050	J	2	
3926	3	1047	20-07-77	PUZO	2.6	45	50	3	136	27	170	96	66	0.00	0.00	264	7.4	730	1140	J	2	
3926	3	1060	25-04-77	PGZO	2.6	68	182	3	180	52	384	167	200	0.01	0.00	318	7.4	1264	1740	J	2	
3926	3	899	25-04-77	SONDE	1.8	40	64	3	102	33	82	131	25	0.00	0.00	300	7.6	654	1030	J	1	
3926	4	17	11-03-77	PGZO	5.7	95	583	15	191	106	241	1186	30	0.00	0.10	312	7.4	2632	4150	J	2	
3926	4	210	25-04-77	PGZO	3.1	52	240	10	125	53	170	426	20	0.00	0.00	318	7.4	1276	2000	J	2	
3926	6	116	25-04-77	PGZO	2.1	60	83	29	190	31	255	191	66	0.00	0.00	282	7.4	1020	1560	J	2	
3926	7	96	25-04-77	PG-SU	1.8	34	105	66	76	36	72	167	100	0.04	0.00	318	7.4	876	1400	J	1	
3926	7	295	27-04-77	SONDE	3.8	35	47	4	100	26	67	92	19	0.00	0.30	294	7.5	512	800	J	2	
3926	7	450	25-04-77	PG-SU	2.2	38	70	3	110	25	58	131	87	0.00	0.00	276	7.5	716	1120	J	2	
3926	8	56	11-03-77	SONDE	2.5	27	56	4	84	13	48	99	16	0.00	0.00	216	7.5	438	680	J	4	
3927	1	16	10-03-77	SONDE	2.1	25	45	5	60	26	23	75	3	0.01	0.00	270	7.6	436	690	J	2	
3927	2	2	10-03-77	SONDE	2.6	35	62	5	104	30	76	124	24	0.00	0.00	306	7.6	624	970	J	2	
3927	5	20	10-03-77	SONDE	2.0	45	86	30	132	28	62	163	168	0.00	0.00	276	7.2	876	1300	J	1	
3928	1	5	21-04-77	SONDE	1.8	25	70	3	55	27	30	135	33	0.00	0.00	192	7.7	464	740	J	2	
3928	3	112	21-04-77	SONDE	1.8	40	34	1	85	46	37	78	17	0.00	0.00	378	7.6	504	775	I	5	
3928	3	161	02-04-77	PGZO	5.2	101	910	42	250	98	305	1782	19	0.00	0.00	294	7.4	3644	5800	J	2	
3928	3	167	02-04-77	PGZO	4.6	208	952	42	216	117	313	1796	12	0.00	0.10	378	7.4	3812	6300	J	2	
3928	4	13	23-02-77	PG-SU	4.0	47	63	4	116	41	54	128	40	0.00		408	8.3	712	1090	I	2	*

