

## INDICE

|   | Pag. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCION   | 1    |
| 2. GEOLOGIA   | 4    |
| 2.1. SINTESIS LITOESTRATIGRAFICA  | 4    |
| 2.1.1. Jurásico   | 4    |
| 2.1.2. Tránsito Jurásico-Cretácico                                      | 5    |
| 2.1.3. Cretácico  | 6    |
| 2.1.4. Terciario  | 7    |
| 2.2. TECTONICA  | 8    |
| 3. HIDROGEOLOGIA  | 13   |
| 3.1. ENCUADRE HIDROGEOLOGICO REGIONAL                                   | 13   |
| 3.2. MECANISMO DE ORIGEN DE LAS SURGENCIAS                              | 14   |
| 3.3. MATERIALES ACUIFEROS   | 15   |
| 3.4. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO  | 18   |
| 4. POSIBILIDADES DE REGULACION  | 22   |
| <br>  |      |
| ANEXO-1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS POSIBLES<br>OBRAS DE CAPTACION |      |

## 1. INTRODUCCION

La sierra de Irta comprende un área de 112 Km<sup>2</sup> adyacente a la costa, que limita al Este por el mar Mediterráneo; al Oeste por el Valle de Alcalá de Chivert-Santa Magdalena de Pulpis; al Norte por la Plana de Vinaroz-Peñíscola y al Sur por la Plana de Oropesa-Torreblanca.

Se trata de unos relieves mesozóicos de abrupta topografía que apenas a 4 Km. de la línea de costa alcanza una altura de 573 m.s.n.m. y que corresponden a uno de los bordes costeros del sistema acuífero nº 55, descrito en el Mapa Hidrogeológico Nacional.

La importancia hidrogeológica de esta alineación montañosa paralela al mar estriba en el hecho de que a través de la misma descarga al mar del orden de 175 hm<sup>3</sup>/año, que representan más del 30% de los recursos de la Unidad Jurásica del Sistema Acuífero del Maestrazgo, y el 50% del drenaje total al mar en toda la provincia de Castellón.

Esta cifra adquiere especial relevancia por la proximidad de las planas de Vinaroz-Peñíscola y Oropesa-Torreblanca, de gran tradición agrícola, en donde el progresivo incremento de la demanda de agua ha motivado una desordenada proliferación de captaciones que han originado la aparición de fenómenos de intrusión salina que, incipientemente en unos casos y generalizada en otros, constituye un grave peligro que de no controlarse condicionará el futuro desarrollo agrícola de las planas litorales.

La regulación mediante sondeo, de los recursos vertidos al mar a través de la Sierra de Irta posibilitaría no solo la paulatina sustitución de captaciones en las áreas sobreexplotadas y conflictivas con el fin de detener el avance de la intrusión salina, sino la puesta en regadío de zonas como el Valle de Alcalá de Chivert (30 Km<sup>2</sup>) en donde sus grandes posibilidades agrícolas no han podido ser desarrolladas debido a la falta de disponibilidad de los recursos hídricos existentes.

El objeto del estudio realizado es la investigación de los posibles mecanismos de flujo mediante los cuales las aguas -- drenan al mar, con el fin de proceder a su captación mediante sondeos, evitando en todo caso la concentración de los mismos en -- áreas localizadas y su proximidad al mar, como medio de prevención de una posible intrusión salina a la que es especialmente vulnerable los acuíferos cársticos de elevada transmisividad y bajo coeficiente de almacenamiento como el que nos ocupa.

El hecho de que la Sierra de Irta no sea más que el -- vehículo transmisor de unos recursos engendrados en su mayor parte fuera de sus límites ha hecho aconsejable extender el área estudiada a otras unidades tectónicas colindantes, con especial énfasis -- en la sierra de Valdancha, que al otro lado de la fosa de Alcalá, -- constituye su prolongación natural hacia el interior, dentro de la cual es posible el intento de captación en condiciones topográficas igualmente asequibles.

El presente estudio toma como base los conocimientos hidrogeológicos adquiridos por el IGME mediante los Proyectos de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Bajo y Medio Júcar, y de Gestión y Conservación de los Recursos Hídricos de dicha cuenca. Estos conocimientos se han completado con la recopilación y estudio de la información bibliográfica existente, revisión cartográfica del área estudiada y actualización del inventario de puntos de agua existentes, con toma de datos sobre, situación, profundidad, columna litológica atravesada, nivel piezométrico, caudales y calidad del agua.

Este informe tiene carácter preliminar, por lo que los conceptos aquí vertidos están sometidos a revisión, a medida que los trabajos recomendados aporten luz sobre las numerosas incógnitas planteadas.

## 2. GEOLOGIA

El área estudiada se sitúa en el borde sur-oriental de la Cordillera Ibérica, caracterizada por constituir una serie de alineaciones montañosas alternantes con amplios valles originados por un mecanismo tectónico de "Horst" y "Grabben", paralelo a la costa, que se prolonga hacia el Norte enlazando con las cadenas costeras catalánides.

Los materiales aflorantes abarcan desde el Lías hasta el Albiense-Cenomaniense en lo que respecta al Mesozoico, estando el Terciario y Cuaternario restringido al relleno post-orogénico de las fosas antes mencionadas.

La zona se encuentra en su totalidad dentro de un dominio estructural bien definido -zona oriental fallada- que representa la prolongación hacia el mar de una zona subtabular afectada por una tectónica suave, con pliegues de gran radio de dirección Ibérica, afectada por sistemas de fallas subverticales de dirección catalánide que ha individualizado las depresiones intramontañosas mencionadas.

### 2.1. SINTESIS LITOESTRATIGRAFICA

#### 2.1.1. Jurásico

Al Este de Santa Magdalena de Pulpis se ha encontrado la siguiente serie :

- J<sub>1-3</sub> - Dolomías masivas oscuras (doloeparitas) con algunas intercalaciones calizas. El espesor máximo visible, ya que no se observa el muro, es de 200 m. Su edad - Lías-Dogger.
- J<sub>4</sub> - Micritas y pelmicritas gris oscuras, bien estratificadas, prácticamente azóicas, con esporádicas intercalaciones dolomíticas y frecuentes epigenizaciones de color rojizo. Al Este de Santa Magdalena la serie presenta una potencia de 360-400 m. y están coronadas por un paquete de doloeparitas de 40 m. de espesor. Se le atribuye una edad Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior.
- J<sub>5</sub> - Calizas, margocalizas y margas de color beige en superficie y grisáceo en corte, estratificadas en lechos de 20 cm. de espesor. Presentan intercalaciones de micrita gris-beige, de fractura concoidea, en bancos de 20-40 m. de espesor. La potencia varía entre 50 m. al sur de sierra de Irta y 100 m. al norte.

