

EVOLUCION DE LA INTRUSION SALINA EN LA PLANA DE SAGUNTO DESDE 1977 A 1987. APLICACION DEL METODO DE PREDICCIÓN DE BROWN

1. Resumen

2. Ubicación de la zona: entorno y geología

3. Evolución de la intrusión marina en la Plana de Sagunto

Hoja de Sagunto. Zona al Norte del Río Palancia (Figura 4):

Hoja de Buriasot. Zona Sur del Río Palancia:

4. Predicción de la evolución en los próximos cinco años

5. Conclusiones

6. Bibliografía

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

**EVOLUCION DE LA INTRUSION SALINA EN LA PLANA DE
SAGUNTO DESDE 1977 A 1987. APLICACION DEL METODO DE
PREDICCION DE BROWN.**

Isabel Míguez Marín

Margarita Gómez Sánchez

División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E

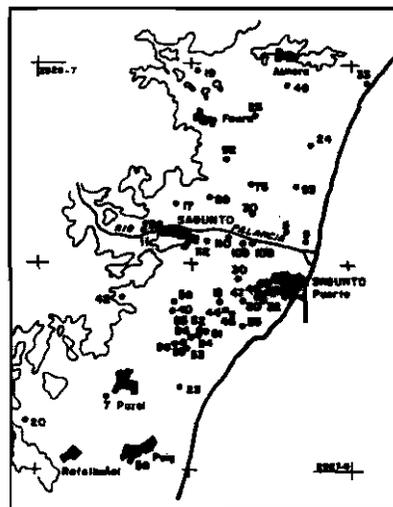
1.-RESUMEN.

El presente estudio realizado en la Plana de Sagunto trata de mostrar de una forma global y gráfica la evolución de la intrusión marina en los últimos diez años en base a los datos de cloruros y conductividad de la red de control de la intrusión establecida por el I.G.M.E. en la zona. Se destacan dos zonas de estudio diferenciadas, una al norte del río Palancia y otra al sur. Por último se hace una predicción de la evolución de los cloruros en los próximos cinco años mediante el método de Brown con suavizado previo de las series temporales que definen los datos existentes de cloruros.

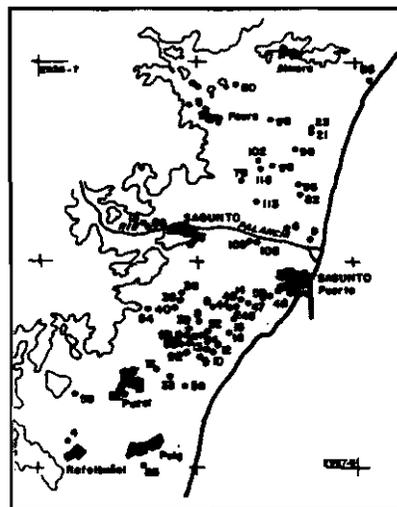
2.-UBICACION DE LA ZONA: ENTORNO Y GEOLOGIA.

La zona de estudio comprende el subsistema acuífero de la Plana de Sagunto, dentro del sistema acuífero 56, Sierra del Espadan-Plana de Castellon-Sagunto.

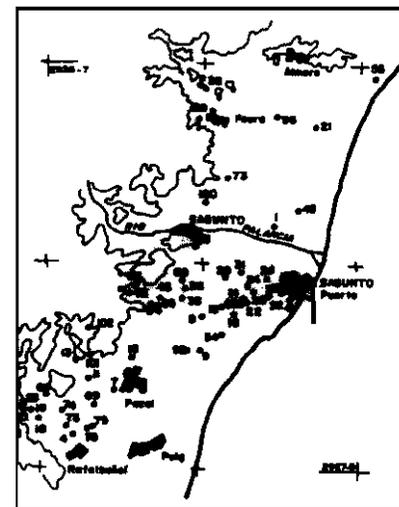
Morfológicamente la Plana de Sagunto, es una llanura costera de 125 km² de extensión, entre la cota 20 y el nivel del mar, y está comprendida entre las localidades de Almenara y Puzol, y en su interior se encuentra el límite de las provincias de Valencia y Castellón. Abarca las hojas a escala 1:50000 de Sagunto (2926, octantes 7 y 8), Burjasot (2927, octantes 3 y 4), y Moncáfar (3026, octante 1).



