

EVOLUCION Y ESTADO ACTUAL DE LA INTRUSION MARINA EN EL LITORAL DE LA PROVINCIA DE CASTELLON

Resumen

1. Introducción

2. Plana de Vinaroz-Peñíscola

2.1. Descripción general

2.2. Situación del acuífero respecto a la intrusión

3. Plana de Oropesa-Torreblanca

3.1. Descripción general

3.2. Situación del acuífero respecto a la intrusión

4. Plana de Castellón

4.1. Descripción general

4.2. Situación del acuífero respecto a la intrusión

5. Conclusiones

Bibliografía

TIAC'88. Tecnología de la Intrusión en Acuíferos Costeros
Almuñécar (Granada, España). 1988

EVOLUCION Y ESTADO ACTUAL DE LA INTRUSION MARINA EN EL LITORAL DE LA
PROVINCIA DE CASTELLON.

Paloma NAVARRETE MARTINEZ (I.G.M.E.)
Vicente FABREGAT VENTURA (I.G.M.E.)
Juan A. LOPEZ GETA (I.G.M.E.)

RESUMEN

En este trabajo se analiza la situación actual y evolución de los procesos de intrusión marina que afectan a los acuíferos de las planas litorales de la provincia de Castellón: Vinaròs-Peñíscola (55.01), Oropesa-Torreblanca (55.02) y Castellón (56.01).

1. INTRODUCCION

Después de describir las características hidrogeológicas generales de los acuíferos de cada plana, se estudia los procesos de intrusión que afectan a este sector del litoral, en base a las determinaciones de cloruros realizadas en los puntos de las redes de control de la intrusión y calidad que el I.G.M.E. tiene implantadas en la zona.

En el cuadro adjunto figuran para cada plana litoral el número aproximado de puntos controlados actualmente por el I.G.M.E. dentro de las redes de observación que tiene implantadas en la zona y la fecha de su establecimiento. Como consecuencia del conocimiento hidrogeológico de los acuíferos, estas redes se han ido modificando en función de las necesidades que han surgido desde su puesta en funcionamiento.

PLANA	REDES DE CONTROL		
	PIEZOMETRIA	CALIDAD	INTRUSION
VINAROS-PERISCOLA	35 (1972)	3 (1976)	80 (1976)
OROPESA-TORREBLANCA	45 (1972)	4 (1976)	45 (1976)
CASTELLON	45 (1972)	6 (1976)	90 (1976)

La situación actual se determina a partir de los datos analíticos correspondientes a Noviembre-Diciembre de 1987, y la evolución de la intrusión se realiza para el periodo 1982-87. Asimismo se relaciona la piezometría con la intrusión de las zonas consideradas.

2. PLANA DE VINAROS-PEÑISCOLA

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

La plana litoral de Vinaròs-Peñíscola, tiene una superficie aproximada de 120 km², se extiende a lo largo de 25 km de costa entre las localidades de Alcanar y Peñíscola, bordeada al Norte por la sierra del Montsià, al -- Noroeste por la plana de La Cenia-Tortosa y al Sur por los relieves de las sierras de Valdanca y de Irta.

Geológicamente se trata de una plana de carácter aluvial-coluvial atravesada entre otros por los ríos Cenia, Servol y Alcalá y los barrancos de Barbiguera y de Agua Oliva, todos ellos de régimen torrencial.

Litológicamente está formada por depósitos miocuaternarios detríticos, arcillas, arenas, gravas y conglomerados, aluviales y coluviales, sobre un sustrato mesozoico predominantemente calcáreo.

Desde el punto de vista hidrogeológico pueden diferenciarse dos niveles acuíferos:

-Uno superior detrítico, de espesor variable, aumentando de los bordes hacia la costa donde puede superar los 100 m. de potencia, alimentado al Norte lateralmente através de las calizas cretácicas de la sierra del Montsià, al Noroeste recibe aportesa través de la plana de La Cenia-Tortosa -- que debido a la baja permeabilidad de sus materiales se suponen escasos, al Sur este conjunto está desconectado de las sierras de Valdanca y de Irta, por afloramientos miocenos de la formación intermedia, constituida fundamentalmente por un conjunto margo-arcilloso, con escasa presencia de arenas y gravas, de espesor variable, aumentando desde los bordes hacia la costa, -- separando el acuífero superior del inferior, con potencias comprendidas -- entre 0 y 250 m.

-Acuífero mesozoico, formado por niveles de calizas jurásicas en el sector meridional y cretácicas al Norte, se sitúa a profundidades variables, -- que pueden ser de 350 a 400 m. Estos niveles se consideran como un acuífero confinado recargado lateralmente y a través del acuífero detrítico suprayacente.

Las características hidráulicas de estos niveles acuíferos son muy variables. La transmisividad del acuífero detrítico oscila entre valores de 250 m²/día hacia los bordes y los 1200 m²/día en las zonas de mayor espesor saturado. El coeficiente de almacenamiento presenta valores comprendidos entre el 5% hacia el interior y el 10% hacia la costa.

Para el acuífero calcáreo las transmisividades varían entre los 1000 -- m²/día y los 4000 m²/día y el coeficiente de almacenamiento en torno a 10⁻³.

A grandes rasgos la circulación subterránea del acuífero, es del interior hacia la costa con direcciones de flujo, aproximadamente NO-SE, tal como -- refleja la piezometría (Plano 1).

Las características piezométricas pueden considerarse semejantes para los dos niveles acuíferos definidos, presentando variaciones de 0,25 a 0,50 m. -- en las proximidades a la costa y de 1 a 2 m. en los bordes, donde son mayores al disminuir el coeficiente de almacenamiento. La evolución anual de --

niveles es descendente de Junio a Noviembre, con una recuperación durante el resto del año. Desde el año 1974 se observa en todo el acuífero una -- tendencia al descenso de niveles piezométricos, más acentuada en el sector occidental, directamente relacionada con las variaciones de las precipitaciones y el aumento de las explotaciones.

Según balances realizados, se suponen unas entradas totales de 48 hm³/año para el acuífero detrítico superior y de 35 hm³/año para el acuífero calcáreo inferior, de los que 4 hm³/año provienen del acuífero superior, sumando un total de 79 hm³/año. Las salidas por bombeo para el acuífero superior e inferior respectivamente pueden estimarse en 37 hm³/año y 16,5 hm³/año, y las salidas al mar de 7 hm³/año y 18 hm³/año.