#### 2.1.2. Tránsito Jurásico-Cretácico

Está representado por una potente serie, dolomítica hacia el muro y caliza hacia el techo, en la que se distinguen los siguientes términos :

- J<sub>6</sub> - 110 m. de dolomías masivas, con algunas intercalaciones calizas, encima de las cuales se encuentran calizas beige o grises, micríticas en unos casos, bioclásticas y gravelosas en otros.

La potencia total es muy variable de unos puntos a otros, mientras en la zona norte de la sierra de Irtta el espesor es de 210 m, bajo el castillo de Alcalá de Chivert, la potencia observable es de 230 m; - en la ermita de San Benito, 280 m. y en la sierra de Valdancha de 130 metros.

- J<sub>6</sub>-G<sub>1</sub> - Calizas gravelosas, bioclásticas y biomicritas con niveles margosos hacia el techo. Su espesor es de -- 260 m. En la sierra de Valdancha, al norte de la rambla de Más de Alcalá, el espesor medido es de 300 m. y la formación se caracteriza por la presencia de un tramo intermedio de margas y margocalizas, de 100 -- metros de espesor, mientras que al oeste de Alcalá -- de Chivert es de 150 m.

La edad del conjunto es Portlandiense-Valanginiense.

### 2.1.3. Cretácico

- G<sub>1-2</sub> - Calizas areniscosas y oolíticas de 40 m. de espesor, escasamente representada en la Sierra de Irtta. Su -- edad es Hauteriviense-Barremiense.

En la sierra de Valdancha los materiales de esta -- edad están representados por más de 400 m. de margocalizas y margas con frecuentes niveles calizos intercalados, mientras que al oeste de Alcalá de Chivert se trata de calizas bien estratificadas con intercalaciones de margas y margocalizas de 150 m. de espesor.

- C<sub>1</sub> - 30 m. de calizas areniscosas, seguida por 15 m. de margocalizas y margas con plicátulas (Bedouliense).
- C<sub>2</sub> - 130 m. de calizas masivas paraarrecifales con Toucasias (Gargasiense inferior).
- C<sub>3</sub> - 50 m. de calizas nodulosas, margocalizas y margas -- arenosas atribuibles al Gargasiense superior.
- C<sub>4</sub> - 50 m. de areníscas micáceas muy ferruginosas que intercalan arcillas y margas caoliníticas del Albiense inferior-medio.
- C<sub>5</sub> - Alternancia de calizas beige y rosadas bien estratificadas, areniscosas en la base, sobre la que descansan calizas gravelosas y bioclásticas, calizas margosas y margas ricas en exóginas. A continuación se encuentran calizas micríticas y bioclásticas con -- prealveolinas.

El espesor visible es de 270 m. y su edad Albiense superior-Vraconiense-Cenomaniense.

#### 2.1.4. Terciario

Se presenta en facies continentales y discordante sobre el Mesozoico. Está representado por los siguientes materiales :

- Conglomerados, calizas con cemento arenoso de origen fluviotorrencial. El espesor es de 140 m. y su edad Oligoceno superior-Mioceno.



- Alternancia de margas, arcillas y calizas lacustres - con eventuales episodios yesíferos, carbonosos y conglomeráticos. Su edades Mioceno superior, probablemente Pontense.
  
- A continuación existe un conjunto plio-cuaternario -- constituido por conglomerados, lentejones de arena, limos y arcillas de potencia muy variable.

## 2.2. TECTONICA

Como se ha indicado, el área estudiada se sitúa en la zona suroriental fallada del sistema Edetano de la Cordillera Ibérica.

Su estructura fundamental consiste en un amplio anticlinal de orientación típicamente ibérica (NO-SE), con eje hundiéndose en el Mediterráneo, al que se ha superpuesto una tectónica de bloques en "Horst" y "Grabben", de directriz catalánide que ha individualizado grandes compartimentos paralelos al litoral.

Mientras que los compartimentos hundidos fueron colmatados por materiales terciarios y cuaternarios que dieron lugar a depresiones tales como las de San Mateo-Cabanes y Santa Magdalena Alcalá de Chivert, los bloques elevados han configurado las alineaciones montañosas de Sierra de Irta y Valdanca oriental, en la que se dibujan rasgos ibéricos con frecuencia enmascarados por la superposición tectónica existente.

Se pueden distinguir las siguientes unidades estructurales :

- Sierra de Valdancha

Esta sierra se extiende entre el valle del río Cuevas, ó San Miguel, al Sur y el del río Servol al norte, y separa la fosa de San Mateo-Cabanes de la de Alcalá de Chivert.

En ella se dibuja un amplio anticlinal de orientación Ibérica que representa la continuación oriental del de La Solana y La Mola. El flanco nororiental de este pliegue presenta un buzamiento inferior a 20° y se encuentra relativamente poco tectonizado. No sucede así en el flanco sur, con profusión de fallas en salto de dirección (N120°E) ó transversas (N30°E) de directriz catalana, que enmascaran de tal manera la estructura que esta queda a modo de bloques monoclinales, generalmente buzantes hacia el --NW, de difícil ascripción a una estructura determinada.

Al oeste de Alcalá de Chivert, en los montes de Murs, -- se observa un desdoblamiento morfológico en dos ramales separados por los materiales neógenos de la rambla de Vall del Angel que ocultan las fracturas catalánides, divergentes hacia el sur, responsables del hecho.

La prolongación del ramal occidental da lugar a los -- afloramientos cretácicos situados entre Villanueva de Alcolea y Cuevas de Vinromá, mientras que el ramal oriental se prolonga -- en dirección SW, emergiendo esporádicamente de entre los materiales terciarios que lo fosilizan.

- Sierra de Irta -

Representa el cierre periclinal del anticlinal de la Sierra de Valdancha, cuyo eje se hunde progresivamente hacia el mar. Su estructura de detalle está complicada por una densa red de -- fracturas catalánides, algunas de ellas de gran salto, como la -- de la vertiente oriental de la Rambla de Ameler, que con 650-700 metros de salto ponen en contacto las dolomías portlandienses -- con las calizas gargasienses.

La distribución de rasgos tectónicos es en todo análoga a la que se observa en la Sierra de Valdancha: Así, hacia el norte, los afloramientos del tránsito Jurásico-Cretácico, que constituyen el flanco septentrional del pliegue, se hunden suavemente bajo los materiales detríticos de la Plana de Vinaroz-Peñís--cola. El flanco meridional presenta en cambio gran complejidad -- debido a la acción conjunta de fallas direccionales y otras cata--lánides.

