

# **ESTUDIO DE LA EVOLUCION Y ESTADO ACTUAL DE LA INTRUSION SALINA EN LA PLANA DE GANDIA-DENIA**

## **Resumen**

- 1. Antecedentes de investigación**
- 2. Balance**
- 3. Estado de la intrusión**
  - 3.1. Redes de observación y control**
  - 3.2. Evolución histórica**
- 4. Conclusiones y recomendaciones**
- 5. Bibliografía**

TIAC'88. Tecnología de la Intrusión en Acuíferos Costeros

Almuñécar (Granada, España). 1988

## ESTUDIO DE LA EVOLUCION Y ESTADO ACTUAL

DE LA INTRUSION SALINA EN

LA PLANA DE GANDIA-DENIA.

Antonio ALVAREZ RODRIGUEZ. EPTISA (VALENCIA)

Carlos MARTINEZ NAVARRETE. IGME (VALENCIA)

Rafael NORIEGA FIDALGO. EPTISA (VALENCIA)

### RESUMEN

Los acuíferos de las planas litorales de la Comunidad Valenciana han sido objeto de especial atención al constituir el sustento de la mayor parte de la actividad humana y económica de esta región. Ello ha originado una excesiva demanda de sus recursos dando lugar a fenómenos de intrusión, favorecidos por la geometría y las características hidrogeológicas de los sectores costeros.

En el año 1972 el Instituto Geológico y Minero inició los estudios hidrogeológicos en el ámbito de la Comunidad Valenciana, incluyendo dentro del marco de sus trabajos el estudio y la definición de zonas intruídas así como su control y seguimiento hasta la actualidad.

En la presente comunicación se va a analizar brevemente el estado actual y el proceso de evolución que ha seguido la intrusión salina dentro de la plana de Gandía-Denia. Esta plana está constituída por un acuífero detrítico costero que se extiende desde Tabernes de Valldigna hasta Denia.

### 1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION

Todos los datos que han servido de base a esta comunicación han sido extraídos a partir de la documentación generada por el Instituto Geológico y Minero, en su labor de desarrollo de estudios hidrogeológicos en la Comunidad Valenciana, labor que dió comienzo en el año 1972.

Esta investigación se ha realizado en dos fases:



El límite norte lo constituyen la Plana de Valencia y la Sierra de Las Agujas; por el oeste limita con los relieves de Monduver, Falconera, Ador, Mustalla, Segaria y Solana de La Llosa. Los límites este y sur los constituyen respectivamente el Mar Mediterráneo y el Montgó.

La altitud máxima se localiza en el borde occidental y es siempre inferior a 100 m, la mínima corresponde al nivel del mar. En su interior se localizan dos zonas topográficamente deprimidas y temporalmente encharcadas separadas del mar por un cordón de dunas, éstas son las marjalerías de Jaraco y Pego.

Administrativamente comprende la franja litoral de las comarcas de La Safor, y la Marina Alta, con 29 municipios, entre los que destacan Gandía (48.494 hab.), Oliva (19.580) y Denia (22.162 hab.), entre otros. La población asentada sobre el subsistema supera los 150.000 habitantes, cifra que se ve casi duplicada durante el período estival.

El acuífero es de carácter detrítico, formado por materiales cuaternarios y eventualmente pliocuaternarios correspondientes a depósitos aluviales, de pie de monte y sedimentos marinos y mixtos. En definitiva son materiales, en general sueltos, muy heterométricos, constituidos por gravas, limos y arcillas.

En general el depósito es más potente y los materiales más finos a medida que nos alejamos de los relieves occidentales hacia el mar.

En conjunto se comporta como un embalse regulador que recibe una aportación lateral, de las formaciones acuíferas carbonatadas de sus bordes y una infiltración vertical procedente de las lluvias y de las aguas de regadío tanto de origen superficial como subterránea; recibe además una recarga de los ríos Jaraco, Girona y Serpis.

El sentido preferencial de circulación es WSW-ENE, desde el borde occidental calizo de recarga hacia el mar. En las áreas de Jaraco, Grao de Gandía, Oliva, Pego, y Denia se invierte produciendo fenómenos más o menos alternados de intrusión marina.

La descarga se efectúa por las siguientes causas: bombeos en sondeos, salidas hacia las marjalerías, salidas ocultas al mar, drenaje por los ríos Jaraco y Serpis y por manantiales (al N. de Oliva y Gandía).