2.2. SITUACION DEL ACUIFERO RESPECTO A LA INTRUSION.

En este sector litoral la intrusión marina se manifiesta con especial intensidad en las inmediaciones de Vinaròs, al Norte, y Benicarló, al Sur. (Plano 2).

En el nivel más superficial (0-5 m.b.n.m.), se superan ocasionalmente los 3000 mg/l de Cl⁻, en el entorno de Vinaròs, siendo frecuentes los valores superiores a 1000 mg/l; la isolínea de 1000 mg/l se localiza casi a -- 2 km. hacia el interior de la plana.

En el área de Benicarló la salinización en este nivel superior, aunque no tan acusada en cuanto a contenidos, alcanza una mayor extensión, penetrando la isolínea de 500 mg/l hasta unos 3 km.

En los puntos de agua más profundos (> 5 m.b.n.m.) el avance del frente salino se manifiesta en ambos sectores con menor intensidad en cuanto a los contenidos, en general del orden de 1000 mg/l, pero son más extensas las -- áreas afectadas.

La evolución de la intrusión en esta plana durante el periodo 1982-87 experimenta dos tendencias zonales:

- en las áreas interiores los contenidos en cloruros tienden a mantener se constantes, dentro de unas variaciones estacionales no significativas.

- en las zonas próximas al litoral el comportamiento más generalizado es el constante aumento de este ión, consecuencia de la persistente intrusión de agua salada. Este comportamiento es más acusado en las proximidades de Vinaròs y Benicarló, coincidentes con los frentes intrusivos más -- intensos.

La figura 1 representa la evolución de la piezometría y concentración de cloruros para algunos puntos seleccionados en base a su coincidencia -- piezómetro-punto de control o proximidad de ambos y distribución espacial regular.

Para la piezometría se observan unas oscilaciones interanuales heterogéneas, que excepto en algunos casos no presentan una tendencia generalizada. Por el contrario, los cloruros, aún con dichas variaciones entre campañas, y dentro de las limitaciones que suponen el menor número de datos dis-

ponibles, parecen estar sujetos a un comportamiento más homogéneo, tendente al aumento.

Comparando ambos parámetros se deduce en general, una relación inversa entre los dos, de forma que los descensos de nivel van acompañados de un incremento en cloruros, en unos casos simultáneo y en otros ligeramente posterior.

3. PLANA DE DROPESA-TORREBLANCA

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

La plana litoral de Dropesa-Torreblanca, tiene una superficie aproximada de 90 km², se extiende a lo largo de 21 km. de costa entre las localidades de Alcoceber y Dropesa, limitada al Norte por la sierra de Irta, hacia el interior por los relieves orientales del Maestrazgo y al Sur con las estribaciones de la sierra del Desierto.

Geológicamente se trata de una plana de depósitos predominantemente de origen coluvial, que desde los relieves que la circundan, enlazan con una llanura costera aluvial, atravesada por cauces de carácter torrencial, entre los que pueden citarse la rambla de Ameler, Cuevas de San Miguel, Rabosa y Chinchilla.

Litológicamente se trata de depósitos miocuatenarios detríticos, arcillas, arenas, gravas y conglomerados.

El principal nivel acuífero lo constituyen niveles de conglomerados y gravas intercalados en el conjunto de la formación plana, cuyo espesor aumenta de los bordes a la costa, donde llega a alcanzar en las desembocaduras de los principales cauces hasta 85 m. de potencia. La base impermeable está formada por un conjunto margoso-arcilloso del Mioceno.

Las características hidráulicas del acuífero son variables, la transmisividad puede presentar valores entre 1000 m²/día y 30 m²/día. El coeficiente de almacenamiento oscila entre el 12% y el 2%.

De acuerdo con la piezometría (Plano 3) el flujo subterráneo circula del interior hacia la costa, según una dirección aproximada NO-SE, con algunas alteraciones debido a las explotaciones, como consecuencia de la existencia de zonas deprimidas puede crearse una inversión de flujo con entrada de agua de mar; en zonas donde la presencia de materiales impermeables y la existencia de surgencias impiden esta intrusión se crean zonas deprimidas por debajo del nivel del mar.

Las características piezométricas del acuífero vienen determinadas por oscilaciones que varían entre 0,25 y 0,5 m. en las zonas costeras, y entre 1,5 y 2,5 m. hacia el interior y en las zonas con una mayor explotación. La evolución anual de los niveles es descendente durante los meses de Junio a Octubre, con una recuperación durante el resto del año. Desde el año 1974 existen descensos acumulados del orden de 1 m. que pueden alcanzar los 3 m. en la zona de Torreblanca y sierra de Irta, los descensos en áreas más próximas a la costa son inferiores a 0,5 m.

En un balance aproximado, pueden estimarse las entradas totales en 24 hm³/año, provenientes 4 hm³/año de aportes laterales, 13 hm³/año de retorno de riegos y 7 hm³/año de infiltración directa de lluvia. Las salidas se reparten en emergencias en la zona de marjal 1,5 hm³/año, salidas al mar 4 hm³/año y bombeos estimados en 18,5 hm³/año.

3.2. SITUACION DEL ACUIFERO RESPECTO A LA INTRUSION.

En esta plana la salinización de las aguas subterráneas como consecuencia de la intrusión del mar en el acuífero es importante, como manifiesta el hecho de que la mayoría de los puntos presenten contenidos de cloruros superiores a 500 mg/l.

Las zonas más afectadas por la intrusión se localizan en las proximidades de Oropesa-Cabanes, en el Sur y Torreblanca hacia el Norte (Plano 4).

En el nivel más superficial (0-10 m.b.n.m.), en el área de Oropesa se alcanzan valores máximos de 1900 mg/l. de cloruros, y en el sector Norte se superan los 2000 mg/l., llegando en este caso la isolínea de 1000 mg/l. a unos 5 km. hacia el interior, mientras que en la zona Sur penetra unos 2 km.

En las captaciones más profundas (>10 m.b.n.m.) la intrusión se intensifica en magnitud y extensión, con un predominio de concentraciones superiores a 1000 mg/l. y que alcanzan los 2000 mg/l. en la zona septentrional más cercana a la costa.