RED DE PIEZOMETRIA



RED DE INTRUSION



RED DE CALIDAD

FIG. 1 SITUACION DE LAS REDES DE PIEZOMETRIA, INTRUSION Y CALIDAD EN LA PLANA DE SAGUNTO (BANCO DE DATOS IGME)

Hidrogeológicamente esta unidad pliocuaternaria está constituida por niveles y lentejones de depósitos detríticos gruesos (arenas, gravas y conglomerados), englobados en una matriz limo-arcillosa. Estos materiales alcanzan un gran desarrollo y tienen génesis muy variadas; formaciones continentales, marinas y mixtas, hacia el interior van perdiendo potencia, quedando reducidos a depósitos de pie de monte, coluviales, terrazas aluviales etc. Así la potencia oscila entre 0 metros en el borde de la Plana hasta valores máximos de unos 150 metros. (La potencia media es de unos 70-100 metros). Nuestros datos tratan exclusivamente los 20-40 metros primeros del Pliocuaternario.

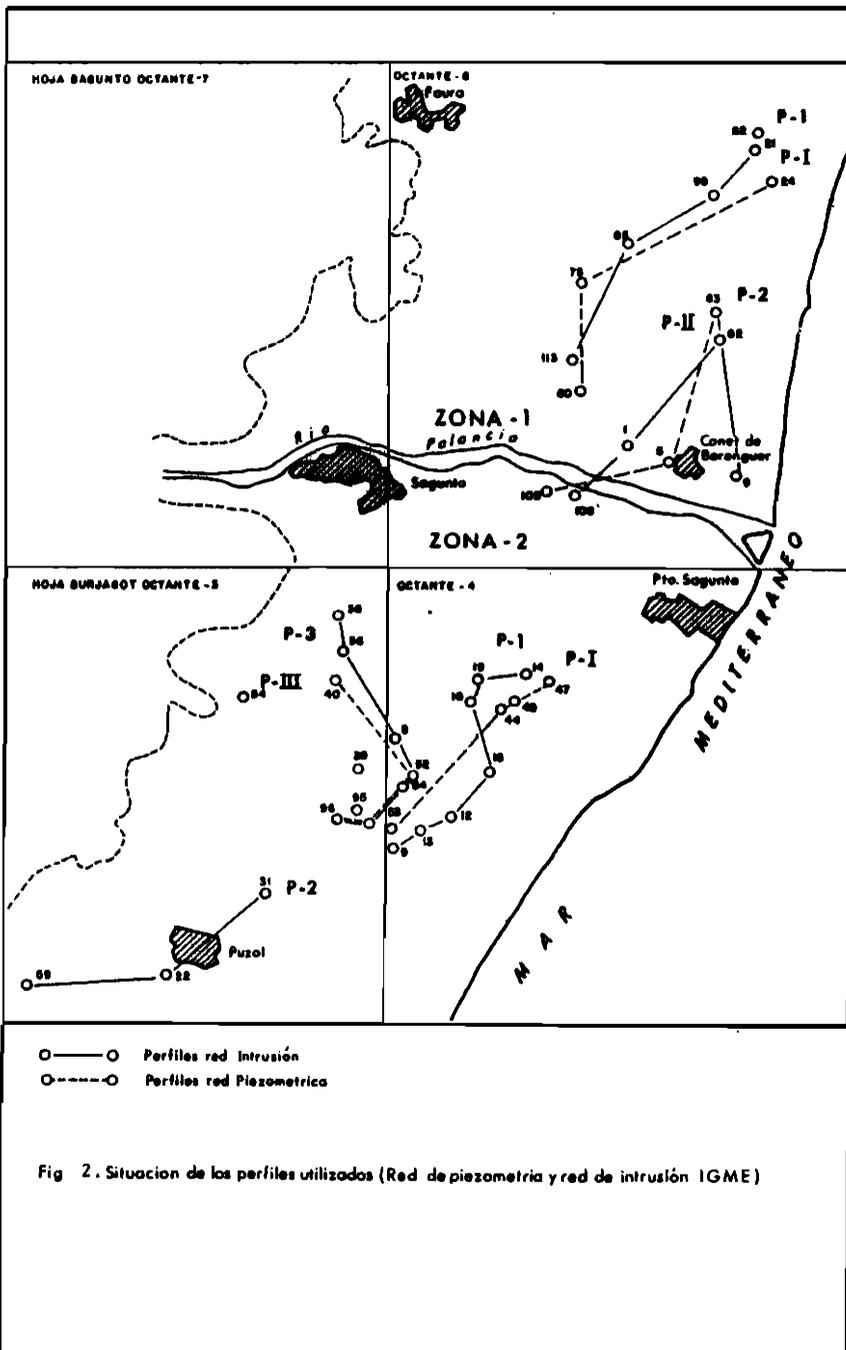
En la figura 1, están representados, los puntos de las redes de control de piezometría, intrusión y calidad (I.G.M.E.), en la Plana de Sagunto, cuyos datos han sido utilizados en este trabajo.