## Características hidráulicas

### a) Transmisividad

Los valores de la transmisividad se han estimado a partir de los valores finales, obtenidos del ajuste del modelo matemático de la plan de Gandía-Denia, realizado en el año 1977 dentro del Proyecto "Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar".

Estos valores oscilan entre 500 y 3.000 m<sup>2</sup>/día; siendo el valor medio para el conjunto del acuífero de 1.500 m<sup>2</sup>/día.

### b) Coeficiente de almacenamiento

Se han considerado como valores reales los resultantes del ajuste del modelo matemático anteriormente mencionado.

Los valores están comprendidos entre 5 y 15%, con un valor medio del 7%.

## BALANCE

El balance hidráulico medio estimado para el período 1948-1983, se indica a continuación:

### Entradas

Infiltración lluvia	50 hm <sup>3</sup>
Infiltración regadíos	40 hm <sup>3</sup>
Entradas laterales	55 hm <sup>3</sup>
Infiltración río Jaraco	5 hm <sup>3</sup>
Infiltración río Girona	12 hm <sup>3</sup>
Infiltración río Serpis	6 hm <sup>3</sup>
	<hr/>
TOTAL	168 hm <sup>3</sup>

### Salidas

Bombeos	70 hm <sup>3</sup>
Salidas al mar	66 hm <sup>3</sup>
Salidas a las marjalerías	29 hm <sup>3</sup>
Manantiales	3 hm <sup>3</sup>
	<hr/>
TOTAL	168 hm <sup>3</sup>

Los valores de infiltración de los ríos Jaraco y Serpis que aparecen en el balance son el resultado final de la relación influente y efluente que con respecto a la Plana presentan, según los tramos de sus cauces.

Las mayores entradas laterales se concentran en los sectores de Jeresa-Palma de Gandía, Oliva-Vergel y Tormos-Benimeli, correspondientes a descargas de los acuíferos carbonatados de Bárig, Mustalla y Segaria, respectivamente.

### **3. ESTADO DE LA INTRUSION**

#### **3.1. Redes de observación y control**

En el año 1974 se realizó el inventario de puntos de agua y en el año 1978 se estableció la red de control piezométrico. A partir de esta fecha se han venido realizando medidas a razón de cuatro campañas anuales. La red de control de la intrusión salina se estableció en Febrero de 1978 no existiendo coincidencia total entre esta red y la de control piezométrico. Esta red estaba basada en sondeos cuyas penetraciones en el acuífero son diversas; esta variedad es causa de que los capas de isolíneas no representen adecuadamente la proyección, sobre el plano topográfico, de una sección de la zona de mezcla.

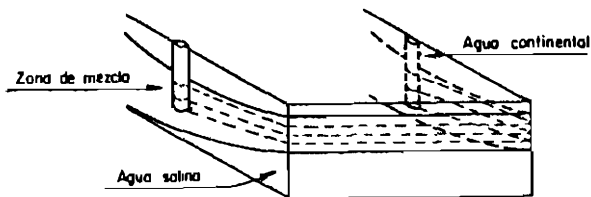
Por tanto, los mapas de isoconcentración en ión cloruro, resultantes podrían dar una idea equivocada de la forma y penetración de la intrusión.

Debido a esto en 1980 se planteó la reestructuración de la red. Con objeto de crear grupos de sondeos, con cota absoluta del fondo del pozo semejante, de conseguir mapas de isocloruros más representativos y a distintas profundidades.

La nueva red de control va a estar en función de la posición de la interfase respecto a la línea de costa. Se van a distinguir los tres casos que se observan en la Plana de Gandía-Denia.

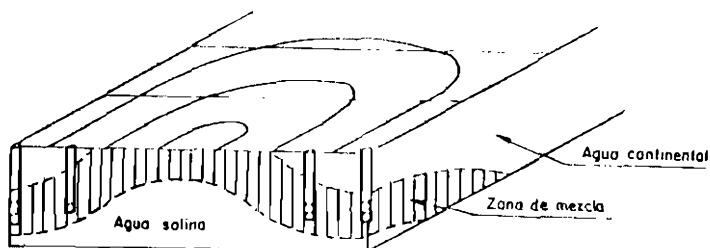
- a) Las líneas de isocloruros son aproximadamente paralelas a la línea de costa, ó, lo que es equivalente, la intersección de la interfase con el plano de cota 0 s.n.m., es aproximadamente paralela a la línea de costa.