La evolución de la intrusión en la plana sigue una tendencia ascendente en los dos sectores más afectados.

El incremento de cloruros es constante en la mayoría de puntos de estas áreas, donde muchos de ellos vienen superando los 1000 mg/l. desde 1982.

En las zonas menos afectadas el comportamiento más generalizado es de oscilaciones interanuales sin una tendencia definida.

Las evoluciones representadas para los niveles piezométricos y contenidos en cloruros (Figura 2) indican que mientras los primeros mantienen una tendencia estable, con variaciones entre campañas, las concentraciones de cloruros siguen una línea ascendente en la que, como norma general, alcanzan los mayores valores en 1986-87.

En resumen, la tendencia constante al incremento de los procesos de intrusión en este sector costero, que viene detectándose desde hace más de cinco años, afecta prácticamente a toda la plana, y además de forma preocupante como se deduce de que la mayoría de las aguas analizadas presenten unas elevadas salinidades, con más de 500 mg/l. de cloruros.

Por otra parte, la intrusión es más intensa en zonas permeables al Norte de Torrenosta, donde no aflora la formación de limos, y también en los bordes, especialmente en el área de Oropesa al Sur; en el borde Norte el proceso de intrusión se ve amortiguado por unos mayores aportes de la sierra de Irta.

4. PLANA DE CASTELLÓN.

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

La plana de Castellón, tiene una superficie del orden de 450 km.², se extiende a lo largo de unos 40 km. de costa entre las localidades de Benicasim y Almenara; limita al Norte con la sierra del Desierto y al Oeste -- con la sierra de Espadán.

Geológicamente se trata de una plana aluvial-coluvial, constituida por materiales de colmatación recientes, acumulados por los cauces que la atraviesan, entre los que destacan los ríos Seco, Mijares-Rambia de la Viuda, Sonella- Ana y barranco de Béchí-río Belcaire, todos ellos de régimen torrencial, siendo el río Mijares el único con escorrentía permanente.

Litológicamente se trata de depósitos miocuaternarios detríticos, arcillas, limos, arenas, gravas y conglomerados, dispuestos en abanicos aluviales y mantos de arroyada.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se trata de un acuífero multicapa en el que los niveles acuíferos están constituidos por horizontes lentculares de gravas, arenas y conglomerados intercalados en un conjunto arcilloso-limoso, suprayacente a niveles calcáreos mesozoicos, que son susceptibles de constituir niveles acuíferos más profundos o sobre un conjunto terciario de baja permeabilidad. El espesor de los materiales que constituyen el acuífero superior es muy variable, comprendido entre los 50 y 200 m. de potencia.

Las características hidráulicas son variables, presentando transmisividades entre 1000 y 5000 m²/día. El coeficiente de almacenamiento varía entre 5 y 15%.

La dirección predominante del flujo subterráneo es del interior hacia la costa, con la existencia de zonas donde por descenso de bombeo, se ha -- provocado una inversión, y la presencia de un domo piezométrico según la -- dirección del cauce del río Mijares (Plano 5).

Las oscilaciones piezométricas anuales varían entre 5 y 10 m. hacia el interior, y de casi 1 m. hacia la costa. El descenso acumulado desde el -- año 1974 varía entre los 10 m. del interior a descensos de unos 0,5 m. hacia la costa.

Como balance aproximado de todo este sistema acuífero, se han estimado para el periodo 1977-80 unas entradas totales del orden de 229,1 hm³/año; -- 79,4 hm³/año de entradas laterales, 36 hm³/año de infiltración del río Mijares, infiltración de excedentes de agua de riego procedentes del río -- Mijares 22,5 hm³/año, y 72,8 hm³/año de aguas subterráneas; directamente -- de agua de lluvia se estima llegan al acuífero 3,2 hm³/año. Las entradas de agua de mar en el área de Moncófar-Chilches se estiman en 9,8 hm³/año. Las salidas se han estimado en bombeos para regadío y en menor medida urbanos e industriales en 201,5 hm³/año; salidas al mar 15,9 hm³/año, drenaje -- de las marjalarías de Castellón-Benicasim 9,6 hm³/año y Chilches-Almenara -- 10,2 hm³/año y de la Fuente del Molino 7,8 hm³/año, que ascienden a un total de 245 hm³/año, e implican un déficit entre las entradas y las salidas de 16 hm³/año, tendentes a compensarse con entradas de agua de mar.

4.1. SITUACION DEL ACUIFERO RESPECTO A LA INTRUSION

En este sector, la intrusión marina afecta principalmente a la zona Sur de la Plana, en las inmediaciones de Moncòfar, con tendencia a extenderse hacia Nules por el N y Chilches, por el SO (plano 6).

La isolínea de 500 mg/l de Cl^- penetra en el nivel más superficial unos 5 km tierra adentro hacia Vall d'Uxó; y en los pozos más profundos se extiende más de 6 km. Puntualmente se superan los 3.000 mg/l de Cl^- , y son frecuentes, en los puntos que alcanzan los niveles más profundos, valores de 1.000-2.000 mg/l.

En la zona Norte de la Plana. Se detecta también un frente salino en el entorno de Benicasim, aunque de menos intensidad que el localizado al Sur, con contenidos de 600-700 mg/l de Cl^- .

La evolución de la intrusión en esta Plana presenta una tendencia al incremento en el área de Moncòfar, donde, además de manifestarse en aquellos puntos ya afectados históricamente por el proceso, comienzan a aparecer indicios, no alarmantes aún pero continuos, en otros puntos, con concentraciones no elevadas (200-300 mg/l), pero en aumento progresivo.

También en el sector Norte, en las proximidades de Benicasim se registra incremento en los contenidos de Cl^- .

El estudio de la evolución piezométrica y las concentraciones de cloruros (fig. 3) indica el predominio de una ligera tendencia al aumento de niveles, además de las variaciones estacionales normales, y un mismo comportamiento en cuanto a los cloruros.

Ello inclina a suponer que, a pesar del aumento de las recargas por precipitaciones tras el periodo seco anterior al 1984, el proceso de intrusión, aunque atenuado ligeramente; tiende a mantenerse y continúa, de forma menos acentuada, afectando a los sectores tradicionalmente implicados en este proceso, consecuencia de la explotación de recursos, la falta de aportes del interior hacia la costa, y la presencia de materiales detríticos más permeables, que constituyen facies de borde, área de Moncòfar al Sur y Benicasim al Norte.