Al igual que en la sierra de Valdancha, el macizo montañoso se descompone en dos ramales, separados por el Cuaternario de la Rambla de Ameler que se componen de numerosos bloques con buzamiento generalizado hacia el SE. Su origen es debido a la -- acción de un juego de fallas, entre las que destaca la arriba -- mencionada.

El ramal oriental desaparece rápidamente bajo la Plana -- de Oropesa-Torreblanca, en las inmediaciones de Alcocebre, mientras que el otro se prolonga hacia el SW en dirección a Torre -- blanca, confundándose con el ramal E de Vall de Angel al desapa

recer la fosa de Alcalá, situada entre ambos, por amortiguamiento de las fallas que la originaron.

#### Fosa de Alcalá de Chivert

Se trata de una depresión que se alarga durante 20 Km. en dirección paralela al litoral (NE-SW) separando las sierras de Irta y Valdancha.

La depresión muy estrecha en su extremo septentrional, en donde no parece existir más que aluviones recientes, se ensancha progresivamente hacia el SW en dirección a Alcalá de Chivert, apareciendo simultáneamente materiales miocenos y pliocuaternarios.

Las relaciones estructurales entre el relleno neógeno y los materiales mesozoicos son difíciles de precisar debido a la abundancia de sedimentos recientes que dificultan la observación. Sólo al W de Alcalá de Chivert se puede precisar localmente la posición de la falla de borde, así como encontrar evidencias de que la sedimentación miocena ha sido singenética de la fracturación.

El mecanismo tectónico que ha originado la fosa parece en todo similar a los descritos en los sectores meridionales de las Sierras de Valdancha e Irta. A grandes rasgos consiste en -- una gran falla (550 m. de salto) acompañada por accidentes menores conjugados que se extiende a lo largo de la mitad septentrional del "pasillo de Alcalá". Al suroeste de Santa Magdalena esta fractura se desdobra en dos divergentes hacia el sur, constituyendo las fallas de borde que enmarcan la fosa propiamente --

dicha, las cuales continúan hasta desaparecer en las inmediaciones del río San Miguel.

El mencionado río, constituye, pues, el límite meridional de las estructuras descritas y separa zonas de características morfológicas y estructurales diferenciadas, quedando al -- suroeste del mismo un área cuya estructura consiste fundamentalmente en bloques monoclinales que emergen del recubrimiento neógeno con buzamiento generalizado al noroeste, estrechamente relacionado con fenómenos de basculamiento y arrastre de directriz catalánide.

### 3. HIDROGEOLOGIA

#### 3.1. Encuadre hidrogeológico regional

El área estudiada se sitúa en el denominado Sistema nº 55 y concretamente en la Subunidad hidrogeológica del Maestrazgo, de 4.600 Km<sup>2</sup> de superficie.

El límite septentrional viene definido por los materiales detríticos terciarios de la cuenca del Ebro. El límite occidental lo constituye la alineación de afloramientos triásicos -- que se extiende desde Alcora hasta el SO de Aliaga, que posiblemente desconecta esta subunidad de la del Javalambre. Entre Villahermosa del Río y Alcalá de la Selva, este límite es hipotético pues no afloran los materiales impermeables del Keuper.

El límite meridional está constituido por los materiales paleozoicos y triásicos que se extienden desde las inmediaciones de Benicasim hasta el sur de Villafamés. El límite oriental no es impermeable, sino de transferencia y viene definido por el contacto con los materiales mio-cuaternarios que constituyen las planas litorales de Oropesa-Torreblanca y Vinaroz-Peñíscola.

La alimentación de la subunidad procede de la infiltración del agua de lluvia (550 hm<sup>3</sup>/año) y de los posibles aportes laterales de la subunidad del Javalambre.

El drenaje se produce fundamentalmente por alimentación lateral a las planas de Oropesa-Torreblanca (20 hm<sup>3</sup>/año), - Vinaroz-Peñíscola (90 hm<sup>3</sup>/año) y la Cenia-Tortosa (120 hm<sup>3</sup>/año);

aporte a los ríos Guadalope ( $10 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), Bordón ( $5 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), -- Bergantes ( $19 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), Matarraña ( $15 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), Pena ( $7 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), Tastavins ( $19 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), Algás ( $19 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) y Cenia ( $12 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), - y fundamentalmente, por descarga directa al mar a través de las - sierras de Irta ( $170 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) y Montsiá ( $45 \text{ hm}^3/\text{año}$ ).

### 3.2. MECANISMO DE ORIGEN DE LAS SURGENCIAS

Los principales manantiales que drenan la sierra de Irta son los de "Prat de Peñíscola" (3122-7042), "Fuentes de Alcocebre" (3123-2001) y "Badún" (3123-3003). Salvo en el caso del citado en primer lugar, cuyo caudal ( $0,7-1,4 \text{ m}^3/\text{sg}$ ), es controlado periódicamente, los restantes carecen del aforo correspondiente al no darse las condiciones adecuadas para ello. Su caudal está deducido del balance hiperanual del sistema y consecuentemente las cifras que se le atribuyen  $1-2 \text{ m}^3/\text{sg}$ . y  $2-4 \text{ m}^3/\text{sg}$ . - respectivamente, están sujetas a revisión a medida que se profundiza en el conocimiento de los términos del mismo.

Las condiciones de observación distan mucho de ser -- aceptables en todos los casos. No obstante se puede afirmar que en los tres casos las surgencias están relacionadas con las fallas que delimitan hacia el mar el "Horst" de la sierra de Irta.

En el caso de "Las fuentes de Alcocebre", la surgencia se sitúa en medio de la playa de Alcocebre, en las proximidades de afloramientos margosos del Albense. El factor determinativo de esta surgencia parece ser la existencia de una falla de orientación catalánide, detectada mediante prospección geofísica, cuya prolongación occidental constituye el contacto entre los materiales mesozoicos y los detríticos de la plana de Oropesa-Torreblanca.

El manantial del "Prat de Peñíscola" nace en la plana - de Vinaroz-Peñíscola, dando lugar a la marjalería ubicada 1 Km al NNW de esta última ciudad. El factor determinativo de la surgencia es la existencia de una falla de 200 m. de salto, igualmente detectada mediante prospección geofísica, que enfrentan calizas y dolomías del Portlandiense que se hunden bajo los materiales de la plana con otros de permeabilidad muy inferior (20-30 ohm.m).