Para detectar la posición de la interfase se van utilizar dos tipos de sondeos según queden por encima de la zona de mezcla o penetren en ellas tal como se puede ver en la figura siguiente:



Dentro de la plana de Gandía-Denia la zona de isocloruros paralelos a la costa es la de Jeresa-Oliva.

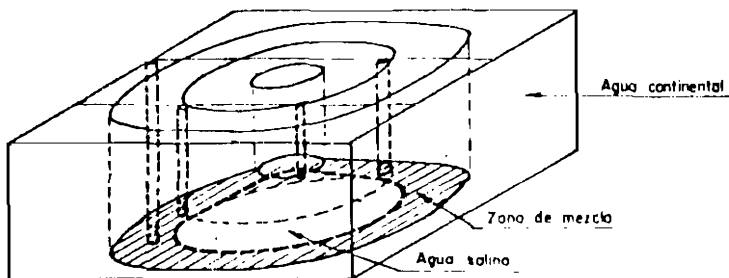
- b) Las líneas de isocloruros delimitan con la línea de costa, superficies más o menos asimilables a semicírculos, o lo que es equivalente, la intersección de la interfase con el plano de cota 0, s.n.m., tiene forma aproximadamente semicircular (interfase en forma de silla de montar). Al igual que antes se van a diferenciar dos tipos de sondeos según sean penetrantes o no en la zona de mezcla. Este segundo caso se refleja en la figura siguiente:



La zona de isocloruros formando semicírculos es asimilable a la de Jeresa-Cullera.

- c) Las líneas de isocloruros se cierran por dentro de la línea de costa. (interfase con forma de domo).

Al igual que en los dos casos anteriores, el control va a basarse en dos redes de sondeos que captarán, una el agua dulce que sale al mar por encima de la zona de mezcla y otra, el agua de la zona de mezcla:



La zona de isocloruros formando círculos, más o menos deformados sería la de Oliva-Pego y Vergel-Denia.

Estas redes se crearon con objeto de detectar el avance de la interfase y establecer un límite claro a partir del cual, se pueda asegurar que cualquier sondeo perforado aguas arriba del límite y a profundidad menor que la límite, captaría agua dulce.

En la práctica, no será posible encontrar sondeos con igual cota absoluta de su fondo, en este caso, se tomará un intervalo de profundidades.

A partir de las campañas del año 1983 se comienzan a dibujar los mapas de isocloruros basándose en la red de control así definida; que continúa así hasta la actualidad a razón de dos campañas anuales.

### 3.2. Evolución histórica

En las figuras 2 y 7 se recogen los mapas de isopiezas e isocloruros correspondientes al inicio y campaña Junio-Julio para poder establecer correlaciones sin que interfirieran las variaciones estacionales. En el mapa de la fig. 3 correspondiente a isocloruros del año 78 aún no se representaban los valores del contenido en cloruros en tres niveles diferentes agrupándose, todos juntos en un mismo plano.

De la observación de estas figuras vemos que al inicio del periodo ya existía una cierta intrusión para cuyo análisis vamos a dividir la plana de Gandía-Denia en tres zonas:

- Zona de Jaraco-Gandía.
- Zona de Oliva-Pego.
- Zona de Vergel-Denia.

Para la primera de estas zonas se puede observar que se ha producido un ligero incremento de la intrusión que



