

ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA LOCALIDAD DE

OROPESA DEL MAR (CASTELLON)

**31609**

Valencia, Septiembre de 1.976

ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA LOCALIDAD  
DE OROPESA DEL MAR (CASTELLON)

Valencia, Septiembre de 1.976

BJ0966-N011

**INDICE**

	<b>Pag.</b>
1. INTRODUCCION	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LA ZONA ESTUDIADA	2
1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO	4
1.4. METODOLOGIA SEGUIDA	4
2. RESUMEN Y CONCLUSIONES	5
3. DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA	7
4. HIDROGEOLOGIA	12
4.1. GEOLOGIA	12
4.1.1. Estratigrafía	12
4.1.2. Tectónica	13
4.2. HIDROLOGIA	13
4.2.1. Generalidades	13
4.2.2. Hidrología superficial	14
4.3. HIDROGEOLOGIA	14
4.3.1. El sistema acuífero formado por las calizas y dolomias jurásicas de la Sierra de Irta	15
4.3.2. El sistema acuífero cretácico de la Sierra de les Santes	17
4.3.3. El manto acuífero Mio-cuaternario	20
5. PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN PARA ABASTECER LA DEMANDA	25

	Pag.
6. ALTERNATIVAS PLANTEADAS	27
6.1. GENERALIDADES	27
6.2. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA SOLUCION PLANTEADA	28
6.3. PRECIO DEL AGUA A BOCA DE SONDEO	35
7. BIBLIOGRAFIA	37

A N E J O S

1. Cálculo del costo del agua

P L A N O S

Hidrogeología de la Plana de Oropesa-Torreblanca

Cortes Hidrogeológicos de la Plana de Oropesa-Torreblanca  
y sus bordes.

R. Seco y Diagramas de Stiff de la Plana de Oropesa-Torreblanca  
y sus bordes.

Potabilidad de las aguas subterráneas de la Plana de Oropesa-  
Torreblanca.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Planteamiento del problema

En la localidad de Oropesa del Mar se espera, en un futuro cercano, un fuerte incremento de la demanda de agua para consumo doméstico, como consecuencia de un fuerte desarrollo turístico de la zona.

Actualmente la población se abastece de un pozo cuyas aguas tienen un contenido en sales bastante elevado y que las hace inaceptables para el consumo humano.

Para solucionar este problema el Ayuntamiento construyó un pozo en las inmediaciones del denominado S. Vicente, en el término de Cabanes, propiedad de la sociedad de Fomento Agrícola Castellonense, que en la actualidad abastece a Cabanes.

Debido a la dificultad que se encontró en garantizar la calidad química de las aguas bombeadas y a otras de carácter administrativo, esta solución no pudo ponerse en marcha.

Durante los años 1972 a 1975, el IGME, a través de la empresa consultora EPTISA, realizó una serie de trabajos encaminados a determinar en calidad y cantidad los recursos en agua subterránea de la cuenca Baja y Media del Río Júcar, dentro de la cual se incluye el Municipio de Oropesa del Mar.

El día 14.4.76, en el curso de una conversación con el Sr. Alcalde, se acordó elaborar un estudio hidrogeológico para abastecimiento de agua a esta localidad.

### 1.2. Características geográficas de la zona estudiada

La localidad de Oropesa se encuentra situada en el extremo meridional de la comarca denominada "Plana de Oropesa - Torreblanca", en la provincia de Castellón (fig. 1).

El relieve de la zona consiste en una amplia llanura litoral rodeada de sierras de pequeña altura (260 m. s.n.m., altura media de las sierras circundantes). La plana alcanza hacia el interior cotas máximas comprendidas entre los 80 y 40 mts, lo que supone una pendiente media del 2% (valores extremos 2,5% y 0,5%).

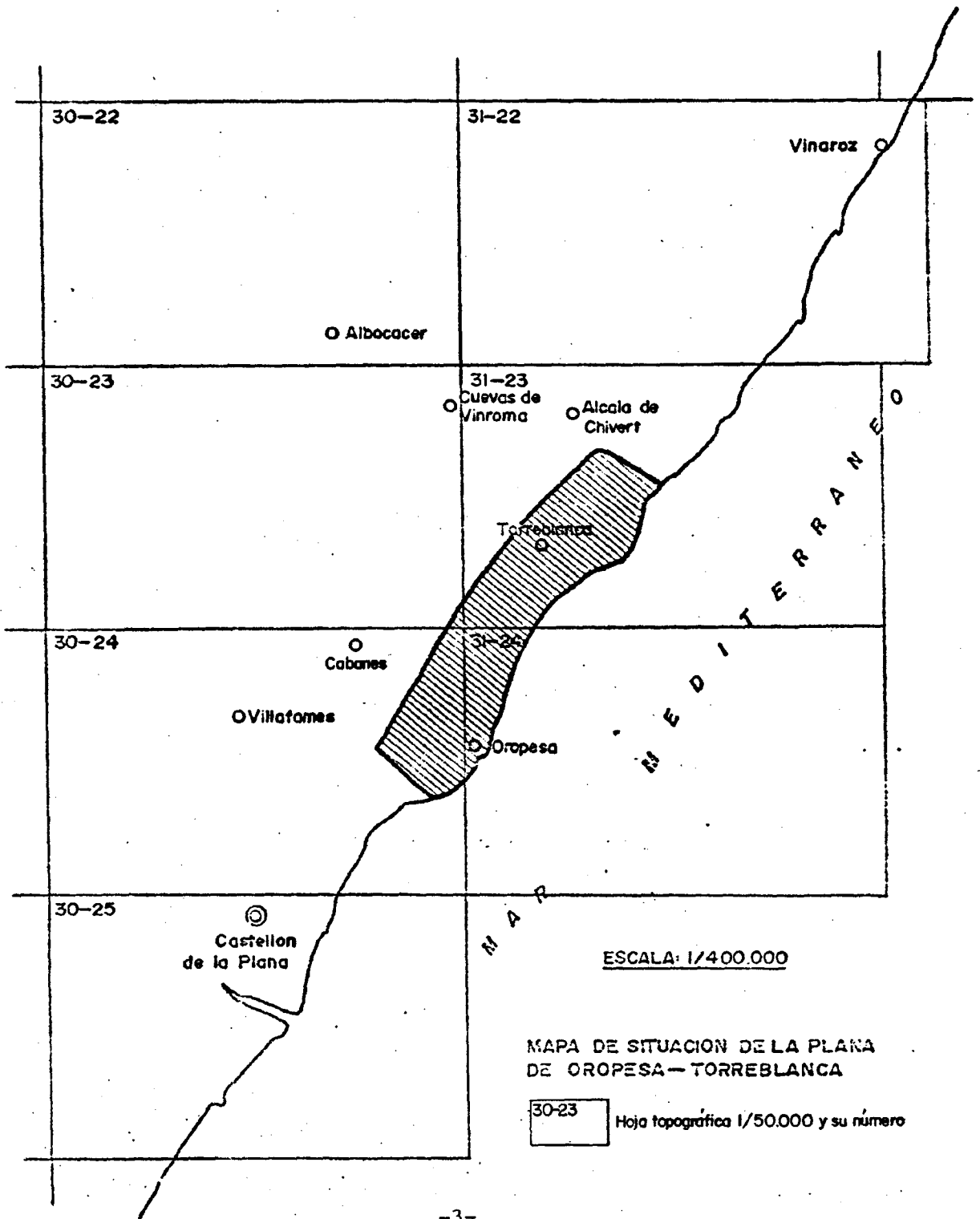
No existe ningún curso de agua permanente, los ríos San Miguel y Cinchilla, así como el barranco Fontanelles, que atraviesan la zona, normalmente van secos y solamente en las épocas de precipitación intensa llevan agua.

El drenaje superficial se efectúa fundamentalmente por numerosos arroyos o ramblas de pequeño recorrido que desembocan en los ríos citados o en la marjalera.

El clima es mediterráneo litoral con temperaturas suaves y poca amplitud en las oscilaciones (temperatura media 17°C). La precipitación media anual es de unos 500 milímetros, con valores que oscilan entre los 400 y 600 mm.

Los vientos dominantes son del Este y Nordeste. Destaca la fuerte humedad de la zona que, según datos del observatorio de Castellón, tiene un valor medio mensual superior al 60% de humedad relativa.

Fig. 1



La población se dedica fundamentalmente a la agricultura. No existe en la actualidad ninguna industria importante, aunque se están incrementando rápidamente las relacionadas con el turismo.

### 1.3. Objeto del Estudio

Es, en base a los datos ya conocidos por el citado Proyecto, establecer las características de las soluciones del problema que plantea la demanda de agua potable de esta localidad.

### 1.4. Metodología seguida

Se puede resumir en las siguientes fases:

- 1) Determinación de la demanda de agua actual y futura para uso doméstico, lo cual implica un análisis de la evaluación de la población y del desarrollo turístico.
- 2) Estudio de las características geológicas e hidráulicas de la Plana de Oropesa - Torreblanca y sus alrededores.
- 3) Definición de los problemas que actualmente plantea el abastecimiento de agua en la zona.
- 4) Exposición de las soluciones planteadas con una estimación del precio de agua a pie de obra.



## 2. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La demanda de agua para uso doméstico calculada varía de 0,45 Hm<sup>3</sup>/año en 1975 a 2,04 Hm<sup>3</sup>/año en 1985. Aunque se ha estudiado y calculado la evaluación de la demanda hasta el año 2.010, sólo el horizonte del año 1985 ofrece garantías suficientes.