SISTEMA ACUIFERO - 77 DEPRESION CENTRAL DE MALLORCA

HQJA	GCT	PNTD	FEC.TOMA	NATUR	DGC	TH	NA	K	CA	MG	SO4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R S	COND	MT	U.A	I.A.
3928	4	13	07-06-77	PC-SO	2.0	35	60	4	82	43	51	110	29	0.00	0.00	336	7.5	566	900	I	2	
3928	4	21	07-06-77	SUNDE	2.8	52	170	40	118	55	118	305	42	0.00	0.10	402	7.3	1092	1700	J	2	
3928	4	21	23-02-77	SUNDE	5.4	63	166	36	156	57	138	312	53	0.00		468	8.2	952	1460	I	2	
3928	4	22	07-06-77	POZO	5.4	89	276	50	180	105	443	437	106	0.07	0.00	256	7.6	1894	2900	I	2	
3928	4	27	21-04-77	PC-SO	2.0	35	77	6	82	35	55	135	33	0.01	0.10	316	7.6	622	970	J	2	
3928	4	28	07-06-77	SUNDE	2.8	41	69	4	94	41	49	128	28	0.00	0.00	360	7.4	612	960	J	2	
3928	4	28	23-02-77	SUNDE	3.2	52	67	4	146	38	38	139	40	0.00		474	8.0	796	1240	I	2	
3928	4	30	23-02-77	POZO	6.4	104	328	33	220	122	549	554	100	0.00		432	8.3	2444	3250	I	2	*
3928	4	30	07-06-77	POZO	4.5	111	334	52	230	125	533	596	106	0.03	0.10	474	7.5	2304	3530	J	2	
3928	5	1	02-04-77	SUNDE	2.6	39	272	9	74	50	68	490	13	0.03	0.00	234	7.3	1140	1820	J	4	
3928	6	107	21-04-77	POZO	4.2	196	897	43	156	127	250	1668	20	0.01	0.00	264	7.3	3524	5800	J	2	
3928	7	106	02-04-77	POZO	5.2	234	812	37	272	148	255	1840	12	0.02	0.20	336	7.5	3816	6300	J	2	
3928	7	155	21-04-77	POZO	2.8	41	269	10	118	28	52	497	22	0.00	0.00	276	7.3	1232	1950	I	1	
3928	7	166	02-04-77	POZO	3.2	82	890	40	164	97	244	1641	20	0.04	0.00	282	7.3	3308	5150	I	2	
3928	7	513	21-04-77	POZO	8.4	200	1957	80	370	247	516	3826	13	0.01	0.00	408	7.1	7472	12500	J	2	
3928	8	29	21-04-77	POZO	3.4	55	377	13	116	60	106	689	15	0.00	0.10	324	7.7	1588	2430	J	2	
4026	1	3	11-03-77	POZO	4.6	65	410	16	134	76	228	749	10	0.02	0.00	318	7.8	1940	3020	J	1	
4026	5	21	11-03-77	POZO	2.9	40	85	4	121	26	32	234	35	0.00	0.00	246	7.6	680	1070	J	2	
4026	5	24	11-03-77	PC-SU	2.6	38	125	7	104	29	89	227	10	0.00	0.00	294	7.6	812	1270	J	2	
4026	5	25	11-03-77	POZO	6.2	108	798	32	224	120	344	1580	9	0.00	0.00	306	7.4	3468	5470	I	2	
4026	5	29	31-03-77	SUNDE	3.7	27	26	8	94	8	18	74	28	0.00	0.00	228	7.6	418	680	I	2	
4026	5	30	11-03-77	SUNDE	6.9	90	545	23	181	82	242	1069	8	0.00	0.00	300	7.5	2460	3900	I	2	

SISTEMA ACUIFERO - 77 DEPRESION CENTRAL DE MALLORCA

HUJA	DC1	PNTC	FEC.TOMA	B	F	CN	PG4	FENCL	ABS	AS	CD	HG	PB	CR	FE	MN	ZN	CU	SI	C1	S2	C2	S3	C3	
3827	8	91	17-02-77						TR										33		3				
3827	8	376	15-02-77						TR										05		1420				
3827	8	376	26-05-77						TR										05		1310				
3827	8	433	15-02-77						TR										33		1				
3827	8	476	15-02-77						TR										05		1124				
3827	8	408	17-02-77						TR										33		4				
3827	8	755	17-02-77						TR										33		5				
3827	8	796	11-03-77						TR										05		1016				
3928	4	13	23-02-77						TR										33		1				
3928	4	30	23-02-77						TR										33		1				

SISTEMA ACUIFERO - 77 DEPRESION CENTRAL DE MALLORCA

HUJA	DC1	PNTC	FEC.TOMA	NATUR	DQB	TH	NA	K	CA	MG	SO4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R	S	COND	MT	U.A	I.A.
3928	4	13	14-09-77	PO-SG	2.0	45	54	4	102	45	63	106	26	0.00	0.00	390	7.5	630	990	I	2		
3928	4	13	14-12-77	PO-SG	2.2	45	64	4	110	41	57	106	25	0.00	0.00	426	7.6	644	1010	I	2		
3928	4	21	14-12-77	SONDE	3.4	53	191	39	114	57	121	302	43	0.12	0.10	474	7.5	1134	1770	J	2		
3928	4	21	14-09-77	SONDE	2.9	61	146	37	148	57	128	284	42	0.00	0.00	462	7.3	1140	1780	J	2		
3928	4	28	14-12-77	SONDE	1.8	46	78	3	113	46	47	128	28	0.01	0.00	462	7.6	706	1100	I	2		
3928	4	28	14-09-77	SONDE	2.2	49	65	5	120	44	54	124	25	0.00	0.30	450	7.2	684	1070	J	2		
3928	4	30	14-12-77	PUZO	5.7	96	354	54	208	102	529	529	100	0.00	0.00	474	7.7	2152	3320	J	2		
3928	4	30	14-09-77	PUZO	4.6	104	300	21	202	127	527	518	68	0.01	0.10	414	7.3	2080	3250	J	2		