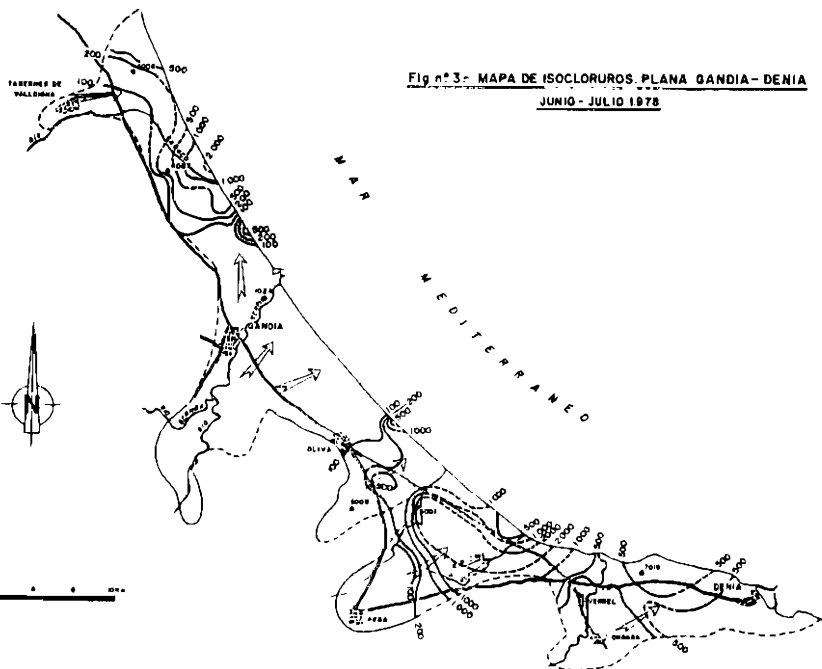
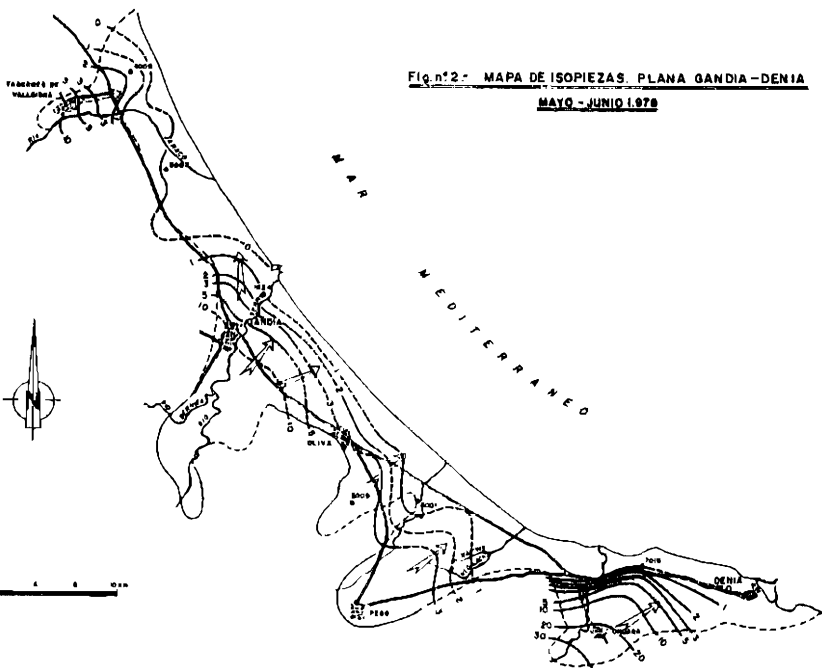