Dadas las características de la zona solamente un abastecimiento con aguas subterráneas es actualmente viable. Existen tres sistemas — acuíferos en las inmediaciones de Oropesa :

- El sistema acuífero Miocuaternario, está al límite de su explotación y tiene problemas de calidad de las aguas.

- El sistema acuífero Jurásico, es capaz de suministrar ampliamente el agua requerida con buena calidad, pero por razones de distancia al núcleo a abastecer se considera únicamente como alternativa a largo plazo.

- El sistema acuífero Cretácico, puede, controlándose la explotación, satisfacer la demanda en cantidad y calidad. Las soluciones propuestas se basan en la explotación de este sistema.

La punta de demanda veraniega origina un fuerte desequilibrio en el rendimiento de las obras de captación. De las numerosas alternativas existentes para satisfacer de forma continua esta demanda, se han estudiado dos, consistentes en la explotación del acuífero cretácico por medio de :

Un sondeo de 50 l/sg y dos de 100 l/sg, con lo que se mantienen las dotaciones teóricas durante todo el año. Un sondeo de 25 l/seg. y dos de 100 l/seg, con lo que las dotaciones en verano se ven disminuidas.

A título orientativo se ha calculado la inversión total y el coste del m<sup>3</sup> de agua bombeada a pie de sondeo. Varían según sea la solución empleada y la forma de realizarse la obra. Se resumen en el siguiente cuadro:

1 sondeo de 50 l/sg. y 2 sondeos de 100 l/sg.

Ejecución	Inversión Total	Coste del agua.
2 fases	5.602.647 pts	3,13 pts/m <sup>3</sup>
1 fase	5.165.839 pts	1,90 pts/m <sup>3</sup>

1 sondeo de 25 l/sg y 2 sondeos de 100 l/sg.

Ejecución	Inversión Total	Coste del agua
2 fases	5.485.442 pts	3,24 pts/m <sup>3</sup>
1 fase	5.069.634 pts	1,49 pts/m <sup>3</sup>

**3. DEMANDA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA**

Oropesa del Mar en 1973 tenía una población de 1.571 habitantes, que en 1985 pasaran a ser 1.948 y 2.922 en el año 2.010 (Datos de elaboración propia).

El número de plazas hoteleras se reparten en 1975 de la siguiente forma \*:

- Nº plazas en hoteles .....	2.651
- Nº apartamentos.....	2.105
- Nº plazas en campings .....	3.000

lo que supone una población continua de 14.071 habitantes (se estima en 4 la cifra media de ocupantes de un apartamento).

Estas plazas se suponen ocupadas en un 50% los meses de junio y septiembre, al 100% en las de julio y agosto y prácticamente vacías el resto del año.

El plan municipal prevé que en 5 años la cifra de plazas turísticas se multiplicará por 4. En la imposibilidad de hacer estimaciones correctas en plazos de tiempo más largos, a efectos de cálculo de la demanda de agua, se supone una población turística continua máxima de 14.000 h en 1975 y 56.000 en 1985, que se estabilizan hasta el año 2.010.

Las dotaciones consideradas se reflejan en el siguiente cuadro:

Año	Población fija	Población turística
1975	220 l/h/día	250 l/h/día
1985	320 l/h/día	360 l/h/día
2010	450 l/h/día	500 l/h/día

\* Datos facilitados por el municipio

De acuerdo a éstas, la demanda de agua será de 0,45 Hm<sup>3</sup>/año en 1975, 2,04 Hm<sup>3</sup>/año en 1985 y 2,86 Hm<sup>3</sup>/año en 2010. Esta demanda no es continúa a lo largo del año, al no ser constante la población la variación estacional se refleja en la figura 2 y se resume en el siguiente cuadro:

DEMANDA DE AGUA EN m<sup>3</sup>/día

Año	Julio-Agosto	Resto del año
1975	3.846	346
1985	20.765	623
2010	28.935	935

Como se ve la punta de demanda del verano requiere caudales desproporcionados comparados a la del resto del año. Esto origina un fuerte desequilibrio en el dimensionado de los dispositivos de captación y distribución que no funcionarían a pleno rendimiento la mayor parte del año.

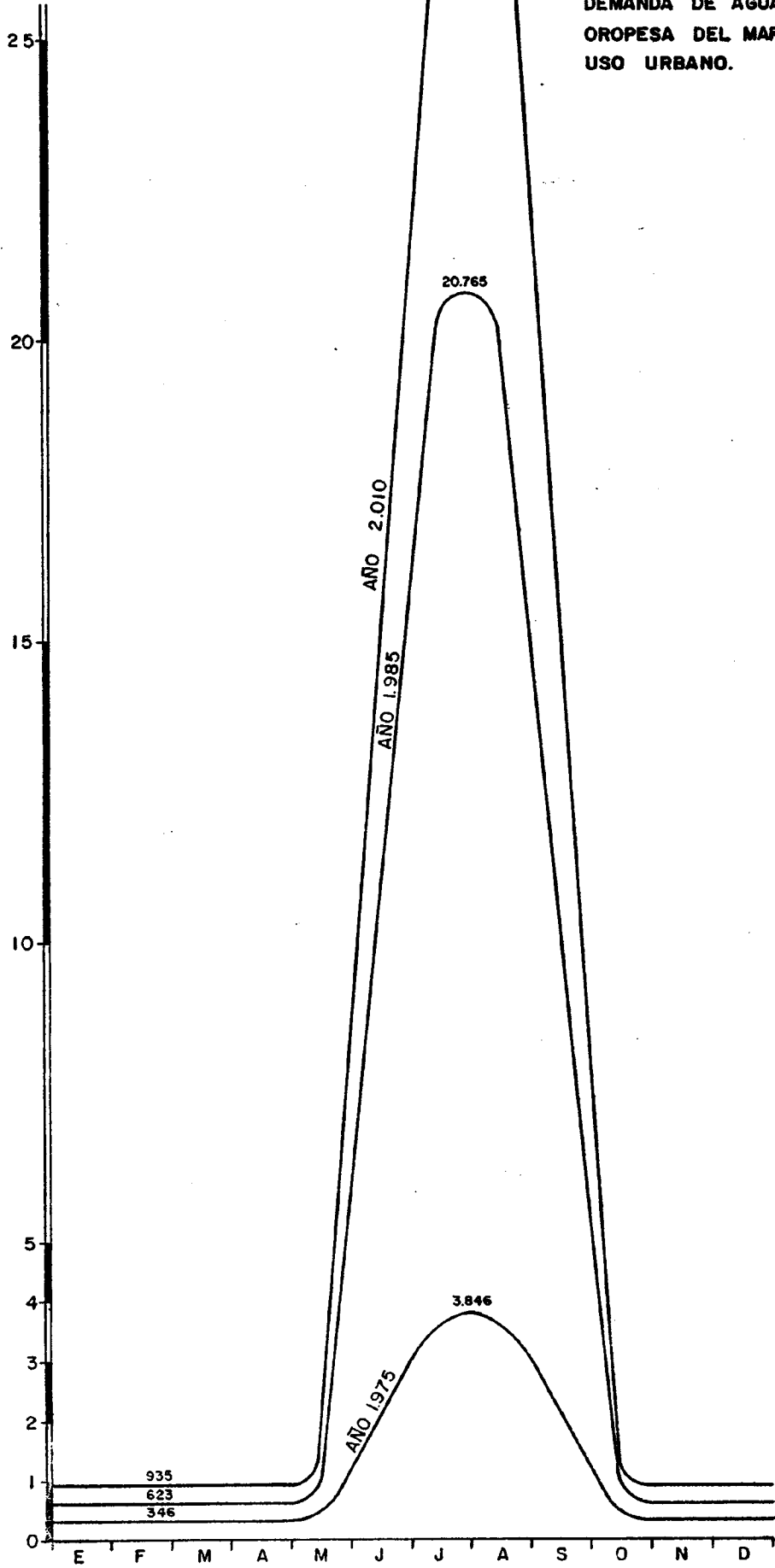
Existen infinidad de alternativas para cubrir esta demanda, entre las que se deben elegir las más económicas. A título de ejemplo se hacen las siguientes consideraciones:

a) Con 16 h de bombeo en invierno - primavera y 24 h en verano los caudales de bombeo serían:

Fig: 2

m<sup>3</sup> /día x 1.000

DEMANDA DE AGUA DE OROPESA DEL MAR PARA USO URBANO.



Año	Julio - Agosto 24 h/día	Resto del año 16 h/día
1975	45 l/sg	5,3 l/sg
1985	241 l/sg	9,6 l/sg
2010	335 l/sg	14,4 l/sg

b) Con sondeos capaces de suministrar 100 l/sg el nº de pozos y las horas de bombeo serían:

Año	nº pozos	Q por sondeo	nº horas bombeo	
			Julio - Agosto	resto año
1975	1	100 l/sg	11	1
1985	3	100 l/sg	20	0,6
2010	4	100 l/sg	20	0,7

c) Con 1 sondeo capaz de suministrar 50 l/sg y 2-3 de 100 l/sg los pozos, caudales y nº de horas de bombeo serían:

Año	nº pozos	Q	nº horas bombeo	
			Julio - Agosto	resto año
1975	1	50 l/sg	22	2
1985	1	50 l/sg	21	3,5
	2	100 l/sg	21	-
2010	1	50 l/sg	24	5,2
	3	100 l/sg	23	-

d) Con un sondeo capaz de suministrar 25 l/sg y 2-3 de 100 l/sg, las dotaciones en verano se ven disminuídas dentro de unos límites aceptables.