Por último, el manantial de Badún, próximo a afloramientos constituidos por materiales calizos y dolomíticos del Kimmeridgiense inferior y medio, y margosos del Kimmeridgiense superior, es una surgencia submarina que pasa por ser la más importante de cuantas existen en la zona. Su ubicación al pie de un abrupto acantilado parece relacionado con la falla que limita hacia el Este el horst de la sierra de Irta, si bien, dada su posición, no es necesario arguir ningún accidente tectónico que justifique su presencia.

### 3.3. MATERIALES ACUIFEROS

A la vista de la secuencia litológica expuesta y de los datos suministrados por los sondeos existentes, los materiales -- con interés acuífero son los siguientes :

- Dolomías, carniolas y brechas dolomíticas que intercalan calizas y dolomías microcristalinas de aspecto tableado del Lías-Dogger. Esta formación únicamente aflora en la mitad septentrional de la Sierra de Irta, en donde la potencia visible alcanza localmente 200 metros.



Las características hidráulicas de estos materiales no es bien conocida habida cuenta de la escasez de puntos acuíferos ligados a los mismos, no solo en el área comprendida en el presente estudio sino en toda la subunidad del Maestrazgo. Dos de ellos son los sondeos n.ºs. 3122-6001 y 3122-7054, en las proximidades de Santa Magdalena de Pulpis, con profundidades de 300 y 275 m, y rendimientos de 20 y 10 l/sg. respectivamente, que indican una transmisividad de 250-500 m<sup>2</sup>/día, bastante inferiores a la que cabría esperar de sus características litológicas. No obstante, no pueden considerarse estos puntos totalmente representativos puesto que dichos sondeos han atravesado únicamente el tramo inferior de la formación, el cual ha presentado un carácter notablemente más margoso que el tramo aflorante, especialmente en el caso del segundo sondeo mencionado.

El sustrato impermeable, constituido por margas abigarradas del Keuper, se cortó en el sondeo n.º 3122-7054 a 264 m. de profundidad, a una cota aproximada de 154 m.b.n.m.

Dado que ambos sondeos se sitúan en un bloque subaflorante de la depresión de Alcalá, hundido mediante falla normal de salto desconocido, no es posible conocer con precisión el espesor del conjunto de materiales del Lías-Dogger, si bien se estima que éste es del orden de 350 m.

- Calizas y dolomías del Portlandiense-Cretácico basal.

Se trata de la formación de más interés hidrogeológico de cuantos afloran en la zona estudiada.

Los numerosos puntos de agua ligados a ella ponen de manifiesto excelentes características hidráulicas, proporcionando caudales superiores a 100 l/sg. con depresiones mínimas, que indican transmisividades de hasta 5000 m<sup>2</sup>/día. Se trata, pues, de una formación permeable por porosidad secundaria, con elevado grado de carstificación, a través de la cual descarga buena parte de los recursos drenados al mar en la Sierra de Irta. El subtrato impermeable está constituido en este caso por los materiales margosos del Kimmeridgiense superior.

- Calizas masivas pararrecifales del Gargasiense inferior. Afloran en el extremo meridional de la sierra de Irta y Valdancha, y con su prolongación al suroeste del río Cuevas ó San Miguel. Sus características hidráulicas son muy desiguales, siendo numerosos los sondeos perforados en estos materiales que han resultado nulos o con caudales inferiores a 3 l/sg. (3123-2010, 3123-5011, 3123-5027) que contrastan con el sondeo 3121-6001 o el manantial nº 3123-2001, que con 40 l/sg. y 100 l/sg. son los puntos acuíferos más representativos de este nivel acuífero.

Estos materiales se encuentran aislados de niveles transmisivos subyacentes por los materiales del Hauteriviense-Bedouliense, en los que debido a la presencia de numerosas secuencias margosas, cabe asignarle un comportamiento impermeable a nivel regional.

Hay que hacer mención aparte de los materiales del Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior, que si bien a escala regional presentan un carácter netamente impermeable puesto de manifiesto por numerosos sondeos, el sector noroccidental de la Sierra de Irta aparece con numerosas intercalaciones doloesparíticas de 15-25 m. de espesor de elevada permeabilidad. Esta circunstancia unida a la intensa fracturación hace posible en numerosas ocasiones la conexión hidráulica de los materiales portlandienses y liásicos y justifica su relación con el manantial de Badún, principal punto de drenaje de la sierra de Irta.

#### 3.4. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

El mecanismo de flujo en las sierras de Irta y Valdan--cha responde a un modelo de circulación cárstica extremadamente-compleja y difícil de precisar.

En gran parte del área estudiada la superposición tectónica impide establecer con rigor el posible control estructural-del flujo, especialmente en lo concerniente al sector meridional de las sierras de Valdan--cha e Irta. No obstante se puede intuir-el papel jugado por el anticlinal de directriz ibérica de sierra-Valdan--cha, ya que la totalidad de los recursos drenados al mar -lo hacen a través de una franja de terreno comprendido entre los ríos Cuevas ó San Miguel y sur de la Rambla Cervera, coincidente con dicha estructura.

En el flanco septentrional de la misma, al norte de la-alineación definida por Salsadella y Santa Magdalena, los materia-les calizos y dolomíticos del Portlandiense-Neocomiense presentan

una estructura adecuada como para constituir una vía preferencial - de flujo a través de la cual se produzca la alimentación del sector más meridional de la plana de Vinaroz-Peñíscola y septentrional de la sierra de Irta. En efecto, estos materiales se disponen a modo - de monoclinas de dirección NW-SE, pasando hacia el norte a estar -- confinados en profundidad creciente por las formaciones margosas -- del Hauteriviense-Barremiense, mientras que al sur pasan a situarse por encima de la zona saturada, -razón por la que algunos intentos- de captación en esta zona (3122-1003 y 3122-5002) resultaron negati- vos- y sirven de vehículo transmisor a través del cual se alimen-- tan los materiales dolomíticos liásicos de sierra de Irta y, los ma- teriales portlandienses que constituyen el acuífero inferior de la- plana de Vinaroz-Peñíscola.

La importancia de la transferencia de agua a través de es- ta zona es manifiesta, si tenemos en cuenta que los materiales port- landienses, además de ser captados por numerosos sondeos de elevado rendimiento (3122-2001, 3122-2002, 3122-2003, 3122-2004) alimentan- el manantial del Prat de Peñíscola, mientras que en la sierra de -- Irta los aportes recibidos son drenados por el manantial de - Badún después de una circulación en dirección NW-SE forzada -- por la probable presencia de materiales impermeables del Keuper- a modo de umbral por encima del nivel piezométrico en la zona - de la cima "Campanillas", y por materiales margosos del --

Kimmeridgiense superior que mediante la acción de falla de la cima "Botas" impide el flujo hacia el NE y consiguientemente la -- alimentación masiva de los materiales portlandienses del extremo-septentrional de la sierra.