Fig nº 4 - MAPA DE ISOPIEZAS. PLANA GANDIA - DENIA  
 CAMPAÑA JUNIO DE 1967

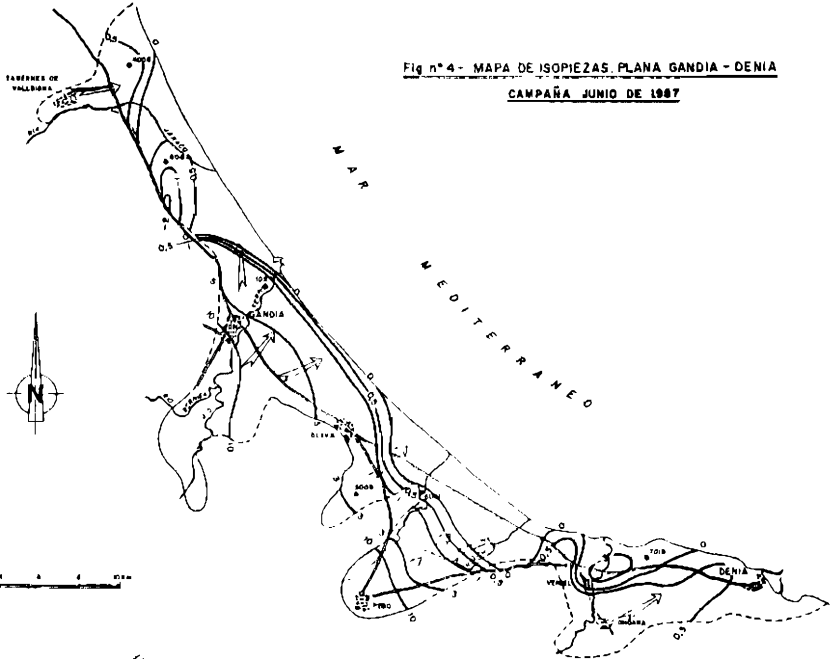
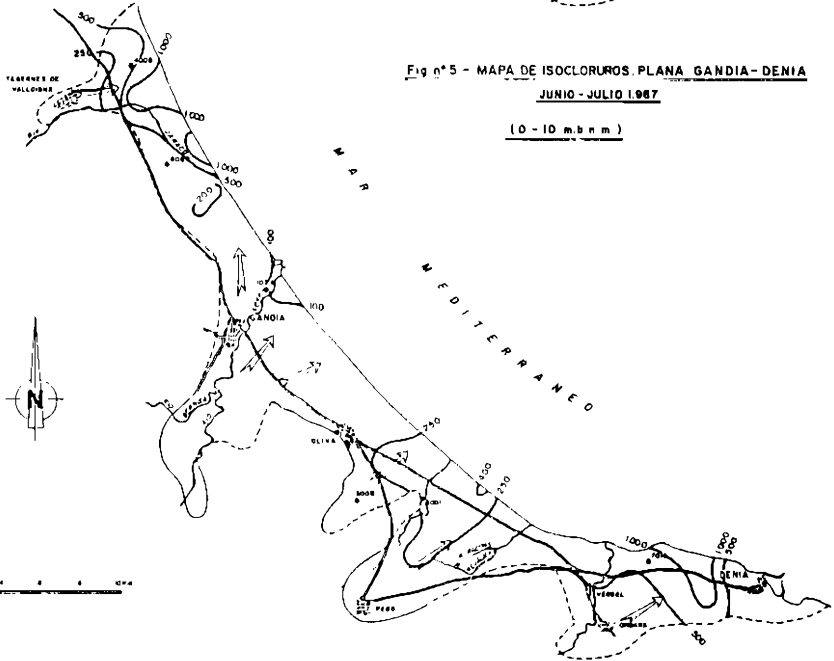


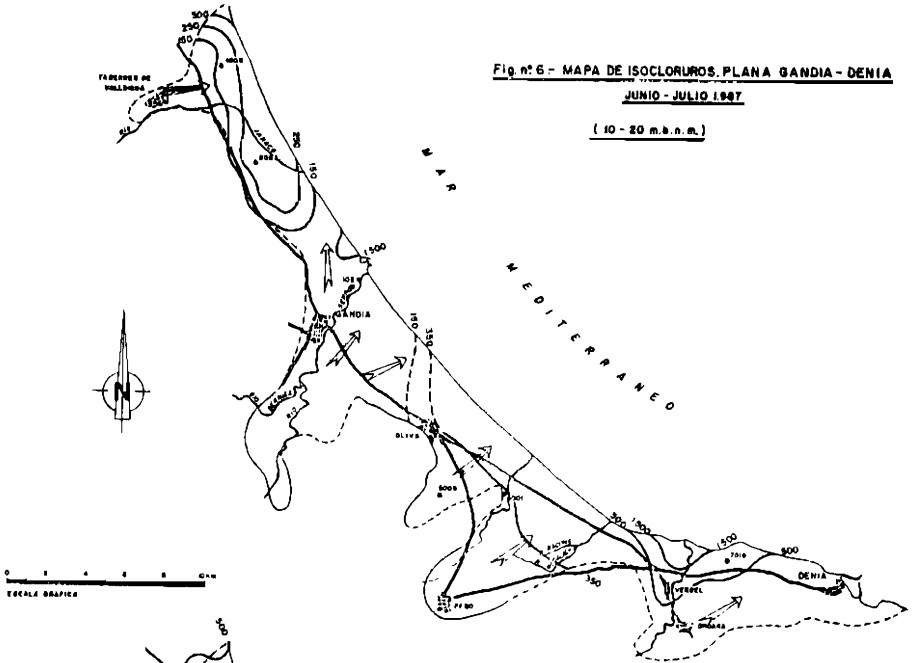
Fig nº 5 - MAPA DE ISOCLORUROS. PLANA GANDIA - DENIA  
 JUNIO - JULIO 1967

( 0 - 10 m. b. n. m )