Las características del abastecimiento serían:

Año	nº sondeos	Q l/sg.	Julio - Agosto		Resto año	
			nº h bombeo	dotación media l/h/d	nº h bombeo	dotación (l/h/d)
1975	1	25	24	140	4	220
1985	1	25	24	335	7	320
	2	100	24			
2010	1	25	24	477	10,4	450
	3	100	24		-	

## 4. HIDROGEOLOGIA

En los planos 1 y 2 se encuentra resumida en forma gráfica, la hidrogeología de la plana de Oropesa - Torreblanca y sus bordes. A continuación se describen las características hidrogeológicas más importantes.

### 4.1. Geología

Se caracteriza por la existencia de una plana costera formada por arenas, gravas y arcillas que se extiende hasta la base de las sierras litorales predominantemente calcáreas.

#### 4.1.1. Estratigrafía

Los materiales aflorantes comprenden desde el Paleozoico hasta el Mio-cuaternario de la plana.

**Paleozoico:** Aparece al Sur de la zona estudiada. Pizarreño, está fuertemente plegado y fracturado.

**Triásico:** Presenta un tramo inferior de areniscas y arcillas (Buntsandstein), un tramo medio calizo-dolomítico (Muschelkalk) y un tramo superior margoso (Keuper). Su potencia es difícil de estimar. Aparece exclusivamente en la Sierra de les Santes.

**Jurásico:** En la zona norte (Sierra de Irta) está compuesto por al menos 500 mts de calizas y dolomías, con algun nivel margoso intercalado. En la zona Sur (Sierra de les Santes) está constituído por unos 100 mts de calizas y dolomias.

**Cretácico:** Se han separado tres tramos: inferior, formado por unos 250 mts de alternancia de calizas y margas, con niveles detríticos



intercalados en la base; medio, comienza con 150 mts de calizas masivas (Aptenses) al que siguen unos 50 mts de arenas, margas y arcillas; superior, son al menos 250 mts de calizas y calizas dolomíticas.

Mio-Cuaternario: Los sedimentos mio-cuaternarios forman la plana en las inmediaciones del litoral y recubren en parte el macizo de la Sierra de les Santes. Se trata de una formación detrítica cuya litología más corriente es conglomerados y brechas, margas, arcillas y arenas, con una disposición irregular, su espesor varía de 0 mts en los bordes a más de 200 mts en el litoral.

#### 4.1.2. Tectónica

A grandes rasgos se caracteriza por dos direcciones principales de fracturación y plegamiento: NNE-SSO y NO-SE, originando un conjunto de bloques hundidos y levantados que buzcan al N-NO en las inmediaciones de Oropesa y al E en la Sierra de Irta.

#### 4.2. HIDROLOGIA

##### 4.2.1. Generalidades

Según los estudios del Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar, la lluvia media caída en la zona es de 490 mm/año, deducida a partir de las estaciones de Castellón, Benicarló y Villafamés.

De esta lluvia caída un 75 - 85% es evaporada y consumida por las plantas (evapotranspiración), una cantidad comprendida entre el 0 y el 10% escurre por la superficie del terreno reuniéndose en los cauces y el resto (25 - 5%) se infiltra en el subsuelo.

#### 4.2.2. Hidrología superficial

No existe ninguna estación de aforos, por lo que no existen antecedentes sobre las aportaciones de los ríos; éstos, como es típico en la cuenca mediterránea tienen un régimen caracterizado por fuertes avenidas, de poca duración, con estiajes acusados.

Las principales características estimadas se reflejan en el siguiente cuadro:

Cuenca	Superficie S (Km <sup>2</sup> )	Pluviometría P (mm)	Aportación $A=0,07P(\text{Hm}^3/\text{año})$	Avenida máxima $Q=\frac{32S}{0,54 S}(\text{m}^3/\text{sg})$
R.S.Miguel	505	490	17	703
Marjaleria	100	490	3,5	305
R. Chinchilla	45	490	1,5	200

Aunque son datos estimados, ponen de manifiesto como el grueso de las aportaciones anuales, si no al total de ellas, puede ser evacuado de los cauces en una avenida de pocas horas de duración.

#### 4.3. Hidrogeología

En las proximidades de Oropesa existen materiales que permiten el almacenamiento y circulación del agua infiltrada procedente de lluvia denominado sistemas acuíferos.

De estos materiales, bajo ciertas condiciones, se puede obtener agua, en cantidad y calidad diferentes, según en donde se capte y son parte de un

sistema acuífero más amplio denominado sistema acuífero del Maestrazgo y que corresponde al nº 55 dentro de la clasificación realizada por el IGME en el mapa de síntesis de sistemas acuíferos y cuyo comportamiento global se resume gráficamente en la figura 3.

Los sistemas acuíferos que tienen una relación directa con la plana de Oropesa - Torreblanca son:

4.3.1. El sistema acuífero formado por las calizas y dolomías jurásicas de la Sierra de Irta

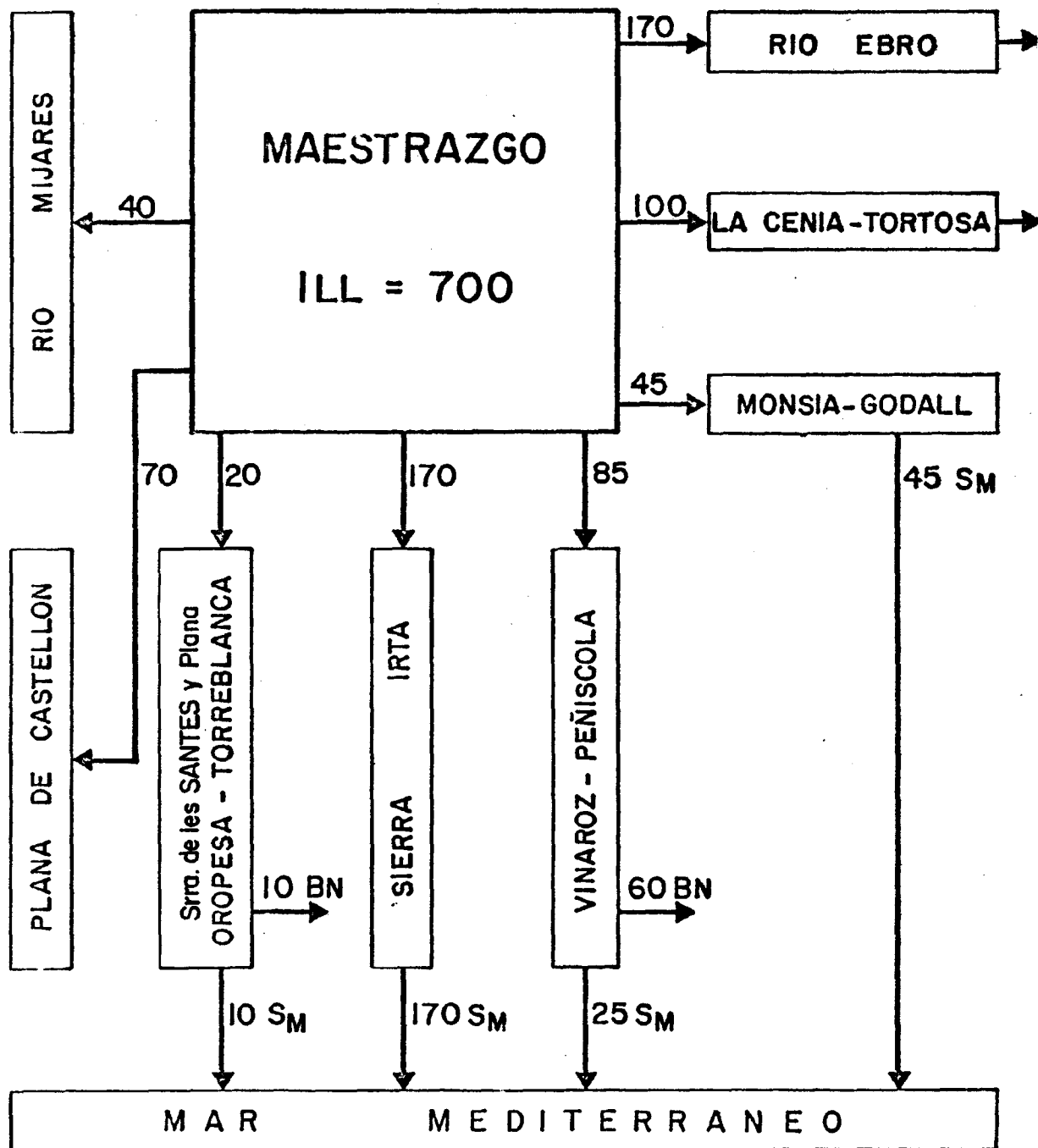
Constituye un importante acuífero por su litología, más de 500 mts de calizas y dolomías, y la extensión de sus afloramientos (130 Km<sup>2</sup>). Un índice de su importancia lo constituyen las fuentes que surgen, entre Peñíscola y Alcoceber, en parte en el litoral, en parte submarinas, con un caudal superior a los 3 m<sup>3</sup>/sg. Su estructura se representa en los cortes I y II (plano 2).

En el borde meridional se explota por diversos pozos con caudales específicos que varían entre 2 l/sg/m. (31236001) o más de 20 l/sg/m. (31232005, 31232006, 3123003, 31232004).

La profundidad del agua aumenta rápidamente según nos alejamos de la plana (40 mts 31236001, 80 mts 31232004, 140 mts 31232010) debido a las cotas relativamente elevadas de la sierra, lo que profundiza el nivel piezométrico. La oscilación estacional de niveles observada no alcanza los 4 mts, siendo la tendencia a largo plazo la estabilización.