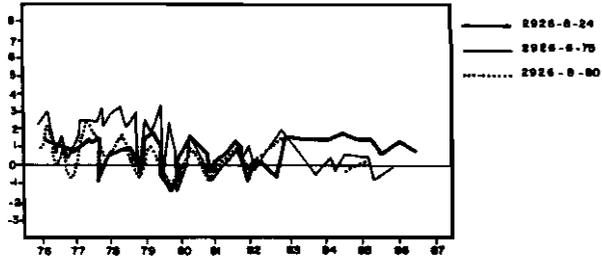
3.-EVOLUCION DE LA INTRUSION MARINA EN LA PLANA DE SAGUNTO.

Tras la revisión de los datos disponibles de las redes de intrusión, calidad y piezometría, se ha realizado el estudio en base al periodo comprendido entre 1977-1987. El total de puntos pertenecientes a la red de intrusión en la Plana de Sagunto es de 66, de los cuales se han escogido 33 para el seguimiento debido a que ofrecían las series más completas. Se han dibujado mediante plotter todas las gráficas de estos puntos sacando directamente los datos de la Base de Datos Aguas. Los parámetros controlados son los cloruros en mg/l y la conductividad en micromhos/cm, ya que son los más representativos en el fenómeno de la intrusión marina.

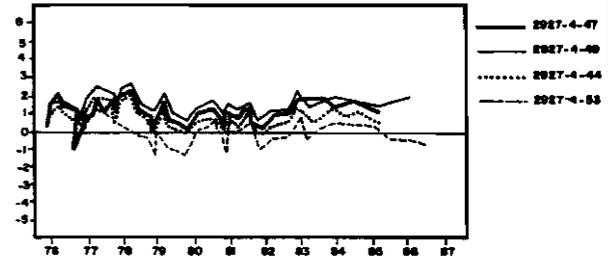
Los valores representados, son los valores medios de todos los puntos de un mismo perfil, para cada año, que siguen una misma evolución. En cada punto del perfil se han calculado los valores medios de todas las medidas existentes en un mismo año.

Una vez diseñados los perfiles de intrusión, utilizando la información de la red de piezometría, se dibujaron perfiles de evolución piezométrica, lo más próximos posibles a los anteriores, confirmando también en este caso la similitud de la evolución en el tiempo de los puntos agrupados por perfil. De esta manera se intentaba encontrar una relación entre las evoluciones piezométricas y las