SISTEMA ACUIFERO - 78 SIERRA DE LEVANTE DE MALLORCA

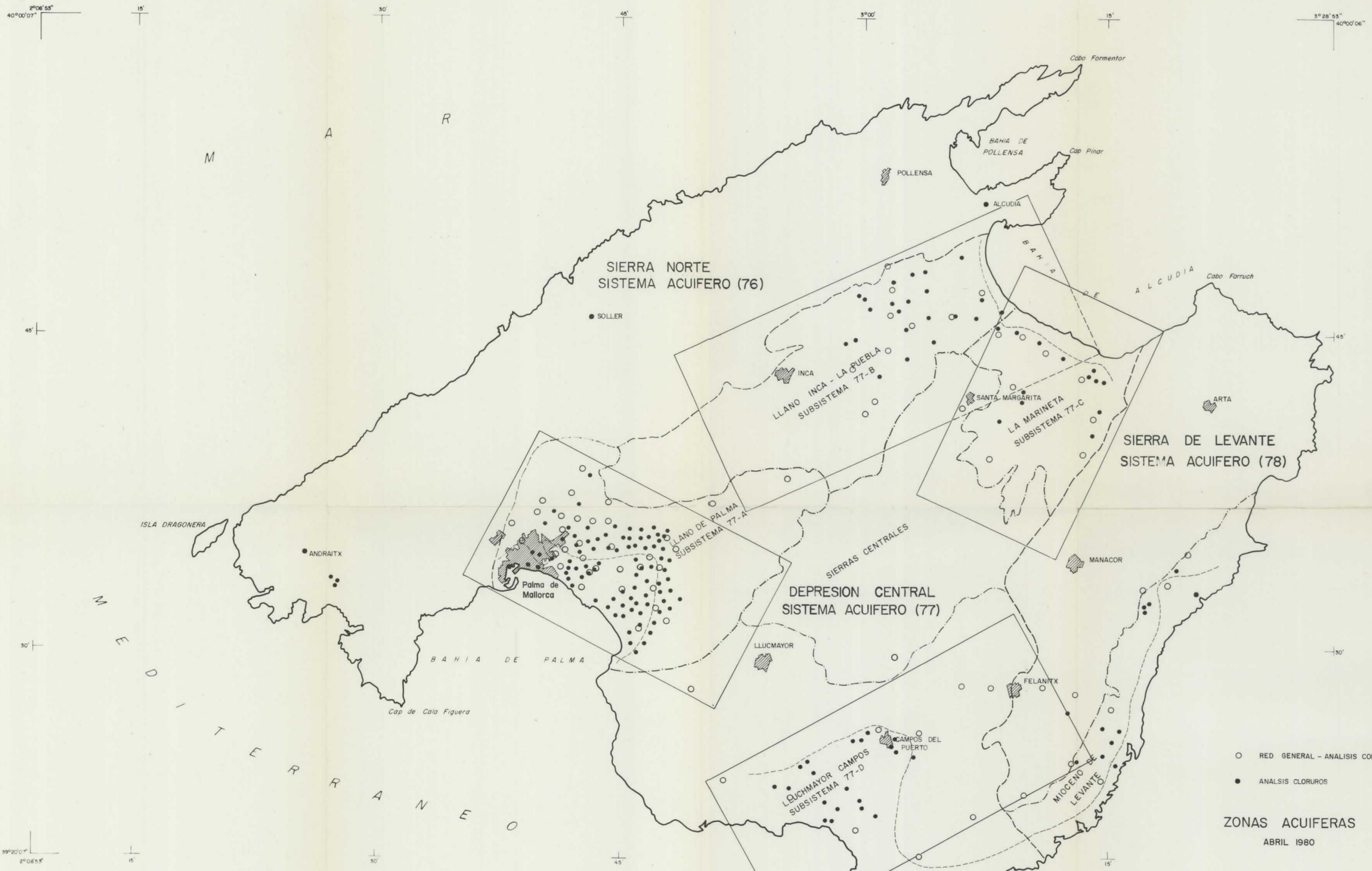
HOJA	UCT	PNTU	FEC.TCMA	NATUR	DQO	TH	NA	K	CA	MG	SO4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R S	COND	MT	U.A	I.A.
4027	6	54	28-03-77	SONDE	1.6	31	69	3	59	40	28	114	0	0.00	0.00	336	7.6	494	790	I	4	
4027	6	60	28-03-77	SONDE	1.8	39	66	3	80	44	27	106	17	0.02	0.10	378	7.5	550	1030	J	1	
4027	7	11	28-03-77	SONDE	2.3	35	53	2	76	37	61	99	20	0.00	0.00	294	7.6	528	810	J	1	
4028	1	5	10-06-77	SONDE	2.2	45	29	4	94	49	43	85	31	0.01	0.00	372	7.6	528	840	J	1	
4028	1	5	23-02-77	SONDE	3.2	46	54	4	106	49	47	85	53	0.00		420	8.5	664	1030	I	1	*
4028	1	6	23-02-77	SONDE	3.6	45	52	5	96	49	40	68	40	0.00		462	8.3	620	900	I	6	*
4028	1	6	28-03-77	SONDE	2.2	37	38	5	60	52	23	74	10	0.00	0.00	376	7.7	476	750	I	1	
4028	1	6	10-06-77	SONDE	1.8	41	38	5	78	50	27	78	22	0.00	0.00	396	7.6	514	810	I	1	
4028	1	57	28-03-77	SONDE	2.6	35	30	12	60	46	17	75	5	0.00	0.00	354	7.6	446	700	J	1	
4028	2	3	28-03-77	POZO	4.0	64	410	13	121	80	160	753	4	0.00	0.00	378	7.5	1912	3170	J	2	
4028	5	34	28-03-77	SONDE	3.4	49	165	6	106	52	69	367	10	0.00	0.00	318	7.4	940	1480	J	1	
4028	5	77	28-03-77	POZO	3.2	63	80	2	124	76	152	170	73	0.01	0.00	402	7.6	952	1480	J	2	