El agua es de buena calidad y adecuada a todos los usos, si exceptuamos el valor de los nitratos que puede superar la norma de calidad para

ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO  
DEL SISTEMA ACUIFERO N° 55. MAESTRAZGO



SM = Salida al mar  
ILL = Infiltración lluvia  
BN = Bombeo neto  
Valores en Hm<sup>3</sup>/año

bebida en algún caso. El residuo seco varía entre 300 y 600 mg/l, con valores de cloruro que no superan los 200 mg/l.

#### 4.3.2. El sistema acuífero Cretácico de la Sierra de les Santes

La superficie aflorante de este sistema es de unos 100 Km<sup>2</sup>. Constituye gran parte del contorno de la plana de Oropesa - Torreblanca, prolongándose por debajo de ella hacia el mar.

Está constituida por:

- a) 200 - 250 mts de calizas y calizas dolomíticas del Albense Superior - Cenomanense.
- b) 150 mts de calizas Aptenses, en gran parte masivas.

Entre ambos niveles se situa un espesor variable (20 - 60 m) de arcillas margas y arenas Albenses que darían localmente carácter semi-confinado al tramo calizo inferior. El fondo impermeable lo constituirían los materiales margosos del Cretácico inferior.

La estructura simplificada de este sistema se puede apreciar en los cortes hidrogeológicos III, IV y V (plano 2).

La piezometría existente parece indicar un sentido general de circulación del agua subterránea hacia el Este con un gradiente bajo (0,5 ‰ - 0,25 ‰). Ello hace que una parte de las calizas se encuentren colgadas por encima del nivel piezométrico regional.

En el borde de la plana la profundidad de la capa se situa próxima a los 40 m, ganando profundidad hacia el W debido a la elevación de la topografía.

En los puntos en que se ha medido el nivel del agua se aprecia que las oscilaciones estacionales son, en general, inferiores a los 2 mts, sin que exista en el período de observación una tendencia al descenso de los niveles.

Existen sondeos con caudales específicos menores a 1 l/sg/m. (31235027, 31235011) excavados en el tramo inferior del Cretácico medio (calizo -margoso), mientras que los realizados en las calizas Ceromanenses y Aptenses tienen caudales específicos próximos o superiores a los 20 l/sg/m (31235028, 31235031, 31235010 y 31241016).

Los análisis de calidad química del agua se han efectuado en pozos del borde de la plana que extraen agua tanto del acuífero Mio-cuaternario como del Cretácico. Las aguas en general son de buena calidad, no rebasando la norma de potabilidad para uso doméstico ninguna de las muestras analizadas.

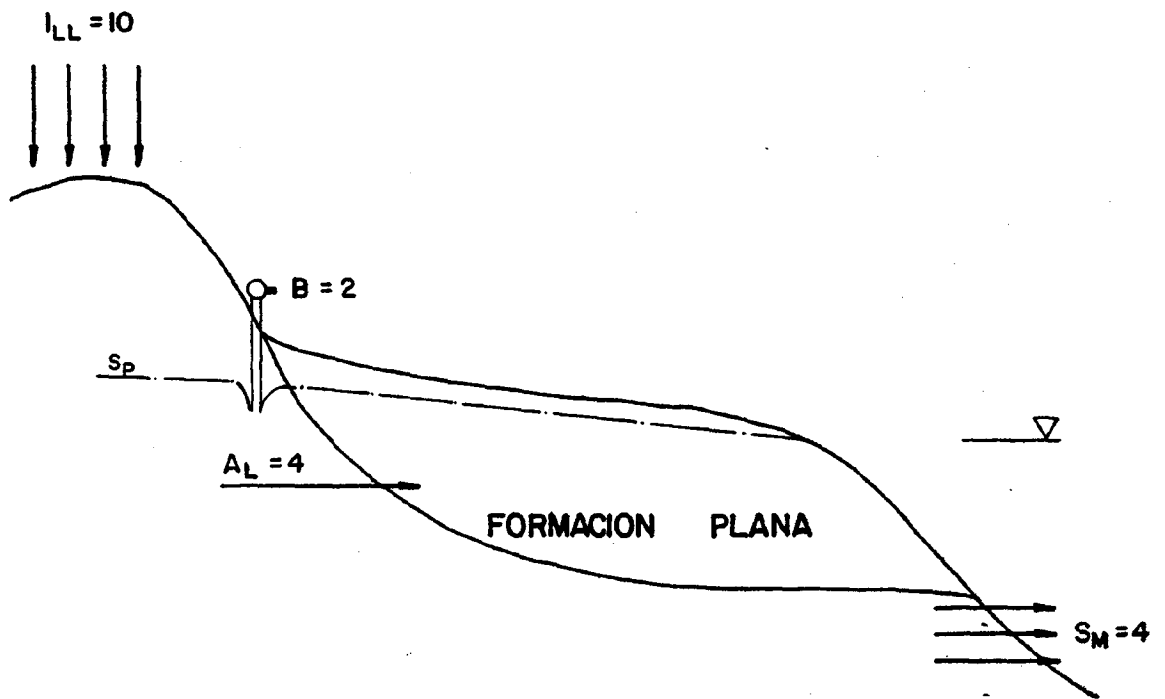
El residuo seco varía entre valores inferiores a 500 mg/l a 750 mg/l, con valores de cloruro inferiores a 200 mg/l y sulfatos alrededor de 100 mg/l.

La alimentación más importante que recibe el sistema es la que proviene de infiltración por lluvia estimada en 10 Hm<sup>3</sup>/año.

Las salidas principales son por bombeo estimadas en 2 Hm<sup>3</sup>/año y alimentación lateral al acuífero de la plana estimado en 4 Hm<sup>3</sup>/año y salida oculta, directa por debajo de la formación plana, al mar, estimada en 4 Hm<sup>3</sup>/año.

En el esquema adjunto (figura 4) se muestra gráficamente el fun-

ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA ACUIFERO  
CRETACICO DE LA SIERRA DE LES SANTES



- $I_{LL}$  INFILTRACION POR LLUVIA  
 B BOMBEO  
 $A_L$  ALIMENTACION LATERAL  
 $S_M$  SALIDA AL MAR  
 $S_p$  SUPERFICIE PIEZOMETRICA

Las cifras en  $Hm^3/año$

cionamiento simplificado del sistema.

### 4.3.3. El manto acuífero Mio-cuaternario

Se emplaza en la Plana, adentrándose algo en la Sierra de Irta por el barranco Estopet. En la zona de Torreblanca los materiales miocenos, de permeabilidad muy baja, constituyen el límite práctico del embalse. La superficie comprendida entre estos límites es de unos 100 Km<sup>2</sup> aproximadamente.

El acuífero se asienta en un relleno Mio-cuaternario, detrítico de origen continental. Es característico de estas formaciones costeras la gran heterogeneidad de sus materiales. En general lo forman arenas, gravas y conglomerados, con una proporción más o menos grande de arcillas y limos.

Hidrogeológicamente se puede distinguir un conjunto superficial, con un espesor variable de 0 mts en los bordes a 50 - 100 mts en la costa, cuya proporción de arcillas es baja o nula y una formación con predominio de arcillas cuyo techo se ha considerado el fondo impermeable del manto acuífero.

A fin de determinar las características de la capa freática se han efectuado medidas periódicas del nivel de agua en 45 puntos, ello ha permitido conocer:

1) Forma de la superficie piezométrica: En donde es de destacar una zona permanentemente deprimida por debajo del nivel del mar en las inmediaciones de Oropesa.

2) Profundidad de la capa: Oscila entre 0,5 mts en las proximidades de la costa y en la marjalería a 40 mts en la zona de contacto con



los sistemas calizos.

3) Variación de niveles: En general los niveles disminuyen en los meses de verano para recuperarse en primavera.

La oscilación máxima se presenta en pozos próximos a los bordes (2 - 3 mts); en la zona más próxima a la costa, las fluctuaciones raramente alcanzan 0,5 mts.

Los caudales específicos están comprendidos entre 1 y 10 l/sg/m, correspondiendo los valores más altos a zonas próximas a la costa y a las proximidades de Torreblanca.

Las características hidráulicas del acuífero y su funcionamiento han sido acotadas e integradas en un modelo de simulación matemático en régimen transitorio, que consigue reproducir de una forma real el comportamiento del acuífero.

Según el modelo realizado, las transmisividades oscilan entre 400 y 500 m<sup>2</sup>/día, correspondiendo los valores más bajos a la zona de Oropesa. El coeficiente de almacenamiento medio es de un 10%, los valores más bajos (menos de un 5%) se encuentran también en Oropesa y asimismo en la desembocadura del río San Miguel.

En cuanto al funcionamiento general del acuífero, puede decirse que se comporta como un embalse regulador. Recibiendo una alimentación lateral de los sistemas acuíferos calizos estimada en 4 Hm<sup>3</sup>/año. Una infiltración debida a las lluvias igual a 6 Hm<sup>3</sup>/año y la infiltración debida al exceso de agua de los riegos igual a 4 Hm<sup>3</sup>/año.

Su descarga se realiza a través de bombeos ( $11 \text{ Hm}^3/\text{año}$ ) salidas subterráneas al mar ( $2 \text{ Hm}^3/\text{año}$ ) y a la marjalería ( $1 \text{ Hm}^3/\text{año}$ ).

El funcionamiento general del embalse y sus relaciones con los sistemas vecinos se esquematiza gráficamente en la figura 5.

Los recursos totales del acuífero oscilan alrededor de  $10 \text{ Hm}^3/\text{año}$ . Cifra realmente muy baja.

A fin de determinar las características químicas de las aguas se han efectuado numerosos análisis químicos, llevándose un control mensual en 4 puntos.