5. CONCLUSIONES

En los acuíferos costeros de la provincia de Castellón se viene detectando la existencia de procesos de intrusión de agua de mar, a consecuencia de las excesivas extracciones a que son sometidos.

Dichos procesos afectan de forma diferencial a determinados sectores, coincidentes con las áreas de mayores extracciones; zonas con materiales más permeables, especialmente los bordes, y áreas con menores aportes del interior hacia la costa. Concretamente, las zonas que sufren la salinización de sus recursos con mayor intensidad son:

. proximidades de Vinaròs al Norte, y Benicarló, al Sur en la Plana de Vinaròs-Peñíscola.

- . proximidades de Torreblanca, al Norte, y Oropesa-Cabanes, al Sur, en la Plana de Oropesa-Torreblanca.
- . proximidades de Moncófar, al Sur, y Benicasim, al Norte, en la Plana de Castellón.

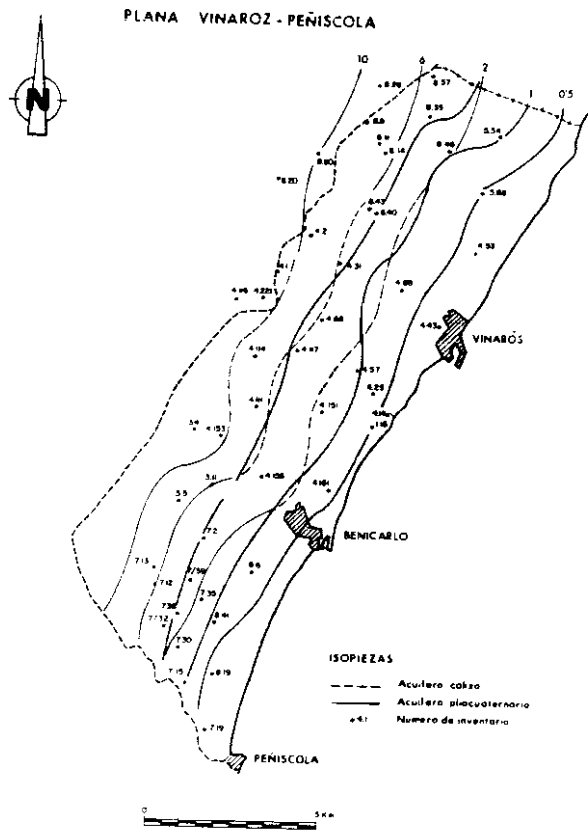
De todas ellas, las zonas más afectadas, en cuanto a intensidad de la salinización son Vinaròs y Moncófar, donde se superan los 2.000 mg/l de contenido en cloruros.

Sin embargo, es la Plana de Oropesa-Torreblanca en la que la intrusión se desarrolla de forma más extensa y generalizada, afectando prácticamente a la totalidad de la Plana.

En cuanto a la evolución observada en estos tres sectores, la tendencia general es al incremento continuo de la salinización de los acuíferos, siempre con las oscilaciones estacionales lógicas, con aumentos constantes en las concentraciones de cloruros que en ocasiones, como ocurre en la Plana de Castellón, en las inmediaciones de Vall d'Uxó, comienzan a afectar a puntos hasta ahora no implicados, detectándose en éstos ligeros pero continuos incrementos de esta especie química, aunque, por el momento, no llegan a alcanzar los 500 mg/l frecuentes en este área.

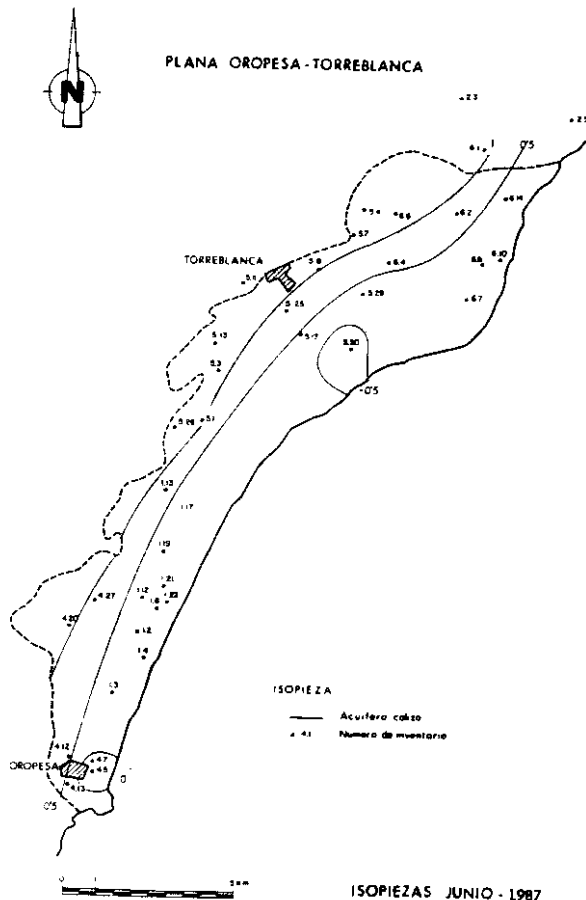
BIBLIOGRAFIA

- . DIPUTACION PROVINCIAL DE CASTELLON-IGME (1988). "Atlas hidrogeológico de la provincia de Castellón" (en prensa)
- . IGME (1981). "Problemática de las aguas subterráneas de la provincia de Castellón". Colección informe.
- . IGME (1982). "Estudio para la gestión integral de los recursos hidráulicos de la Plana de Castellón y plan de acción para el control de la intrusión salina".
- . IGME(1986). "Normas para la explotación de los acuíferos de las planas de Oropesa- Torreblanca, Vinaròs-Peñíscola".
- . IGME(1987). "Proyecto para el desarrollo del Plan de Gestión y Conservación de acuíferos en las cuencas : Medio-Bajo Júcar y Pirineo Oriental". -- Piezometría, Calidad e Intrusión.