SISTEMA ACUIFERO - 78 SIERRA DE LEVANTE DE MALLORCA

HOJA	UCT	PNTU	FEC.TCMA	B	F	CN	PO4	FENGL	ABS	AS	CD	HG	PB	CR	FE	MN	ZN	CU	S1	C1	S2	C2	S3	C3
4028	1	5	23-02-77						TR										33		6			
4028	1	6	23-02-77						TR										33		1			

SISTEMA ACUIFERO - 78 SIERRA DE LEVANTE DE MALLORCA

HOJA	UCT	PNTU	FEC.TCMA	NATUR	DQO	TH	NA	K	CA	MG	SO4	CL	NO3	NO2	NH4	HCO3	PH	R S	COND	MT	U.A	I.A.
4028	1	5	14-09-77	SONDE	1.7	43	44	4	92	51	47	85	26	0.00	0.00	414	7.4	574	900	I	1	
4028	1	5	17-12-77	SONDE	1.6	40	52	4	88	45	25	85	30	0.01	0.00	438	7.5	564	880	I	1	
4028	1	6	14-12-77	SONDE	1.4	43	43	4	86	49	28	75	21	0.00	0.00	444	8.0	548	850	I	6	
4028	1	6	14-09-77	SONDE	1.8	42	34	4	86	50	23	71	16	0.00	0.10	426	7.5	504	790	I	6	