En el plano 3 se representa el contenido en  $\text{mg/l}$  del residuo seco y el diagrama de Stiff de las aguas analizadas.

En general las aguas evolucionan desde un tipo bicarbonatado cálcico, con un residuo salido bajo (inferior a  $500 \text{ mg/l}$ ) en los bordes, hasta otro clorurado sódico, con valores muy altos de residuo seco (superiores a  $3.000 \text{ mg/l}$ ).

En la zona de Oropesa la degradación de la calidad del agua se debe a un fenómeno de contaminación por agua de mar debido a lo intenso de la explotación; según el mecanismo que ilustra la figura 6.

De acuerdo a los análisis efectuados en el plano 4 se señalan aquellas zonas en las que las aguas superan las normas de potabilidad y no deben ser utilizadas para el uso doméstico sin el adecuado tratamiento.

# ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO DEL MANTO ACUIFERO MIOCUATERNARIO DE LA PLANA DE OROPESA-TORREBLANCA

-23-

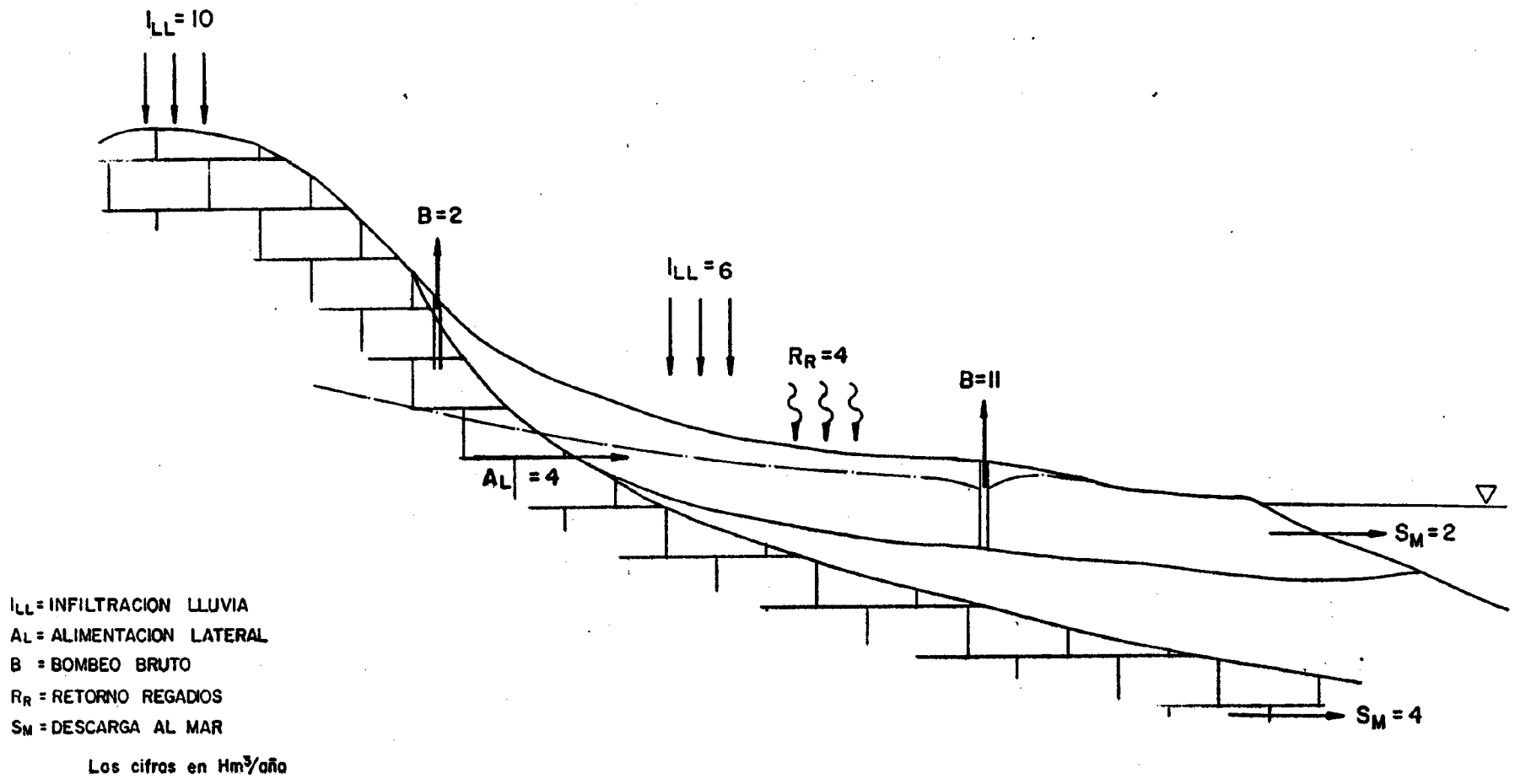
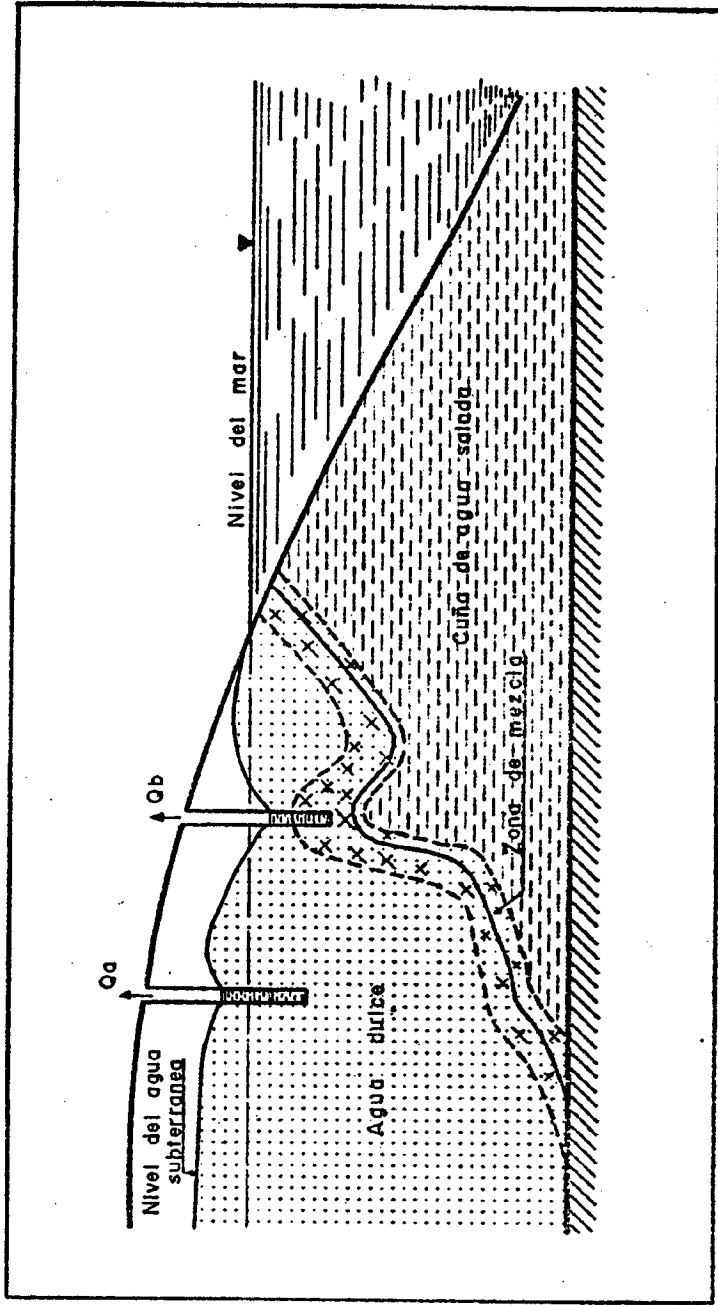


Fig: 5

Fig. 6



## 5. PROBLEMAS QUE SE PRESETAN PARA ABASTECER LA DEMANDA

Aparte de los problemas legales, dos cuestiones principales se plantean a la hora de elegir el acuífero donde establecer las obras de abastecimiento.

1) Debe ser capaz de suministrar instantáneamente y a largo plazo el caudal demandado, en condiciones económicas.

2) La calidad de las aguas suministradas deben permanecer constantemente dentro de las normas de potabilidad, o dentro de unos límites económicos, la posibilidad de tratamientos potabilizadores.

El acuífero jurásico de la Sierra de Irta podría suministrar ampliamente el agua necesaria en cantidad y calidad. La profundidad del agua y la distancia a Oropesa supondría limitaciones económicas.

El acuífero cretácico puede también solucionar el problema. Se debe tomar en consideración las siguientes condicionantes.

a) La cota topográfica, que profundiza mucho el nivel piezométrico y deja colgada una porción más o menos grande de las calizas.

b) Aunque los registros de conductividad en los sondeos instalados en las proximidades de la plana no indican la presencia de una interfase agua dulce-agua salada, con las bajas cotas que tiene el agua, una explotación intensa podría deprimir la superficie piezométrica, situándola permanentemente por debajo del nivel del mar con el consiguiente peligro de contaminación.

El acuífero miocuaternario está bastante explotado, hasta el punto que en algunas zonas se ha producido una intrusión de agua marina. Por otra parte, las explotaciones agrícolas contribuyen, con el --abonado y el retorno de los excedentes de regadío, a deteriorar la calidad química de las aguas, de tal forma que son pocas las porciones del acuífero en donde las aguas bombeadas son potables. En estas zonas el rendimiento de las captaciones es, debido a las características del acuífero, muy bajo y la capa presenta las más fuertes oscilaciones.