Inmediatamente al sur de la alineación definida por Sal-sadella y Santa Magdalena de Pulpis, los niveles transmisivos sa-turados quedan restringidos a los materiales dolomíticos del Lías-Dogger, y eventuales intercalaciones dolomíticas en los materia-- les del Kimmeridgiense inferior y medio, que ocupan en núcleo del anticlinal. La importancia de esta estructura como posible vía de flujo no está bien determinada, habida cuenta del escaso grado de conocimientos de las características hidráulicas de los materia-- les que la integran y de la inexistencia de sondeos significati-- vos que lo captan en esa zona. En cualquier caso, esta parece ser muy inferior a la anteriormente citada, pasando a engrosar sus -- aportes el caudal drenado por el manantial de Badún.

El flanco meridional del anticlinal se encuentra afecta-- do por una tectónica de bloques que, aquí si, origina auténticos -- "grabben" como los del Vall del Angel, Rambla de Ameler y sur de -- la depresión de Alcalá. En este caso particular esta disposición-- no introduce barrera hidráulica alguna, si bien obliga a notables sifonamientos con objeto de salvar estos obstáculos, sin que esto conlleve un salto apreciable en la piezometría.

El hecho de que los sondeos nºs. 3022-8002 y 3123-2008 a 17 y 7 Km. de costa respectivamente, presentan el nivel piezomé-- trico a 20 y 5 m.s.n.m. es buena prueba de ello, poniendo de mani-- fiesto al mismo tiempo gradientes hidráulicos del orden de 0,001, propios de áreas muy transmisivas.

Por último, en la prolongación meridional de las sierras de Irta y Valdancha, al SW del río Cuevas de San Miguel los materiales aflorantes pertenecen a los términos superiores de la serie estratigráfica mesozóica, concretamente al Aptense-Cenomanense, que se dispone a modo de monoclinales buzantes hacia el NW, - en dirección perpendicular al flujo. Esta disposición puede afectar notablemente la circulación a través de las calizas masivas - del Gargasiense, primer nivel transmisivo que en esta zona se encuentra saturado, al encontrarse confinado hacia el techo por materiales impermeables del Albense y, hacia el muro por el Hauteriviense-Barremiense, por lo que la circulación se efectuará preferencialmente a través de los niveles transmisivos más profundos, - como los del Portlandiense-Neocomiense o Lías-Dogger.

Esta parece ser la causa de la escasa alimentación que - recibe la plana de Oropesa-Torreblanca ( $20 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) en comparación a otras planas litorales, al encontrarse unicamente en contacto con las calizas gargasienses, mientras que el grueso de la circulación se efectúa presumiblemente a través de los niveles -- transmisivos infrayacentes que vierten sus aguas directamente al mar.

#### 4. POSIBILIDADES DE REGULACION

Habida cuenta de las dificultades técnicas existentes - para el aprovechamiento directo de las aguas drenadas por los manantiales del Prat de Peñíscola, Badún y Alcocebre, la única alternativa posible para minimizar el vertido al mar, reside en el intento de captación mediante sondeos en aquellas áreas en donde exista posibilidad de atravesar las formaciones consideradas como transmisivas bajo el nivel piezométrico regional.

El hecho de que se trate de un acuífero cárstico especialmente vulnerable a la intrusión salina ha aconsejado evitar la captación en zonas próximas al mar y la concentración de las mismas en áreas localizadas. En consecuencia se ha desestimado la captación en el borde septentrional de la Sierra de Irta, en donde en la actualidad se concentran buen número de las explotaciones existentes, así como en la alineación montañosa que se extiende entre la rambla de Ameler y el mar a causa de su cercanía al mar y la próxima puesta en explotación de sendos sondeos (2123-2013 y 2123-2014), con un caudal conjunto superior a 100 l/sg., cuya incidencia en la calidad química del agua es de temer que sea negativa.

En vista de ello se propone la ejecución de una serie de sondeos, la mayoría de ellos en los bordes de la depresión de Alcalá-Santa Magdalena, con los siguientes objetivos :

- Captación de los materiales dolomíticos del Lías-Dogger. Para ello se ha marcado los sondeos nºs 2, 3, 4, 5 y 6 (Anexo-1), en el borde nororiental de la depresión de Alcalá, en

la zona por la que presumiblemente se produce gran parte de la transferencia de agua que posteriormente es drenada por el manantial de Badún.

Se trata en general de sondeos profundos, de más de 300 metros de profundidad, en donde la altura de elevación oscilaría entre 170 y 200 m.

Otros objetivos adicionales de estos sondeos sería investigar el espesor de la formación y la permeabilidad de los tramos inferiores. Si las expectativas se confirmasen cabe la posibilidad de aumentar el número de captaciones sin que ello diese lugar a problemas de sobreexplotación localizada.

Existen también posibilidades de captar estos materiales así como los del Kimmeridgiense inferior y medio suprayacentes en el flanco suroriental de la Sierra de Valdancha, al oeste de Santa Magdalena, lo que requeriría sondeos de más de 400 m. de profundidad. Únicamente si se confirmase la supuesta transmisividad de los materiales del Kimmeridgiense a este sector se podría proceder a la captación de los mismos con obras mucho más asequibles. La finalización del sondeo 3122-6003, actualmente en ejecución, dará luz al respecto.

- Captación de los materiales calizos y dolomíticos del Portlandiense.

Para ello se ha marcado los sondeos nºs 7, 8 y 9 en el flanco norte del anticlinal de la sierra de Valdancha y los sondeos 1 y 10 en el sur.



Las excelentes características hidráulicas puestas de manifiesto por estos materiales, le hacen prioritarios en el orden de preferencia de los sondeos propuestos.