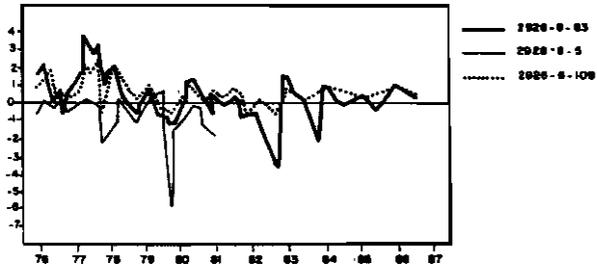




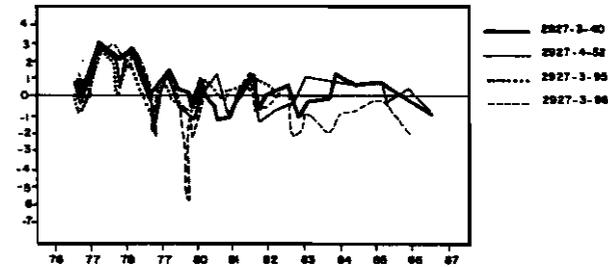
ZONA 1 - PERFIL I



ZONA 2 - PERFIL I



ZONA 1 - PERFIL II



ZONA 2 - PERFIL III

Fig 3. Perfiles de evolución piezometrica - Datos de la red de control de piezometria (IGME)

variaciones en los contenidos de cloruros y conductividad.

Se observó que las evoluciones se agrupaban por zonas y dentro de estas por perfiles, siguiendo cada perfil una evolución similar. De entre todos estos puntos se eligieron aquellos con series completas medidas entre 1977 y 1987. Se establecieron dos zonas una al norte del río Palancia (Zona 1), y otra al sur (Zona 2), como se aprecia en la Figura 2.

En la Zona 1, perteneciente a la hoja de Sargunto, se estudiaron dos perfiles (Perfil 1 y 2), consecuencia de ello son dos gráficas de evolución. En la Zona 2, de la hoja de Burjasot, se estudiaron tres perfiles, que dieron como resultado tres gráficas de evolución.

En cuanto a piezometría se obtuvieron dos perfiles para la Zona 1 (F-I y F-II) y otros dos para la Zona 2 (P-I y P-III). Figura 3.

A continuación se describe el seguimiento por zonas:

Hoja de Sargunto. Zona al Norte del Río Palancia (Figura 4):

Zona 1, perfil 1:

La profundidad media de los puntos es de 17 metros. Después de una subida de los cloruros en el año 1977, en el periodo comprendido entre el 1978-1982, los valores se mantienen en los mismos márgenes de magnitud, comenzando a subir progresivamente entre 1982-1985, para sufrir un pequeño descenso en el año 1986 con valores similares a 1984. Aunque la tendencia general es ascendente los valores no resultan preocupantes.

Piezométricamente, se observa - Figura 3-, una ligera tendencia hacia oscilaciones del nivel en un margen de cota (entre -1 y +1 metro), sobre todo en los puntos más próximos a la zona de mayor explotación en las inmediaciones del río Palancia. Este descenso en el nivel se produce sobre todo a partir de finales de 1984, que podría coincidir con el aumento de las concentraciones de Cloruros y de conductividad para las mismas fechas.

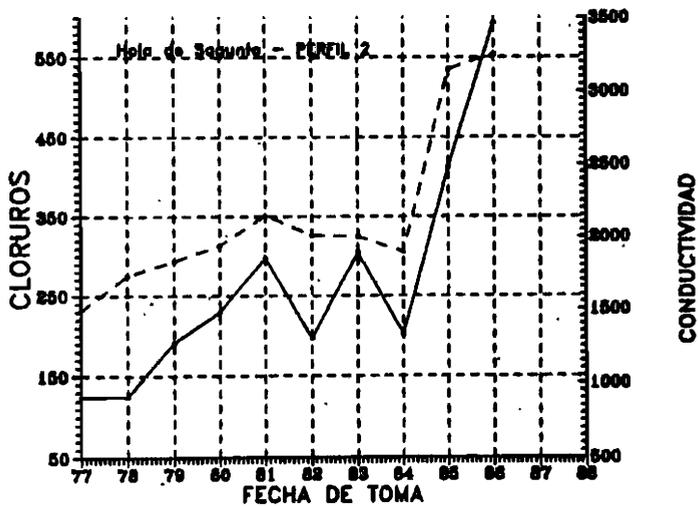
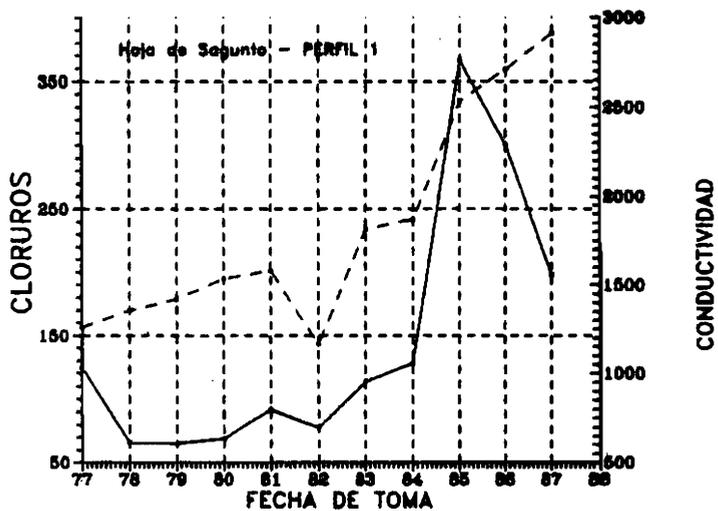