## 6. ALTERNATIVAS PLANTEADAS

### 6.1. Generalidades

Existen dos tipos de soluciones para satisfacer la demanda

a) con recursos propios de la zona; b) con recursos importados.

1) recursos propios : una enumeración sería :

- a) Explotación del acuífero cretácico de la Sierra de les Santes.
- b) Explotación del acuífero jurásico.
- c) Regulación de los recursos de agua superficial.
- d) Tratamiento y/o desalinización.

2) Recursos importados :

- a) Canal del Ebro Margen Derecha 1ª Fase, tramo Alcalá-Mijares.
- b) Traspase desde la Fuente del Molino, de parte de los recursos excedentes de la Plana de Castellón.

Por consideraciones económicas y por salirse fuera del ámbito permanente local del problema, no se consideran las soluciones 2a y 2b, aunque se deja planteada su existencia como soluciones regionales a largo plazo.

La solución "d" requiere estudios especiales, no abordados, pero "a priori" se debe suponer costosa.

Para la solución "c", que podría satisfacer, al menos en parte, la demanda de agua, no existen los datos de base necesarios para abordar el estudio.

La alternativa se plantea entre las soluciones "a" y "b", a igualdad de caudal bombeado, con alturas de elevación del mismo orden de magnitud es más económica la solución "a" al ser menor la distancia entre la captación y el núcleo a abastecer. La solución "b" queda como las 2a y 2b como alternativas a largo plazo.

En realidad, la solución adoptada, y que ha resultado inviable para el ayuntamiento, consiste en una explotación mixta del acuífero cretácico y el miocuaternario (éste en menor cuantía). No sería de esperar alteraciones de la calidad de las aguas con esta explotación, controlándola adecuadamente. Por el contrario las explotaciones agrarias circundantes si pueden influir perjudicialmente en la calidad del agua bombeada, si ésta se utiliza para abastecimiento.

La única interferencia que la explotación podría dar lugar en los pozos próximos serán las derivadas de una depresión de la superficie piezométrica con la consiguiente merma de caudales. La cuantía de esta alteración no es conocida pero podría serlo con la realización de un adecuado ensayo de bombeo.

## 6.2. Características técnicas de la solución planteada

Se trata de sondeos que explotando las calizas cenomanenses sean capaces de dar 225-250 l/sg, según las alternativas "c" y "d" del capítulo de demandas, con lo que ésta estará cubierta hasta el año 1.985.

Dado que las características de un sondeo no quedan determinadas hasta que éste se ha concluido, éstas son modificables con la realización de aquellos.



- El caudal específico en sondeos que exploten estos materiales estará comprendido entre 10 y 20 l/s/m, aunque no se excluye la posibilidad de valores superiores.

- La profundidad del agua estará comprendida entre 20 y 30 metros, dependiendo ésta de la cota del terreno y la oscilación interanual y estacional de la superficie freática.

- A fin de no deprimir excesiva y permanentemente la capa, se considera un caudal máximo de 100 l/sg. por pozo, aunque este caudal podría ser aumentado.

Emplazamiento : A unos 500 metros del actual emplazamiento , en la falda del Cerro de la Pedrera, entre el cruce de la Carriera del Mené con el camino de los Romanos y el del camino de Serra Navines con la Rambleta, según el esquema que se adjunta (figuras 7 y 8 ).

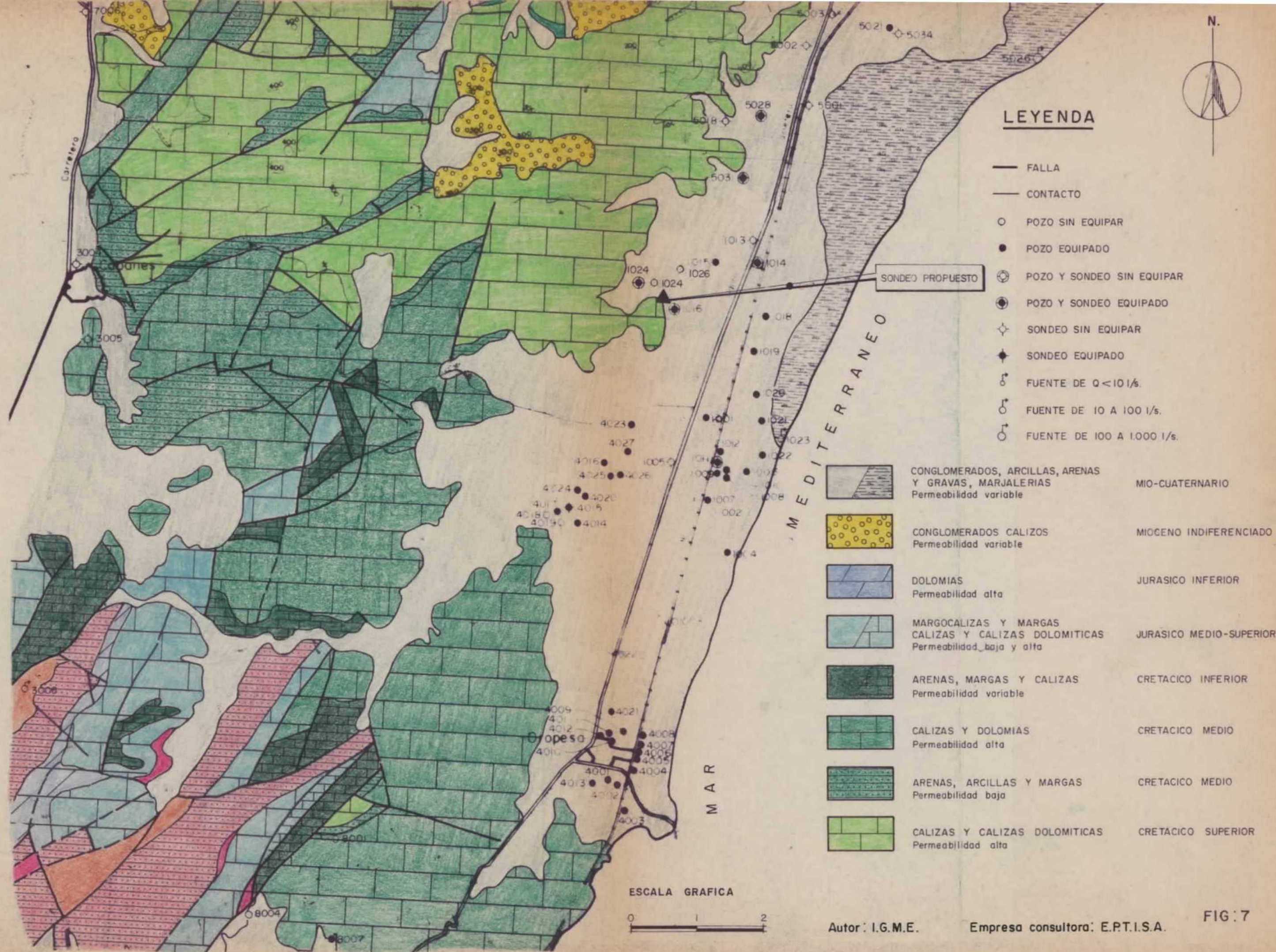
El primer sondeo a realizar será el más próximo al camino de los Romanos, de coordenadas :

Longitud : 3° 49' 55" E.

Latitud : 40° 09' 05" N.

Cota : 40 metros s.n.m. aproximadamente.

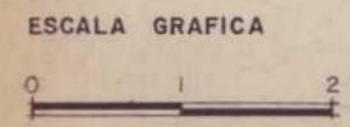
La perforación y entubación se refleja en la Figura 9 : 55 metros a percusión. La profundidad podría ser aumentada en el caso, poco probable, de encontrar caudales específicos inferiores a los 5 l/sg/m, esto debe ser decidido por el hidrogeólogo asesor.



**LEYENDA**

- FALLA
- CONTACTO
- POZO SIN EQUIPAR
- POZO EQUIPADO
- ⊙ POZO Y SONDEO SIN EQUIPAR
- ⊗ POZO Y SONDEO EQUIPADO
- ◇ SONDEO SIN EQUIPAR
- ◆ SONDEO EQUIPADO
- ♁ FUENTE DE Q < 10 l/s.
- ♁ FUENTE DE 10 A 100 l/s.
- ♁ FUENTE DE 100 A 1.000 l/s.