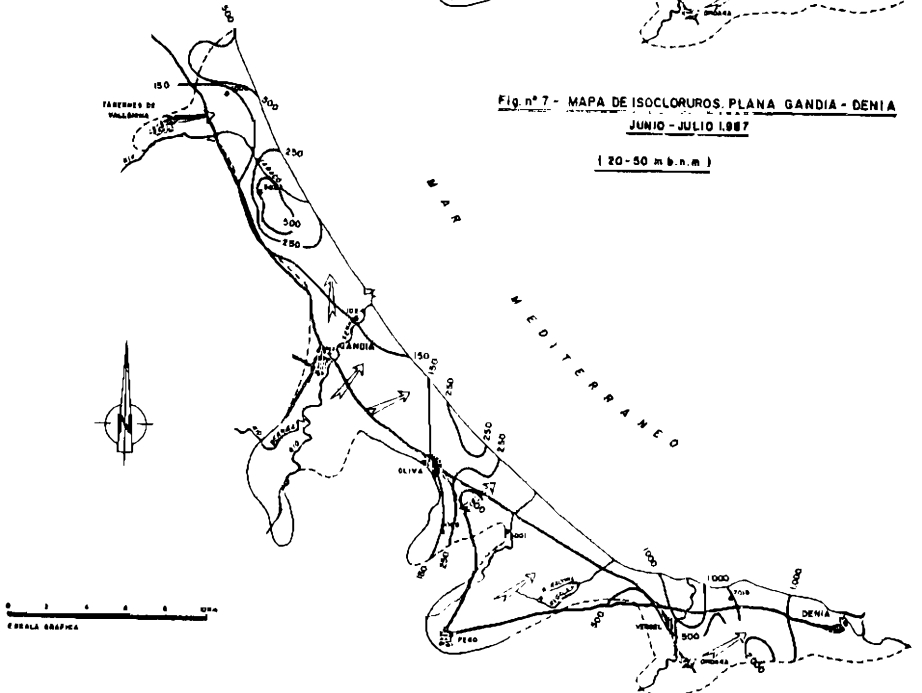
**Fig. nº 6 - MAPA DE ISOCLORUROS. PLANA GANDIA - DENIA**  
**JUNIO - JULIO 1987**

( 10 - 20 m. n. n. m. )



**Fig. nº 7 - MAPA DE ISOCLORUROS. PLANA GANDIA - DENIA**  
**JUNIO - JULIO 1987**

( 20 - 50 m. n. n. m. )



afecta a la zona norte de la misma. La recuperación habida en la zona de Gandía puede haber sido favorecida por el riego con aguas superficiales procedentes del embalse de Beniarrés en el río Serpis.

El área comprendida entre Oliva y Pego ha mejorado ligeramente su situación para 1987 en relación con 1978 aunque sigue existiendo un importante domo de intrusión en las proximidades de Oliva. Esta leve mejoría puede ser debida a la mejora de la precipitación que ha aumentado la descarga procedente del acuífero de Albuerca-Gallinera-Mustalla.

Para la última de las zonas analizadas, Vergel-Gandía se observa un claro avance de la intrusión con un domo salino de gran desarrollo que alcanza su máxima expresión en la zona comprendida entre Ondara y Denia con valores de contenido en cloruros por encima de 2.000 mgr/l. El escaso aporte de recursos superficiales que existe en esta zona favorece el avance de la intrusión que ha provocado el abandono de numerosos pozos altamente salinizados.

En la fig. 8 se han representado los datos correspondientes a tres piezómetros dos de ellos situados en la zona de Jaraco y el tercero en la de Denia.

Del estudio de la evolución piezométrica se puede ver que no existe una tendencia neta al descenso de los niveles, esta ausencia de descensos puede ser debida a la entrada de agua de mar que reemplaza al agua dulce extraída evitando así la caída de niveles. Sí se observa, sin embargo, en dos de ellos que los niveles se encuentran casi permanentemente por debajo del nivel del mar lo cual crea un gradiente de flujo negativo que favorece la penetración del agua de mar y por tanto la intrusión.

También se puede observar una disminución del contenido en cloruros como consecuencia de los incrementos de la pluviometría, con un desfase de dos a cuatro meses aproximadamente.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Dentro de la plana de Gandía-Denia podemos decir que existen tres zonas claramente afectadas por el fenómeno de la intrusión y sobre las cuales deberían emprenderse acciones de inmediato. De estas tres zonas la que presenta los problemas más graves actualmente corresponde al área de Ondara-Denia donde la escasez de recursos superficiales está provocando un avance irreversible de la interfases agua dulce-agua salada tierra adentro.