Figura n° 4

Zona 1. perfil 2:

La profundidad media de los puntos controlados es de 19 metros. Este perfil se encuentra más próximo que el anterior a la línea de costa. La evolución sigue unas pautas similares al perfil anterior con tres picos de subida en los años 1981, 1983 y 1985, con la salvedad de que por lo general el valor de los cloruros es más alto en este segundo perfil.

El perfil piezométrico P-II refleja también unas oscilaciones en torno a la cota cero en unos márgenes que se encuentran entre -4 y +1 metros, corroborando el empeoramiento en cuanto a calidad que se observa en el perfil de Cloruros/Conductividad.

Hoya de Buriasot, zona al sur del Río Palencia:

Zona 2. perfil 1i (Figura 5)

La profundidad media de los puntos en esta zona es de 16 metros. Se observa un aumento de los valores a partir del año 1982. Como ocurría en la Zona 1, el Perfil 1, el más próximo a la línea de costa de esta zona, ofrece los valores más altos de Cloruros y conductividad, puesto que la conductividad llega a alcanzar valores puntuales de hasta 11000 micromhos/cm y cloruros de hasta 3493 mg/l en alguno de los puntos de control del perfil (Figura 2, P-1, punto 14).

Es en esta última zona, al SE de Sagunto, donde se localizan las extracciones de mayor importancia, y es por tanto en este último perfil donde puede apreciarse mejor la intrusión a partir del año 1982.

Zona 2 Perfil 2i

La profundidad media de los puntos es de 25 metros. Este perfil -el más interior de los considerados-, presenta los valores más bajos de todos los perfiles, no reflejando valores que presenten contaminación por intrusión. En el año 1985 se refleja la subida más alta.

Zona 2 Perfil 3i

La profundidad media de los puntos es de 41 metros. Este perfil presenta unos valores bastante similares a los del perfil 1 de la zona norte, comienzan a subir los valores a partir del año 1981,

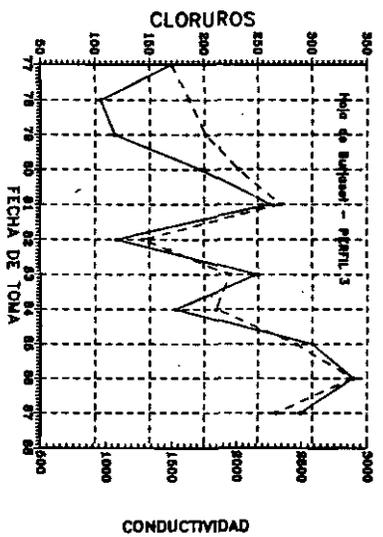
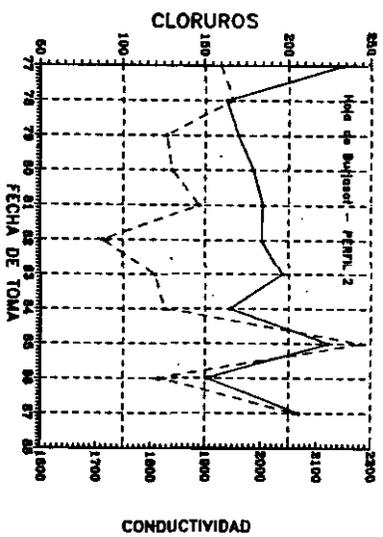
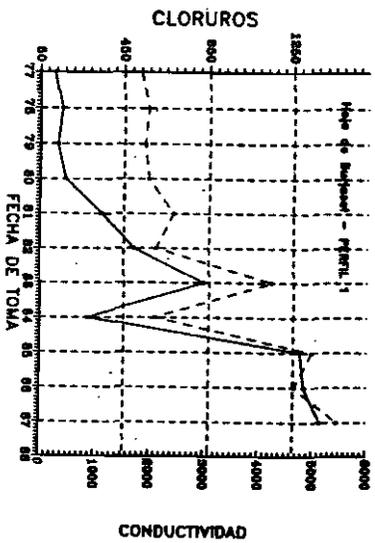