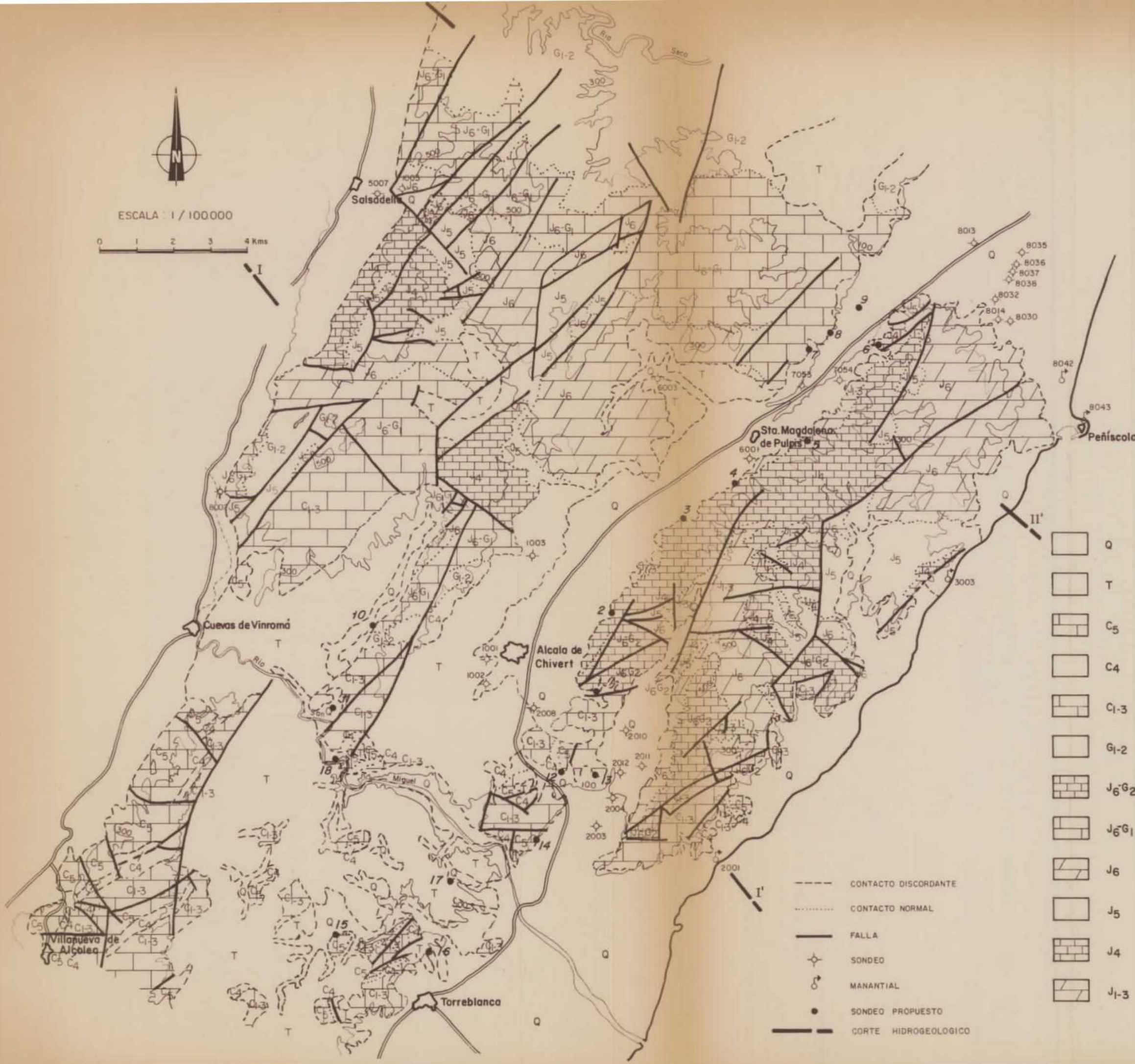
- Captación de las calizas masivas del Gargasiense.

Los sondeos propuestos son los n<sup>os</sup>. 11, 12, 13, 14, 15-16, 17 y 18, todos ellos en los extremos meridionales de la sierra de Irta y Valdancha y en sus prolongaciones al sur del río - Cuevas ó San Miguel.

Las incertidumbres que plantea la captación de estos -- materiales son numerosas al no conocerse con exactitud el papel jugado por esta formación dentro de los mecanismos de flujo de la zona, por lo que la viabilidad de las obras recomendadas estaría en función de los resultados de los primeros sondeos ejecutados.



ESCALA 1 / 100.000



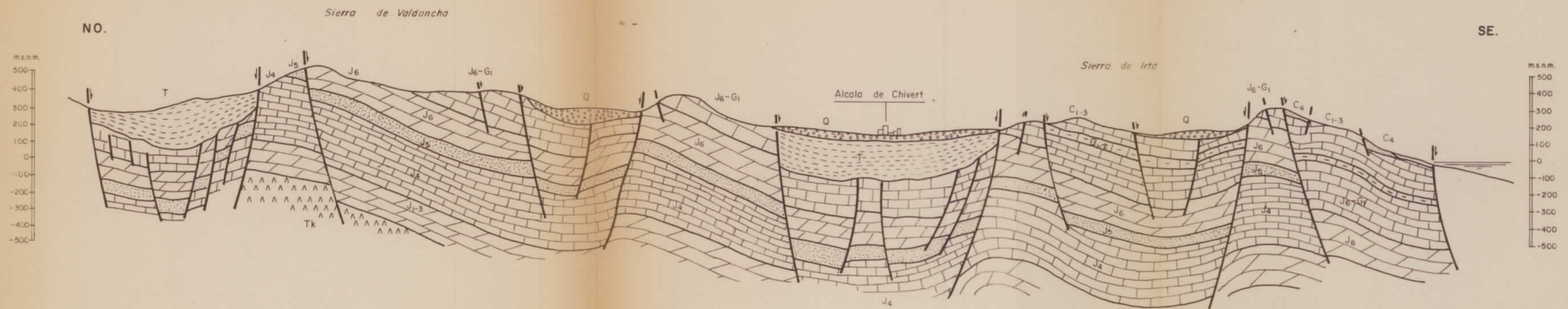
**LEYENDA**

|  |       |                                 |                                  |
|--|-------|---------------------------------|----------------------------------|
|  | Q     | Limas, arenas y conglomerados.  | CUATERNARIO                      |
|  | T     | Conglomerados y margas.         | OLIGOCENO SUR. MIOCENO           |
|  | C5    | Calizas.                        | ALBENSE SUP. CENOMANIENSE        |
|  | C4    | Areniscas y margas.             | APTIENSE SUP. ALBENSE            |
|  | C1-3  | Calizas.                        | APTENSE                          |
|  | G1-2  | Calizas, margas y margocalizas. | HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE      |
|  | J6-G2 | Calizas y margas.               | PORTLANDIENSE - BARREMIENSE      |
|  | J6-G1 | Calizas.                        | PORTLANDIENSE - VALANGIENSE      |
|  | J6    | Dolomias y calizas.             | KIMMERIDGENSE SUP. PORTLANDIENSE |
|  | J5    | Calizas y margas.               | KIMMERIDGENSE MEDIO Y SUP.       |
|  | J4    | Calizas micríticas.             | OXFORDIENSE - KIMMERID. INF.     |
|  | J1-3  | Dolomias.                       | LIAS - DOGGER                    |