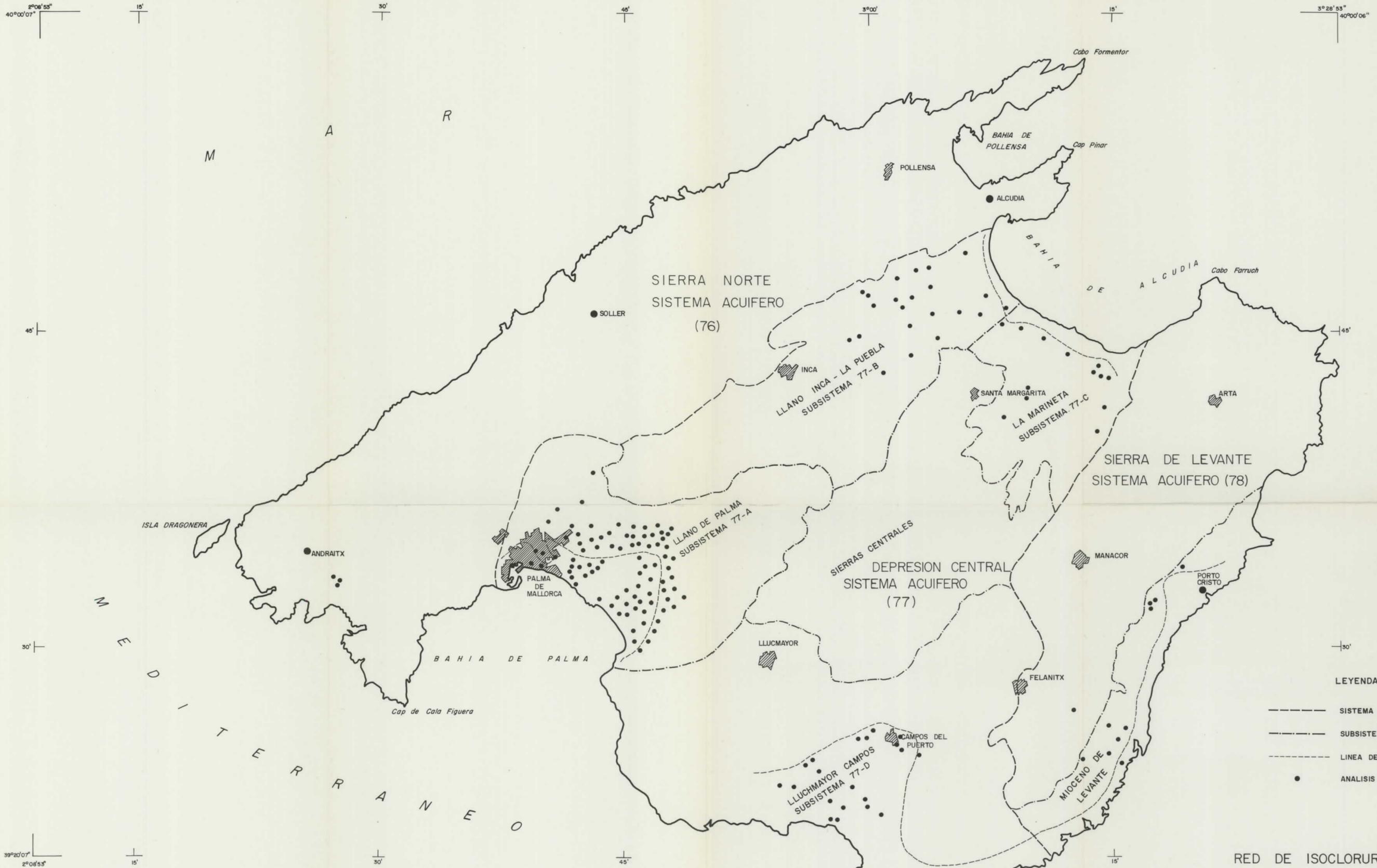
- RED GENERAL - ANALISIS COMPLETOS
- ANALISIS CLORUROS

ZONAS ACUIFERAS
 ABRIL 1980

Escala 1:200.000



ESCALA GRAFICA



- LEYENDA
- SISTEMA ACUIFERO
 - SUBSISTEMA ACUIFERO
 - LINEA DE 1g/l ion Cl
 - ANALISIS CLORUROS

RED DE ISOCLORUROS
ABRIL-1980

Escala 1:200.000



ESCALA GRAFICA