Figura n° 5

alcanzando el pico más alto en el 1986 tampoco ofrece una contaminación por intrusión importante.

Piezométricamente los puntos describen diferentes tendencias ya que unos puntos se mantienen bajo el nivel del mar (-3 metros máximo), sin embargo otros oscilan entre +1.5/-1 metros.

Se ha calculado el coeficiente de correlación entre los valores de cloruros y conductividad para las cinco series temporales obteniéndose los siguientes coeficientes que reflejan una correlación aceptable en la mayor parte de las series:

Zona 1:

Perfil 1=0.82

Perfil 2=0.93

Zona 2:

Perfil 1=0.97

Perfil 2=0.58

Perfil 3=0.91

4.- PREDICCIÓN DE LA EVOLUCIÓN EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS.

Se ha aplicado a las cinco series temporales, un método estadístico predictivo, el método de Brown.

Los procedimientos de predicción basados en el " simple exponential smoothing " consideran que la serie temporal está compuesta de dos términos: un nivel y un valor residual (impredecible) en cada punto. Si la serie temporal fuera una serie aleatoria, obviamente sería representativa una media simple de los valores. Sin embargo, en el contexto de las series temporales parece razonable dar más peso a las observaciones más recientes. Un método de conseguir esto consiste en emplear una media ponderada con unos factores de peso decrecientes según una ley

geométrica -exponencial generalmente-, de modo que el nivel o valor en el instante t se estima según:

$$\bar{x}_t = ax_t + a(1-a)x_{t-1} + a(1-a)^2x_{t-2} + \dots \quad 0 < a < 1$$

Aplicando esto al instante t-1 y restando la ecuación en el instante t y en instante t-1 se llega a:

$$\bar{x}_t = ax_t + (1-a)\bar{x}_{t-1} \quad 0 < a < 1$$

Se trata por tanto de reemplazar la serie original inicial dada por otra serie suavizada. La constante a se conoce como constante de suavizado. Cuanto mayor sea este valor, se conceden menores pesos a los términos mas lejanos en el tiempo. Esto permite filtrar fluctuaciones de los valores locales en la serie temporal, consiguiendo así una predicción mas fiable. De un modo mas genérico, el método de Brown asume que la serie temporal en estudio es función localmente de funciones conocidas del tiempo mas un valor residual. Estas funciones del tiempo generalmente son funciones polinómicas, exponenciales, etc...

La aplicación de este método a las series temporales de cloruros de los perfiles se ha realizado suponiendo una tendencia lineal de los valores, con un valor de a=0.1.

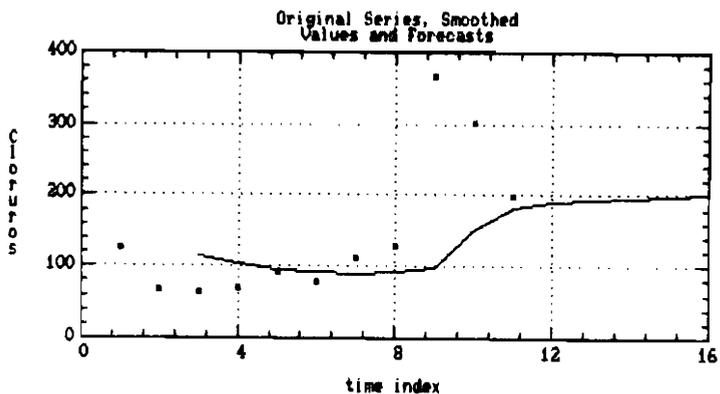
La validez de lo aqui expuesto debe considerarse asumiendo que las variables que incluyen en la evolución de la concentración de cloruros, tales como regimen de explotación de los acuíferos, pluviometrias, etc... siguen actuando de forma similar.