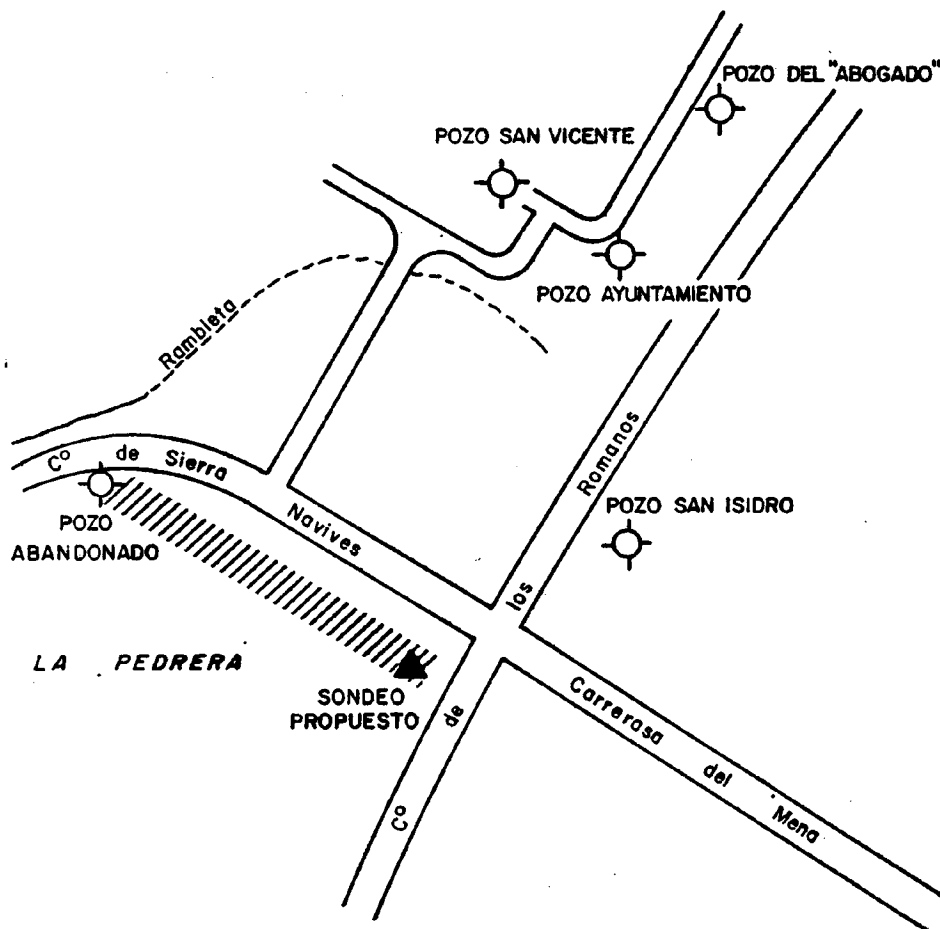
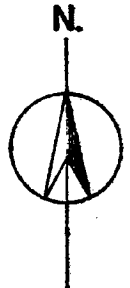
	CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS, MARJALERIAS Permeabilidad variable	MIO-CUATERNARIO
	CONGLOMERADOS CALIZOS Permeabilidad variable	MIOGENO INDIFERENCIADO
	DOLOMIAS Permeabilidad alta	JURASICO INFERIOR
	MARGOCALIZAS Y MARGAS CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS Permeabilidad_baja y alta	JURASICO MEDIO-SUPERIOR
	ARENAS, MARGAS Y CALIZAS Permeabilidad variable	CRETACICO INFERIOR
	CALIZAS Y DOLOMIAS Permeabilidad alta	CRETACICO MEDIO
	ARENAS, ARCILLAS Y MARGAS Permeabilidad baja	CRETACICO MEDIO
	CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS Permeabilidad alta	CRETACICO SUPERIOR



Autor: I.G.M.E. Empresa consultora: E.P.T.I.S.A.

FIG: 7

CROQUIS DE SITUACION  
DE LA SOLUCION PROPUESTA



 AREA DE REALIZACION DE SONDEOS



Los diámetros de perforación son los siguientes :

	Q - 100 l/sg	Q = 50 l/sg	Q = 25 l/sg.
0 - 5 m.	750 mm.	500 mm.	450 mm.
5 - 55 m.	650 mm.	400 mm.	350 mm.

Entubado con los siguiente diámetros :

	Q - 100 l/sg.	Q = 50 l/sg.	Q = 25 l/sg.
0 - 5 m.	700 mm.	450 mm.	400 mm.
5 - 50 m.	600 mm.	350 mm.	300 mm.
50 - 55 m.	Sin entubar		

Se aconseja una buena cementación de los 5 primeros metros como medida de protección sanitaria.

Se empleará tubería de puentecillo a partir del nivel estático.

- Columna litológica prevista :

Desde el comienzo hasta el final se prevé cortar calizas cenomanenses.

- Valvuleos :

Se recomienda la realización de dos pruebas de extracción de agua con válvula de una hora de duración cada una a los 30 y 50 metros -- de profundidad. Previamente se medirá el nivel del agua y posteriormente se volverá a medir el nivel dinámico y su evolución durante una hora con medidas cada 5 minutos el primer cuarto de hora y posteriormente cada -- diez minutos.

- Limpieza y desarrollo del sondeo :

Una vez entubado el sondeo, se procederá a la instalación de una bomba, bombeándose durante 8 horas. Durante este tiempo se observará el caudal y las depresiones del nivel, una vez detenido el bombeo, se controlará la recuperación del nivel durante 8 horas, como mínimo.

Posteriormente se realizará un desarrollo con ácido clorhídrico, para lo cual se introducirá a presión 15.000 Kg. de ClH al 15% en -- volumen, en tres dosis , a profundidades decrecientes (50, 40 y 30 metros) y limpiando con compresor a continuación. El tiempo de permanencia del -- ácido en cada dosis será de 45 minutos.

- Pruebas de bombeo :

a) De caudales escalonados : se harán 4 pruebas de una hora de duración con caudales crecientes que se fijarán en su momento (por ejemplo 30, 60, 90, 120 l/sg) con medición de nivel en los siguientes tiempos : 10 primeros minutos, cada minuto, del minuto 10 al 30, cada dos minutos, del minuto 30 al 60, cada cinco minutos. Parado el bombeo se medirán las recuperaciones con la mismas periodicidad.

b) De larga duración : tendrá una duración mínima de 24 horas y se hará al caudal óptimo deducido del anterior ensayo.

Conviene que los pozos de la zona no bombeen desde 24 horas antes de iniciar la prueba hasta una vez concluída ésta. Se tomarán medidas de nivel con la siguiente cadencia :

0 - 10'	Cada minuto
10 - 30'	Cada 2 minutos
30 - 60'	Cada 5 minutos
1 - 3 h.	Cada 15 minutos
3 - 6 h.	Cada 30 minutos
6 - 24 h.	Cada 60 minutos

Durante la prueba y con la misma cadencia se medirán los niveles en los pozos próximos (San Vicente, San Isidro, la Pedrera, del -- abogado y del Ayuntamiento de Oropesa).

Durante las 24 horas siguientes se medirán las recuperaciones con la misma periodicidad.

### 6.3. Precio del agua a boca de sondeo

Se han calculado dos precios según las alternativas "c" y "d" del capítulo de demandas, con el horizonte del año 1.985

La metodología del cálculo de precios y costes es la desarrollada en el Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar, que tiene en cuenta los distintos factores económicos de la región estudiada (mano de obra, costes de perforación, coste de la energía, etc.).

Las hojas de cálculo se encuentran en el Anejo 1.

En el primer caso, 1 sondeo de 50 l/sg. y 2 de 100 l/sg, si la obra se efectúa independientemente, primero el sondeo de 50 l/sg. y posteriormente los dos de 100 l/sg, la inversión es de 1.625.935 pesetas para el sondeo de 50 l/sg y de 3.976.712 pesetas para los dos de 100 l/sg, es decir 5.602.647 pesetas. El precio del agua es de 1,90 pts/m<sup>3</sup> para el de 50 l/sg. y 1,23 pts para los de 100 l/sg, es decir 3,13 pts/m<sup>3</sup>. Efectuando la obra conjuntamente se suprimen gastos comunes en el transformador, la línea, cuota de potencia y mano de obra por lo que la inversión

# EPTISA

total resulta ser de 5.165.839 pesetas y el precio del agua 1,90 pesetas/m<sup>3</sup>.

En el segundo caso; un sondeo de 25 l/sg y 2 de 100 l/sg, si la obra se efectúa en dos fases independientes, la inversión en el sondeo de 25 l/sg, es de 1.508.730 pesetas y de 3.976.712 pesetas para los dos de 100 l/sg. es decir una inversión total de 5.485.442 pesetas.

El precio del agua es de 2,14 pts/m<sup>3</sup> para el sondeo de 25 l/sg. y de 1,10 pts/m<sup>3</sup> en los de 100 l/sg. El precio total es de 3,24 pts/m<sup>3</sup>. Efectuando las obras conjuntamente, se suprimen como en el caso anterior gastos comunes siendo la inversión de 5.069.634 pesetas y el costo del agua 1,49 pts/m<sup>3</sup>.



## 7. BIBLIOGRAFIA

Se citan a continuación los informes elaborados en el Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar, que tienen relación con este tema.

Instituto Geológico y Minero de España (1.975). El Modelo Hidrogeológico del acuífero de la Plana de Oropesa-Torreblanca. BJ791-N121 (i).

Instituto Geológico y Minero de España (1.975). Metodología y datos de base para el cálculo del coste de los sondeos y sus correspondientes instalaciones para la extracción de agua subterránea. (BJ791-N115 N.T.)

Instituto Geológico y Minero de España (1.975). Síntesis Hidrogeológica del Maestrazgo. BJ791-N103 (I).

Instituto Geológico y Minero de España (1.974). Nota sobre los recursos y las demandas de agua en la zona de influencia del Plan del Ebro 1ª Fase. BJ791-N081 (N.T.).

Instituto Geológico y Minero de España (1.974). Informe Hidrogeológico de la Plana de Oropesa-Torreblanca..BJ791-N061 (I).

Instituto Geológico y Minero de España (1.976). Aproximación al estudio de la Contaminación de los acuíferos de la Cuenca Media y Baja del río Júcar. BJ0966-N002 (I).

Instituto Geológico y Minero de España (1.975). Memoria del Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar "Ordenación Integrada de los recursos Hidráulicos de la Región Valenciana.

Instituto Geológico y Minero de España (1.975). Informe Técnico nº 4. Hidrogeología del Maestrazgo.

EPTISA

ANEJO - 1

CALCULO DEL COSTO DEL AGUA

CARACTERISTICAS DEL SONDEO E INSTALACIONES

Caudal 50 l/seg.

Altura de elevación 30 m.

Perforación a Percusión

Tipo de terreno	Consolidado	Consolidado		
Profundidades (m.)	0 - 5	5 - 55		
Diámetros (mm.)				