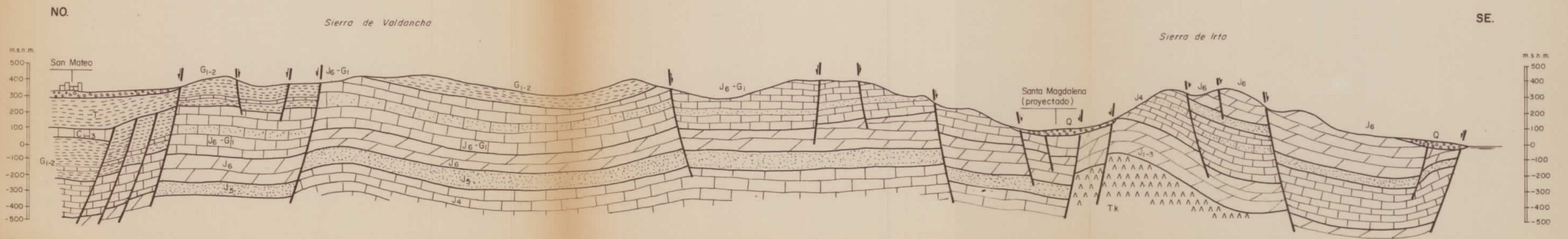
- CONTACTO DISCORDANTE
- CONTACTO NORMAL
- FALLA
- SONDEO
- MANANTIAL
- SONDEO PROPUESTO
- CORTE HIDROGEOLOGICO



I - I'



II - II'



ANEXO-1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS  
POSIBLES OBRAS DE CAPTACION.

Sondeo nº 1

Situación :

x = 935.200

y = 639.850

z = 220 m.s.n.m.

Profundidad : 340-360 m.

Nivel piezométrico : 4-6 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-210 m. Calizas gravelosas y bioclásticas.

> 210 m. Calizas y dolomías portlandienses.

Sondeo nº 2

Situación :

x = 935.000

y = 642.500

z = 210 m.s.n.m.

Profundidad : 340 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-150 m. Micritas grises sublitográficas.

> 150 m. Dolesparitas del Lías-Dogger.

Sondeo nº 3

Situación :

x = 936.450

y = 644.800

z = 200 m.s.n.m.

Profundidad : 350 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-270 m. Micritas oscuras con niveles dolomíticos

> 270 m. Dolomías masivas del Lías-Dogger.

Sondeo nº 4

Situación :

x = 937.850 m.

y = 645.800 m.

z = 200 m.s.n.m.

Profundidad : 350 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.

Columna litológica :

0-75 m. Micritas oscuras con niveles dolomíticos

> 75 m. Dolomías masivas (Lías-Dogger).

Sondeo nº 5

Situación :

x = 939.350

y = 646.825

z = 180 m.s.n.m.

Profundidad : 300 m.

Nivel piezométrico : 4-6 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-65 m. Micritas oscuras

> 65 m. Dolomías masivas (Lías-Dogger).

Sondeo nº 6

Situación:

x = 941.650

y = 649.700

z = 115 m.s.n.m.

Profundidad : 250 m.

Nivel piezométrico : 4-6 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-170 m. Micritas con intercalaciones dolomíticas.

> 170 m. Dolomías masivas (Lías-Dogger).

Sondeo nº 7

Situación :

x = 939.800

y = 649.600

z = 140 m.s.n.m.

Profundidad : 270 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-110 m. calizas gravelosas y bioclásticas

> 110 m. calizas y dolomías portlandienses

Sondeo nº 8

Situación :

x = 940.350

y = 650.075

z = 130 m.

Profundidad : 270 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-130 m. Calizas gravelosas y bioclásticas

> 130 m. Calizas y dolomías del Portlandiense.

Sondeo nº 9

Situación :

x = 941.150

y = 650.800

z = 90 m.s.n.m.

Profundidad : 230 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-100 m. Calizas gravelosas y bioclásticas

> 100 m. Calizas y dolomías portlandienses

Sondeo nº 10

Situación :

x = 928.150

y = 641.300

z = 210 m.s.n.m.

Profundidad : 330 m.

Nivel piezométrico : 10-12 m.s.n.m.

Columna litológica :

0-150 m. Calizas gravelosas y bioclásticas

> 150 m. Calizas y dolomías portlandienses.



Sondeo nº 11

Situación :

x = 927.150

y = 639.100

z = 130 m.s.n.m.

Profundidad : 280 m.

Nivel piezométrico : 8-10 m.s.n.m.

Columna litológica :

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| 0-55 m.   | Margas y areniscas               |
| 55-110 m. | Calizas y margas                 |
| > 110 m.  | Calizas masivas del Gargasiense. |

Sondeo nº 12

Situación :

x = 933.350

y = 637.750

z = 130 m.s.n.m.

Profundidad : 270 m.

Nivel piezométrico : 3-5 m.s.n.m.

Columna litológica :

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| 0-55 m.   | Margas y areniscas               |
| 55-120 m. | Calizas y margas                 |
| > 120 m.  | Calizas masivas del Gargasiense. |

Sondeo nº 13

Situación :

x = 934.300

y = 637.600

z = 120 m.s.n.m.

Profundidad : 260 m.

Nivel piezométrico : 3-5 m.s.n.m.

Columna litológica :

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 0-60 m.   | Margas y areniscas           |
| 60-130 m. | Calizas y margas             |
| > 130 m.  | Calizas masivas gargasienses |

Sondeo nº 14

Situación :

x = 932.700 m.

y = 635.650

z = 75 m.s.n.m.

Profundidad : 250 m.

Nivel piezométrico : 3-5 m.s.n.m.

Columna litológica :

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| 0-80 m.    | Calizas                         |
| 80-130 m.  | Margas y areniscas              |
| 130-180 m. | Calizas, margas y margocalizas  |
| > 180 m.   | Calizas masivas del Gargasiense |

Sondeo nº 15

Situación :

x = 927.250

y = 632.650

z = 130 m.s.n.m.

Profundidad : 280 m.

Nivel piezométrico : 5-7 m.s.n.m.