Los resultados que se obtienen para una predicción a 5 años son los indicados en las Figuras 6 y 7, considerando como año 0 el 1977 (time index).

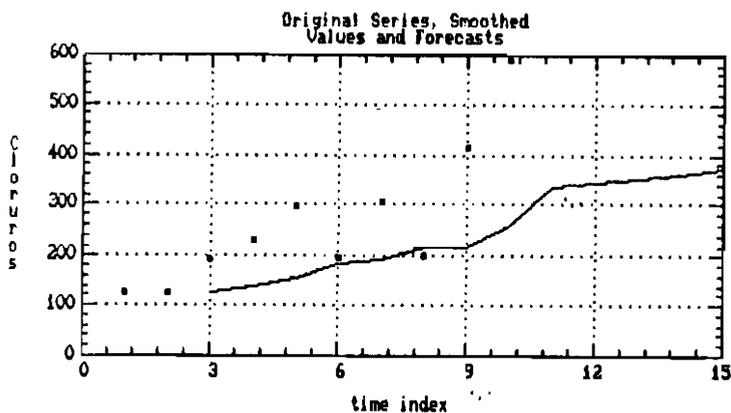
Zona 1:

En la Zona 1 Perfil 1, puede aventurarse que la concentración de cloruros puede alcanzar unos valores cercanos a unos 200 mg/l.

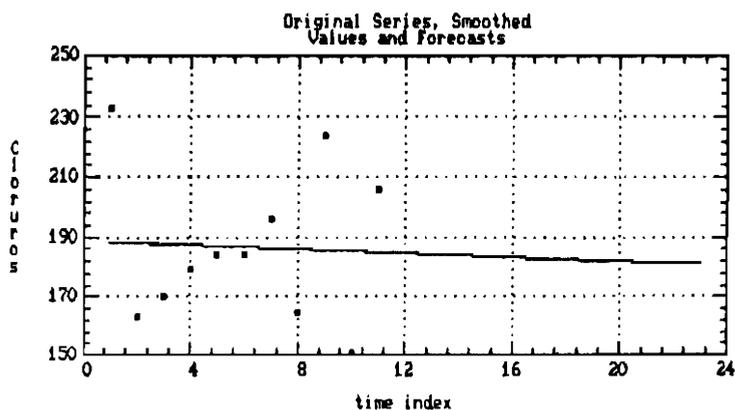
En la Zona 1 Perfil 2, la tendencia del valor del parámetro cloruros es a oscilar alrededor de los 370-400 mg/l.