PLANA DE GANDIA - DENIA EVOLUCION PIEZOMETRICA Y DE CLORUROS

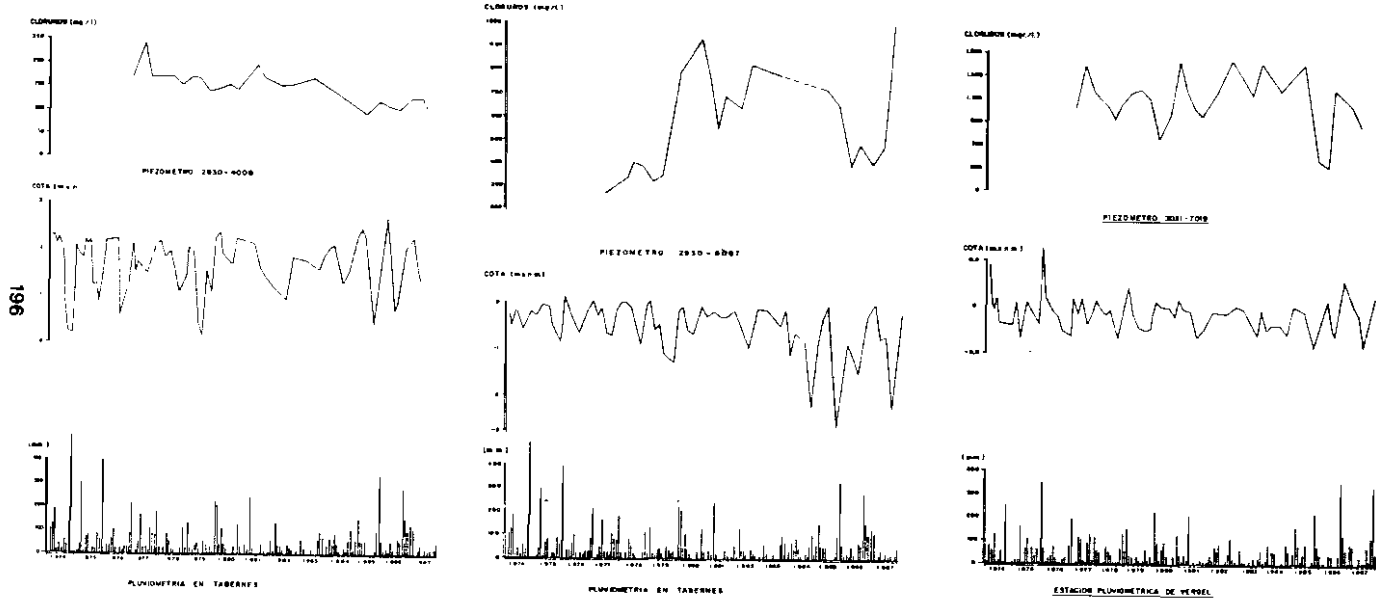


FIG:8

Debe plantearse una urgente redistribución de los recursos en estas zonas intruidas combinada con la importación de recursos de otras zonas del interior, estas aportaciones harían disminuir la demanda de agua subterránea de las planas y a la vez constituirían una recarga natural que serviría de freno al avance de la intrusión y poco a poco podría hacerla retroceder.

## BIBLIOGRAFIA

- "Proyecto para el desarrollo del plan de Gestión y Conservación de acuíferos en las cuencas media y baja del río Júcar, Ebro y Pirineo Oriental" IGME. Informe anual.
- "Reestructuración de la red para el control de la intrusión marina en el sistema 50" (1980). IGME.
- "Evolución piezométrica de los acuíferos de la cuenca media y baja del río Júcar, hasta 1980-81". IGME (1981).
- "Las aguas subterráneas de la provincia de Alicante". IGME (1982).
- "Proyecto para la preparación de un informe actualizado de los recursos hidráulicos subterráneos y su uso presente y futuro en la cuenca media y baja del río Júcar". IGME (1987).
- "Las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, calidad y perspectivas de utilización". IGME. 1988.
- "Modelo matemático de la plana de Gandía-Denia". IGME (1977).