## Columna litológica :

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| 0-70 m.    | Calizas                         |
| 70-110 m.  | Margas y areniscas              |
| 110-160 m. | Calizas y margas                |
| > 160 m.   | Calizas masivas del Gargasiense |

Sondeo nº 16

## Situación :

x = 929.900  
y = 632.600  
z = 80 m.s.n.m.

Profundidad : 250 m.

Nivel piezométrico : 2-4 m.s.n.m.

## Columna litológica :

|           |                                 |
|-----------|---------------------------------|
| 0-50 m.   | Margas y areniscas              |
| 50-105 m. | Calizas y margas                |
| > 105 m.  | Calizas masivas del Gargasiense |

Sondeo nº 17

## Situación :

x = 930.700  
y = 634.750  
z = 110 m.s.n.m.

Profundidad : 250 m.

Nivel piezométrico : 3-5 m.

## Columna litológica :

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| 0-40 m.  | Margas y areniscas              |
| 40-90 m. | Calizas y margas                |
| > 90 m.  | Calizas masivas del Gargasiense |

Sondeo nº 18

Situación :

x = 927.400

y = 637.650

z = 110 m.s.n.m.

Profundidad : 250 m.

Nivel piezométrico : 7-9 m.

Columna litológica :

0-50 m. Margas y areniscas

50-110 m. Calizas arenosas y margas

> 110 m. Calizas masivas del Gargasiense

CUADRO SINTESIS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

| Nº Orden  | Localidad      | Profundidad  | Material captado       | Caudal<br>l/sg. | Cota terreno<br>m.s.n.m. | Cota agua<br>m.s.n.m. |
|-----------|----------------|--------------|------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| 3122-6001 | Sta. Magdalena | 300          | Lías-Dogger            | 20              | 135                      | 5                     |
| 3122-7054 | "              | 275          | Lías-Dogger            | 10              | 110                      | 5                     |
| 3122-7053 | "              | 94           | Kimer sup-Portlan (?)  | -               | 95                       | -                     |
| 3122-7034 | Peñíscola      | 150          | Trans. Jurásico-Creta. | -               | 50                       | -                     |
| 3122-7014 | "              | 59           | Portlandiense          | 30              | 43                       | 3                     |
| 3122-7030 | "              | 60           | Portlandiense          | 15              | 35                       | 2                     |
| 3122-7032 | "              | 62           | Portlandiense          | 10              | 48                       | 2                     |
| 3122-7016 | "              | 31           | Portlandiense          | 25              | 29,56                    | 1,08                  |
| 3122-7026 | "              | 46           | Portlandiense          | 20              | 25                       | 1                     |
| 3122-7027 | "              | 88           | Portlandiense          | 16              | 34,29                    | 3,31                  |
| 3122-7035 | "              | 370          | Portlan-Valanginien(?) | 50              | 25                       | 2                     |
| 3122-7036 | "              | 198          | " "                    | 82              | 25                       | 2                     |
| 3122-7037 | "              | 300          | " "                    | 112             | 28                       | 2                     |
| 3122-7038 | "              | 195          | " "                    | 110             | 28                       |                       |
| 3122-8018 | "              | 178          | Kimmerd-Portlandiense  | -               | 7                        | 1                     |
| 3122-8042 | "              | Manantial    | Portlan-Valanginiense  | 700-1400        | 1                        | 1                     |
| 3122-8043 | "              | Manantial    | " "                    | 30              |                          |                       |
| 3122-6003 | Sta. Magdalena | en ejecución | Kimmeridgiense Supe.   | -               | 170                      | 10                    |

CUADRO SINTESIS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

| Nº Orden  | Localidad         | Profundidad | Material captado      | Caudal<br>l/sg. | Cota terreno<br>m.s.n.m. | Cota agua<br>m.s.n.m. |
|-----------|-------------------|-------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| 3123-1001 | Alcalá de Chivert | 200         | Mioceno               | 5               | 175                      | 125                   |
| 3123-1002 | "                 | -           | Mioceno               | -               | 150                      | 125                   |
| 3123-1003 | "                 | 404         | Trasn. Jurásico-Cretá |                 | 180                      | 20                    |
| 3123-2001 | "                 | Manantial   | -                     | 100             | 0                        | 0                     |
| 3123-2002 | "                 | 12,5        | Aptense-Albense (?)   | 80              | 6                        | 2                     |
| 3123-2003 | "                 | 184         | -                     | 85              | 78                       | 8                     |
| 3123-2004 | "                 | 180         | Mioceno (?)           | 85              | 80                       | 10                    |
| 3123-2006 | "                 | 62          | Aptense-Albense       | 40              | 60                       | 8                     |
| 3123-2007 | "                 | 336         | Aptense               | 1,5             | 70                       | -27 (?)               |
| 3123-2008 | "                 | 200         | -                     | 15              | 160                      | 5                     |
| 3123-2009 | "                 | 176         | Mioceno               | -               | 154                      | -                     |
| 3123-2010 | "                 | 453         | Cretácico inferior    | -               | -                        | -                     |
| 3123-3001 | Peñíscola         | 440         | Trans Jurásico-Cretá  | 11              | 110                      | 17                    |
| 3123-3002 | "                 | Manantial   | -                     |                 |                          |                       |
| 3123-3003 | "                 | Manantial   | Kimmeridgiense        |                 |                          |                       |
| 3123-6001 | Alcalá de Chivert | 250         | Aptense               | 40              |                          |                       |
| 3123-5011 | Torreblanca       | 148         | Aptense               | 2               | 41                       | 2                     |
| 3123-5027 | "                 | 150         | Aptense               | 2               | 60                       | 2                     |

CUADRO SINTESIS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

| Nº Orden  | Localidad     | Profundidad | Material captado       | Caudal<br>l/sg. | Cota terreno<br>m.s.n.m. | Cota agua<br>m.s.n.m. |
|-----------|---------------|-------------|------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| 3123-2013 | Alcocebre     |             | Portlandiense          | 50              | 110                      | 2                     |
| 3123-2014 | "             |             | Portlandiense          | 50              | 110                      | 2                     |
| 3123-3003 | Peñíscola     | Manantial   | Kimmeridgiense         | 2000-4000       | 0                        | 0                     |
| 3122-1003 | Salsadella    | 160         | Kimmeridgiense super.  |                 | 400                      | -                     |
| 3122-5002 | Salsadella    | 110         | " "                    | nulo            | 370                      | -                     |
| 3022-8002 | C. de Vinromá | 240         | Portlan-Valangiense    | 60              | 220                      | 20                    |
| 3122-5007 | Salsadella    | 500         | Kimeridg. infe. y med. | nulo            | 340                      | -                     |