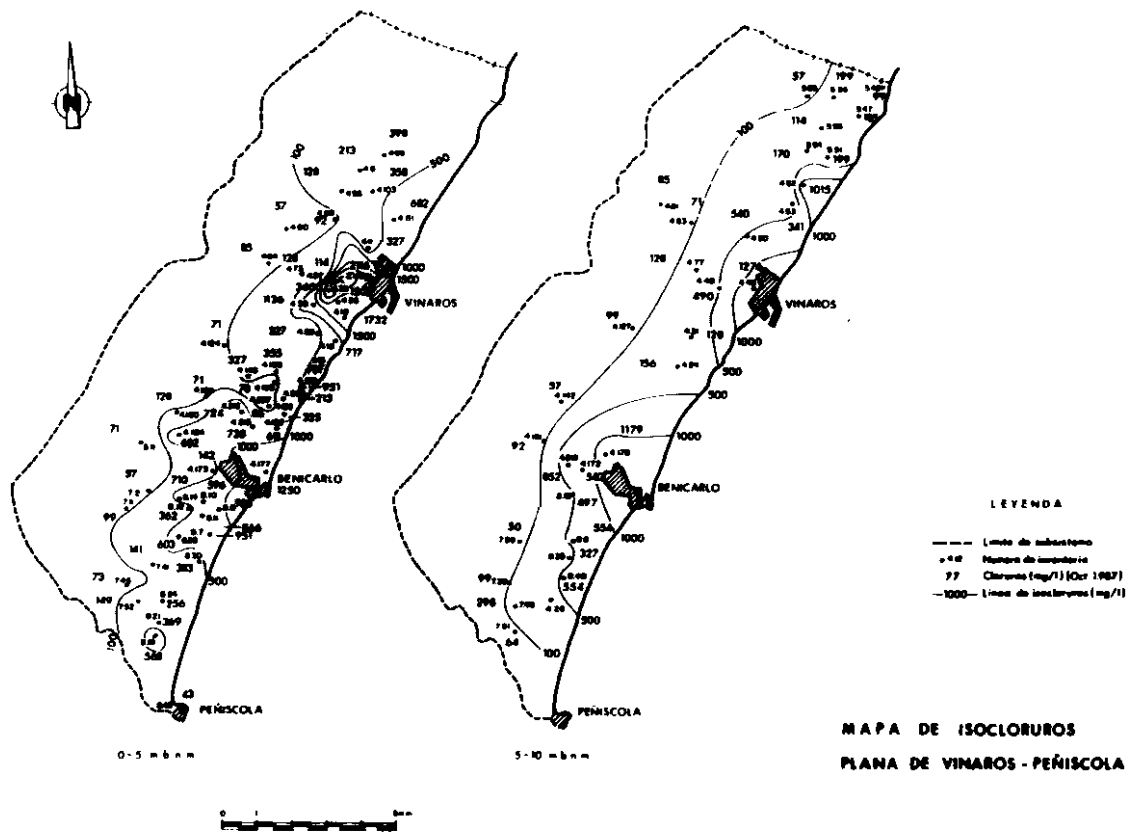
ISOPIEZAS JUNIO - 1987

Plano - 1



ISOPIEZAS JUNIO - 1987

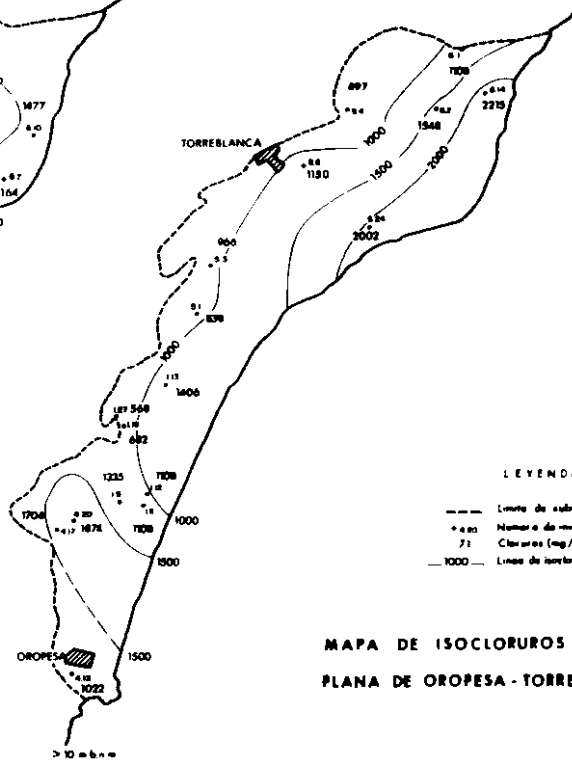
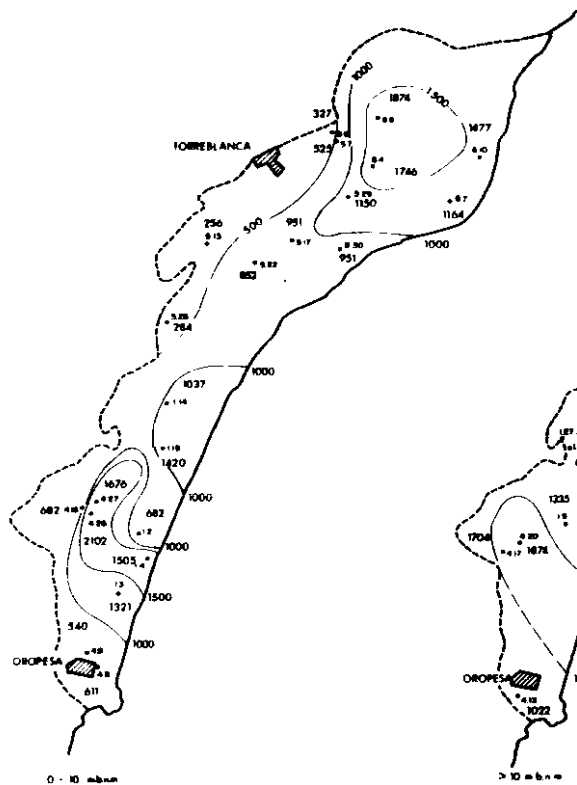
Plano - 3



MAPA DE ISOCLORUROS
 PLANA DE VINAROS - PEÑÍSCOLA (S.A. 88/1)