Entubación

Profundidades (m.)	0 - 5	5 - 50	50 - 55	
Diámetros (mm.)	450	400	-	
Puentecillos (m.)	-	30	-	
Tubería (m.)	5	15	-	

Movimiento de tuberías : 50 m.

Desarrollo, Tratamiento y prueba

Pared de grava : Tm.

Pistoneo : Horas

Aire comprimido : Horas

Bombeo : 8 Horas

Tratamiento :  
 Flocculante  
 Acido clorhídrico

Bombeo de Ensayo : Horas

Instalaciones

Grupo Motobomba 35 C.V.

Transformador 50 KVA

Línea eléctrica 0,5 Km

Grupo generador KVA

Caseta  
 Si  
 No

# EPTISA

SISTEMA ACUIFERO

SONDEO TIPO Nº 1

## CALCULO DEL COSTO DE LA INVERSION

PARTIDA	Unidad de Obra.	Nº de unidades	Precio unitario	COSTE TOTAL
Perf. en 500 mm. terreno <input checked="" type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> n.c.	m.	5	5.460	27.300
Perf. en 400 mm. terreno <input checked="" type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> n.c.	m.	50	4.165	208.250
Perf. en mm. terreno <input type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> n.c.	m.			
Entubación en 450 mm.	m.	5	2.650	13.250
Entubación en 400 mm.	m.	15	2.335	35.025
Puentecillo en 400 mm.	m.	30	4.200	126.000
Movimiento de tubería	m.	50	250	12.500
Pared de grava	Tm.			
Desarrollo con pistón	Horas			
Desarrollo con aire comprimido	Horas			
Desarrollo por bombeo	Horas	8	1.500	12.000
Tratamiento con <input type="checkbox"/> Floculante <input checked="" type="checkbox"/> Acido	P.A.	1	200.000	200.000
Bombeo de ensayo	Horas	24+4	43.000+ 1.100x4	47.400
Caseta	P.A.	1		
Transformador de 50 KVA	P.A.	1	231.000	231.000
Línea eléctrica	Km	0,5		205.808
Grupo generador KVA	P.A.	1		
TOTAL INVERSION A AMORTIZAR EN 20 AÑOS				1.118.533
Grupo Motobomba			507.402	
TOTAL INVERSION A AMORTIZAR EN 10 AÑOS				507.402
TOTAL DE INVERSION				1.625.935

c. = consolidado  
c.n. = no consolidado

P.A. = Partida alzada.

CALCULO DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO ANUAL

Volumen anual de extraccion  $m^3$

PARTIDA	Unidad de Obra	Nº de unidades	Precio unitario pesetas	Coste total anual
Cuota de Potencia	Kw	40	235	9.400
Energía Consumida	Kwh	43.200	1,4	60.480
Mantenimiento			15% (1)+(2)	10.482
Mano de Obra	mes	14,5	25.000	362.500
<b>TOTAL</b>				<b>442.862</b>

CALCULO DEL COSTO UNITARIO DEL AGUA

i = 10% anual

Plazo de Amortización	Inversión	$a_n, i$ (2)	Anualidad (1) / (2)
10 años	507.402	6,15	82.504,39
20 años	1.118.533	8,55	130.822,57

Coste anual de la explotación

442.862

**COSTE TOTAL ANUAL**

**656.188,96**

$$\text{COSTE DEL } m^3 \text{ DE AGUA} = \frac{\text{COSTE TOTAL ANUAL}}{\text{VOLUMEN ANUAL EXTRACCION}} =$$

1,90 Pts/ $m^3$

## CALCULO DEL COSTO DE LA INVERSION

PARTIDA	Unidad de Obra	Nº de unidades	Precio unitario	COSTE TOTAL
Perf. en 450 mm. terreno <input checked="" type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> n.c.	m.	5	4.620	23.100
Perf. en 350 mm. terreno <input checked="" type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> n.c.	m.	50	3.815	190.750
Perf. en mm. terreno <input type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> n.c.	m.			
Entubación en 400 mm.	m.	5	2.335	11.675
Entubación en 350 mm.	m.	15	1.985	29.775
Puentecillo en 350 mm.	m.	30	3.600	108.000
Movimiento de tubería	m.	50		
Pared de grava	Tm.			
Desarrollo con pistón	Horas			
Desarrollo con aire comprimido	Horas			
Desarrollo por bombeo	Horas	8	1.500	12.000
Tratamiento con <input type="checkbox"/> Flocculante <input checked="" type="checkbox"/> Acido	P.A.	1	200.000	200.000
Bombeo de ensayo	Horas	24+4	43.000+ 1.100x4	47.400
Caseta	P.A.	1		
Transformador de 25 KVA	P.A.	1	210.000	210.000
Línea eléctrica	Km	0,5		205.808
Grupo generador KVA	P.A.	1		
TOTAL INVERSION A AMORTIZAR EN 20 AÑOS				1.038.508
Grupo Motobomba 16 HP			470.222	
TOTAL INVERSION A AMORTIZAR EN 10 AÑOS				470.222
TOTAL DE INVERSION				1.508.730

c. = consolidado

P.A. = Partida alzada.

c.n. = no consolidado

CALCULO DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO ANUAL

Volumen anual de extraccion  $m^3$

PARTIDA	Unidad de Obra	Nº de unidades	Precio unitario pesetas	Coste total anual
Cuota de Potencia	Kw	20	235	4.700
Energía Consumida	Kwh	29.700	1,4	41.580
Mantenimiento			15% (1)+(2)	6.942
Mano de Obra	mes	14,5	25.000	362.500
<b>TOTAL</b>				<b>415.722</b>

CALCULO DEL COSTO UNITARIO DEL AGUA

$i = 10\%$  anual

Plazo de Amortización	Inversión	$a_{n, i}$ (2)	Anualidad (1) / (2)
10 años	470.022	6,15	76.458,85
20 años	1.001.308	8,55	16.199,77
<b>Coste anual de inversión</b>			<b>415.722</b>
<b>COSTE TOTAL ANUAL</b>			<b>508.380,63</b>

COSTE UNITARIO DEL AGUA =  $\frac{\text{COSTE TOTAL ANUAL}}{\text{VOLUMEN ANUAL DE EXTRACCION}}$

**2,14 Pts/m<sup>3</sup>**



CARACTERISTICAS DEL SONDEO E INSTALACIONES

Caudal 2x100 l/seg.

Altura de elevación 100 m.

Perforación a Percusión

Tipo de terreno	Consolidado	Consolidado		
Profundidades (m.)	0 - 5	5 - 55		
Diámetros (mm.)	750	650		

Entubación

Profundidades (m.)	0 - 5	5 - 50	50 - 55	
Diámetros (mm.)	700	600	-	
Puentecillos (m.)		2 x 30		
Tubería (m.)	2 x 5	2 x 15		

Movimiento de tuberías : m.

Desarrollo, Tratamiento y prueba

Pared de grava : Tm.

Pistoneo : Horas

Aire comprimido : Horas

Bombeo : 8 Horas

Tratamiento :  Flocculante

Acido

Bombeo de Ensayo : 2x(4+24) Horas

Instalaciones

Grupo Motobomba 2x60 C.V.

Transformador 250 KVA

Línea eléctrica 0,5 Km

Grupo generador KVA

Caseta  Si

No

CALCULO DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO ANUAL

(Considerando la ejecución de la obra de abastecimiento en dos fases)

Volumen anual de extraccion  $m^3$

PARTIDA	Unidad de Obra	Nº de unidades	Precio unitario pesetas	Coste total anual
Cuota de Potencia	Kw	200	235	4.700
Energía Consumida	Kwh	113.400	1,4	158.760
Mantenimiento				30.864
Mano de Obra	mes	14,5	25.000	362.500
<b>TOTAL</b>				<b>599.124</b>

CALCULO DEL COSTO UNITARIO DEL AGUA

$i = 10\%$  anual

Plazo de Amortización	Inversión	$a_n, i$ (2)	Anualidad (1) / (2)
10 años	1.128.254	6,15	183.455,94
20 años	2.848.458	8,55	333.152,98

Coste anual de la explotación

599.124

**COSTE TOTAL ANUAL**

**1.115.732,92**

**COSTE DEL  $m^3$  DE AGUA =  $\frac{\text{COSTE TOTAL ANUAL}}{\text{VOLUMEN ANUAL EXTRACCION}}$  =**

**1,23 Pts/ $m^3$**

CALCULO DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO ANUAL

(Las obras de abastecimiento se ejecutan en una fase)

Volumen anual de extraccion  $m^3$ 

PARTIDA	Unidad de Obra	Nº de unidades	Precio unitario pesetas	Coste total anual
Cuota de Potencia	Kw	200	235	47.000
Energía Consumida(244 días)	Kwh	129.600	1,4	181.440
Mantenimiento				34.266
Mano de Obra	mes	14,5	25.000	362.500
<b>TOTAL</b>				<b>625.206</b>

CALCULO DEL COSTO UNITARIO DEL AGUA

i = 10% anual

Plazo de Amortización	Inversión	$a_{n, i}$ (2)	Anualidad (1) / (2)
10 años	1.128.252	6,15	183.455,94
20 años	2.848.458	8,55	333.152,98
Coste anual de la explotación			626.206
<b>COSTE TOTAL ANUAL</b>			<b>1.141.814,92</b>

$$\text{COSTE DEL } m^3 \text{ DE AGUA} = \frac{\text{COSTE TOTAL ANUAL}}{\text{VOLUMEN ANUAL EXTRACCION}}$$

1,10 Pts/ $m^3$

EPTISA

PLANOS