121



LEYENDA

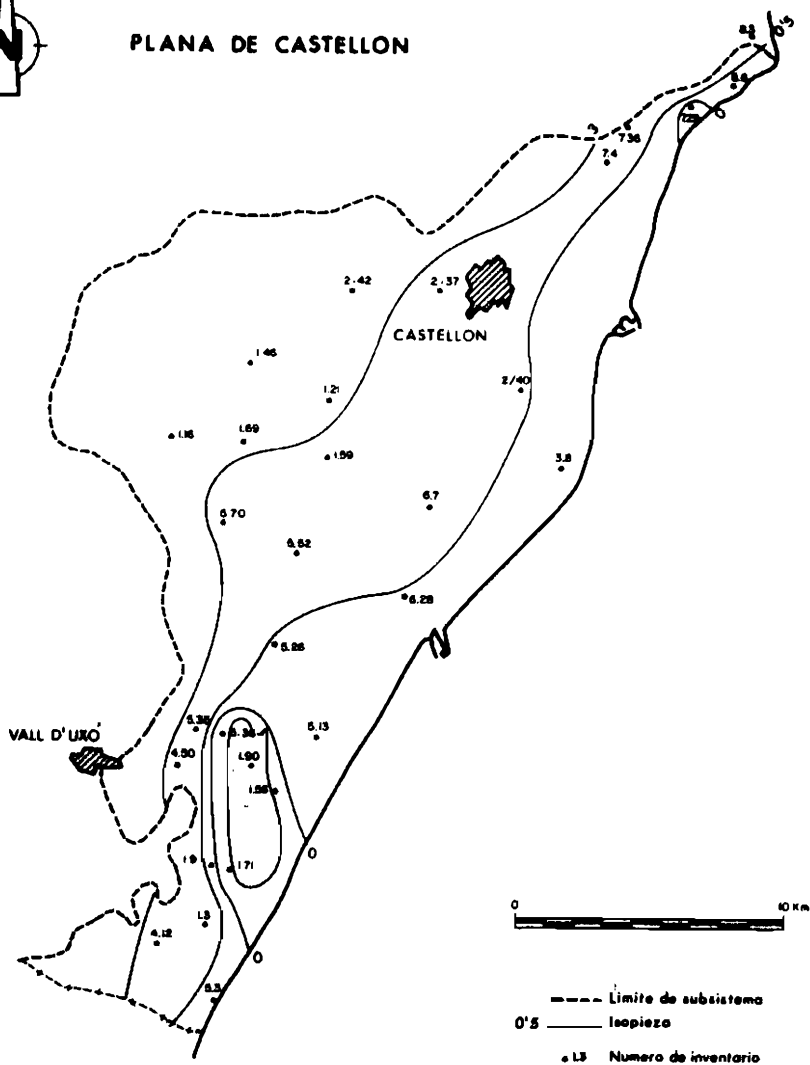
- Límite de subsistema
- + 400 Número de isocloros
- 71 Cloruros (mg/l) (Oct 1987)
- Línea de isocloros

MAPA DE ISOCLORUROS
PLANA DE OROPESA - TORREBLANCA (S.A. 53/2)

Figura - 4



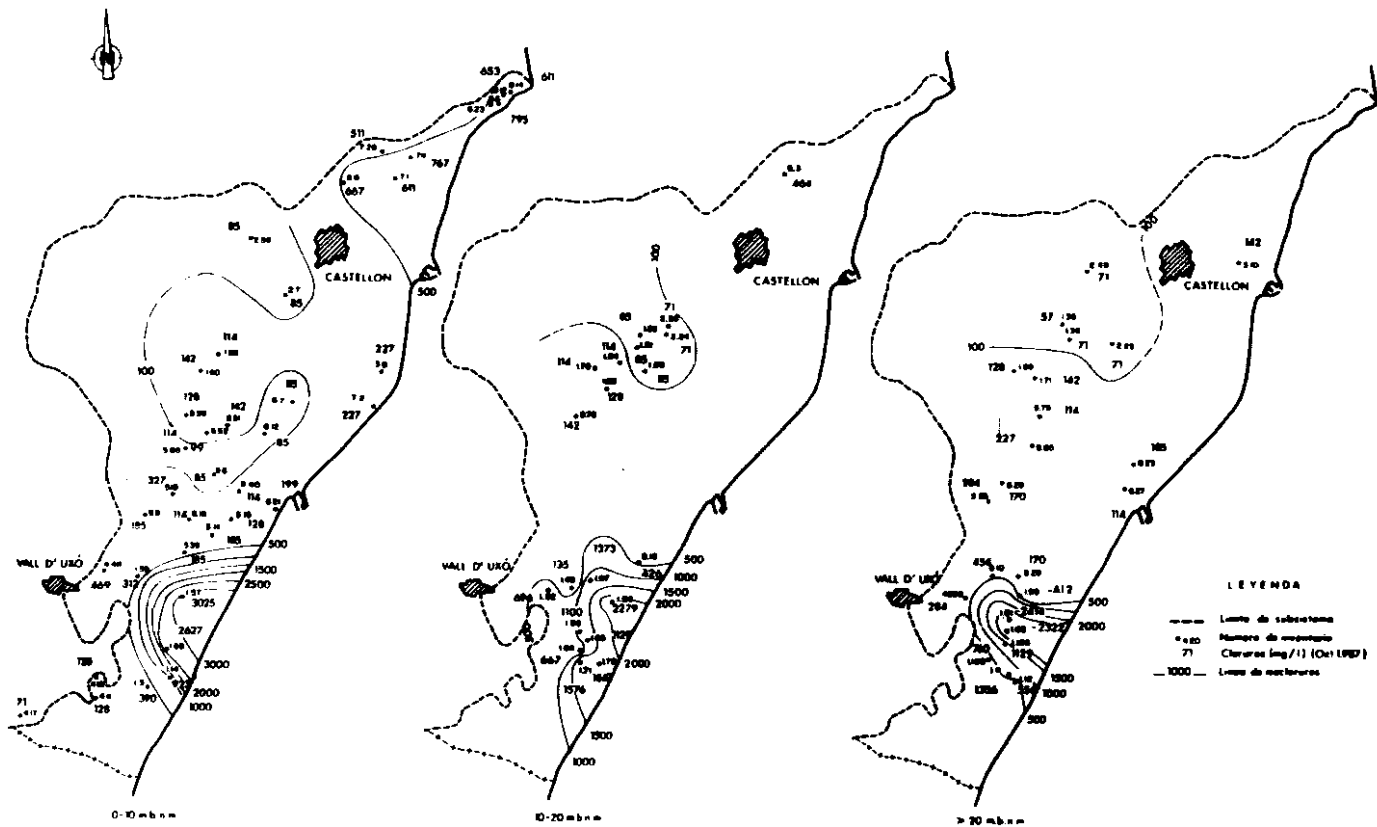
PLANA DE CASTELLON



--- Limite de subsistema
—— isopiezas
• LS Numero de inventario

ISOPIEZAS JUNIO-1987

Plano-5

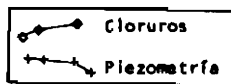
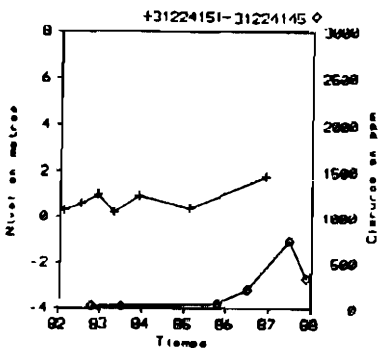
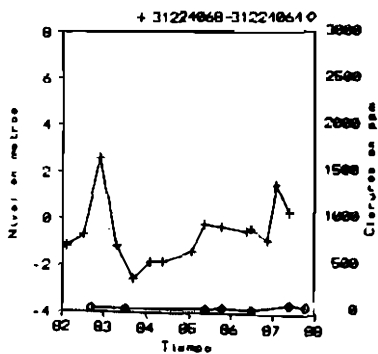
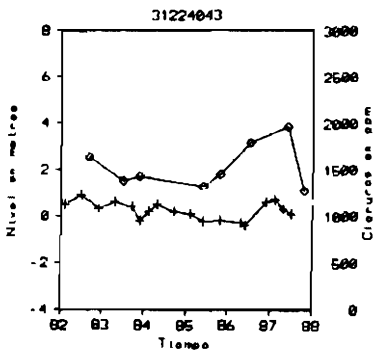
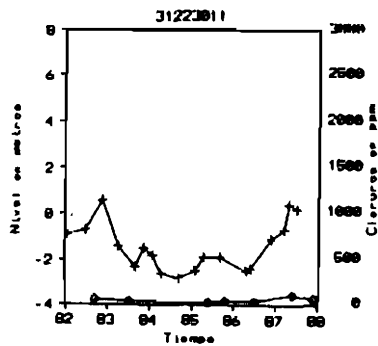
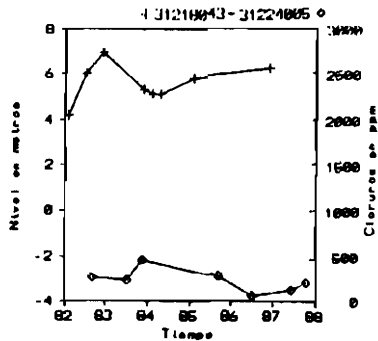


LEYENDA

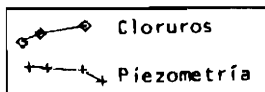
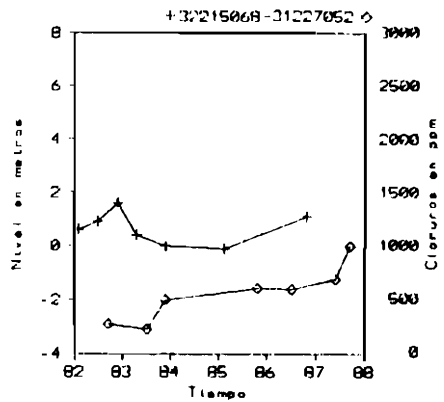
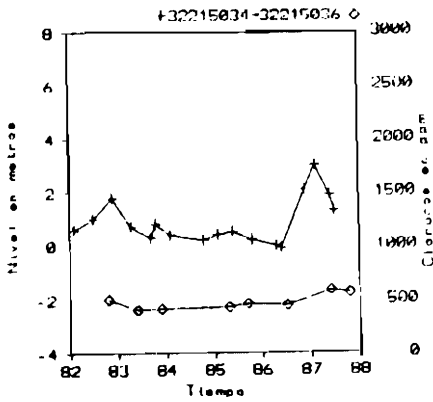
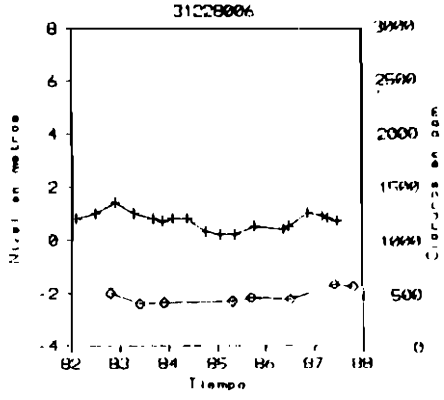
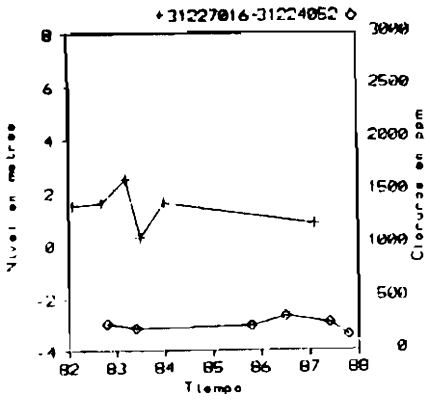
- - - Límite de subestudio
- * 620 Número de inventario
- 71 Cloruros (mg/l) (Oct 1967)
- 1000 Límite de eutrofización

MAPA DE ISOCLORUROS
PLANA DE CASTELLON (S.A.-56/1)

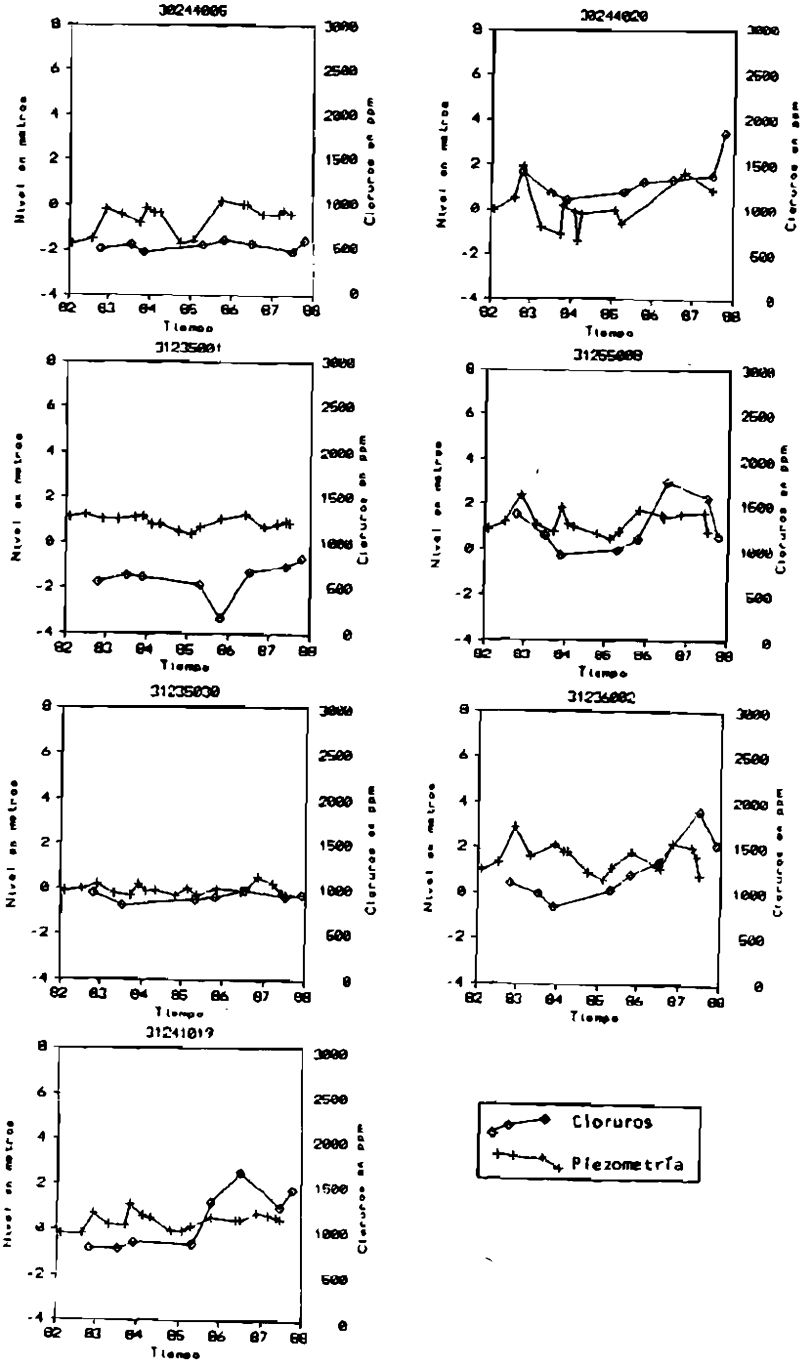
PLANA DE VINAROS-PERISCOLA (Figura 1.a.)



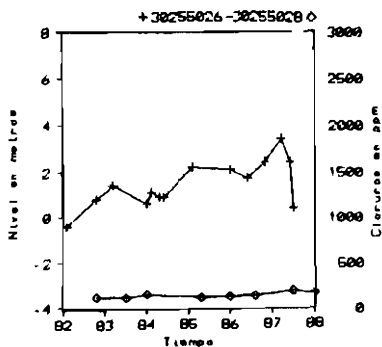
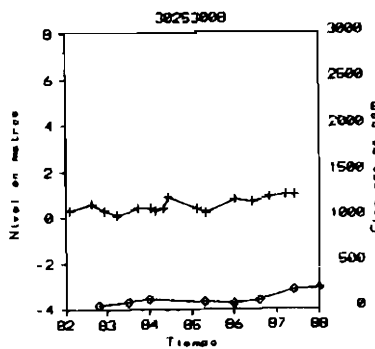
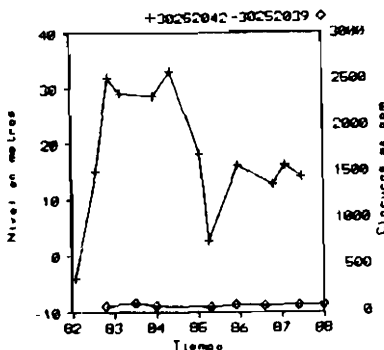
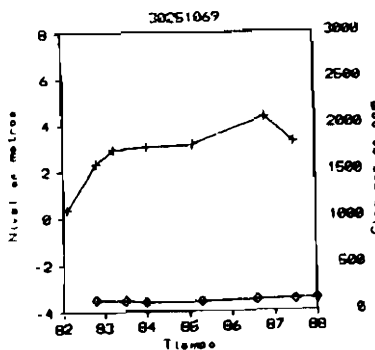
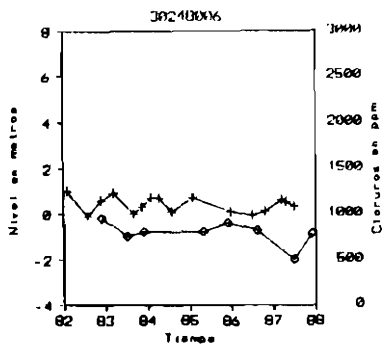
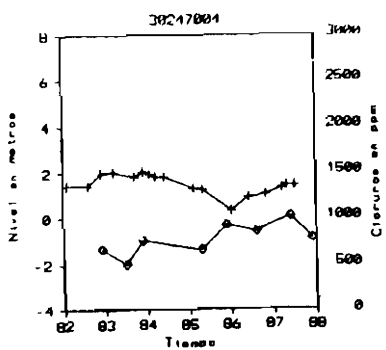
PLANA DE VINAROS-PERISCOLA (Figura 1.b.)



PLANA DE ORDPESA-TORREBLANCA (Figura 2)



PLANA DE CASTELLON (Figura 3.a.)



PLANA DE CASTELLON (Figura 3.b.)