Hoja de Sagunto
P - 1

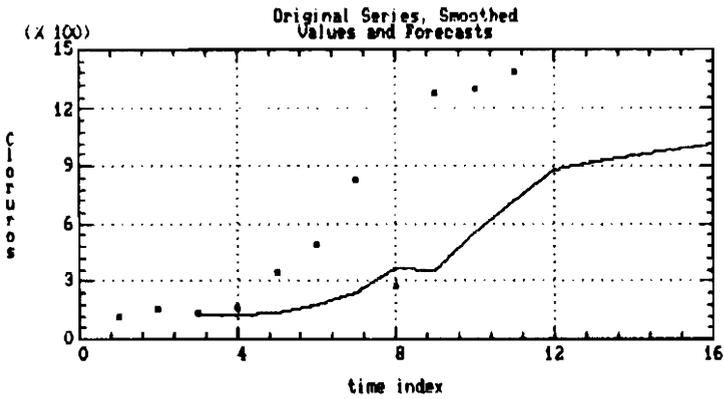


Hoja de Sagunto
P - 2

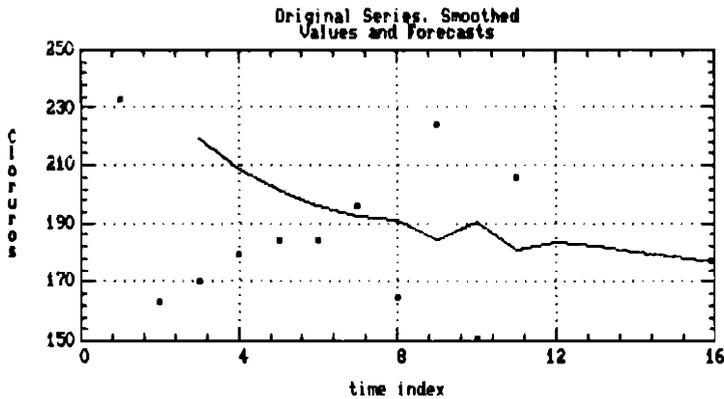


Hoja de Burjasot
P - 2

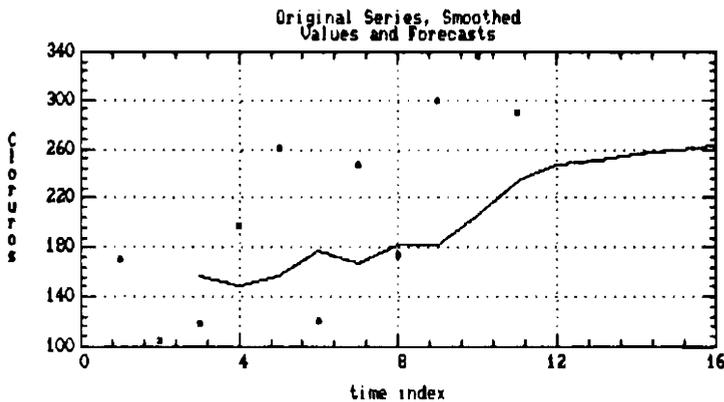
Figura n° 6



Hoja de Burjasot
P - 1



Hoja de Burjasot
P - 2



Hoja de Burjasot
P - 3

Figura nº 7

Zona 2:

En la Zona 2 Perfil 1, sigue el aumento en el valor de los cloruros y se tiende hacia los 1000 mg/l. Continuará siendo la zona más salinizada.

En cambio el Perfil 2, tiende a alcanzar valores alrededor de 180 mg/l. La aplicación del método expuesto a este perfil permite concluir que la tendencia general es a disminuir la salinización, asumiendo las condiciones dadas anteriormente. Se ha realizado también un ajuste de una recta por mínimos cuadrados para comprobación de la tendencia apuntada por el método de Brown (Figura 7, último gráfico).

En el Perfil 3 se observa una tendencia al aumento, siendo previsible dentro de cinco años concentraciones de cloruros del orden de 270 mg/l.

5.-CONCLUSIONES.

A la vista de los resultados obtenidos en el presente estudio, cabe esperar un avance moderado de la intrusión salina durante los próximos cinco años, asumiendo la hipótesis mencionada anteriormente sobre la influencia de otros parámetros en la intrusión.

Se observa que el avance de la intrusión puede seguir siendo mayor en la zona comprendida entre el Perfil 2 de la Zona 1 y el Perfil 1 de la Zona 2, es decir entre la zona al N de Puzol y el S del Puerto de Sagunto.

Asimismo cabe destacar el esperado retroceso de la intrusión en la zona alrededor del Perfil 2 de la Zona 2.

6.-BIBLIOGRAFIA.

-I.G.M.E (1980). Estudios de gestión y conservación de acuíferos (Plana de Sagunto).Madrid.

-I.G.M.E (1983-84). Proyecto para el inventario de focos potenciales de contaminación de las aguas subterráneas y evaluación de la situación en la calidad de las mismas en las cuencas media y baja del Júcar.Madrid.

-I.G.M.E (1984). Proyecto para la preparación de un informe actualizado de los recursos hidráu-

licos existentes en la comarca de Sagunto (Comunidad Valenciana).Madrid.

-I.G.M.E (1985). Calidad de las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Situación actual y focos potenciales de contaminación.Madrid.

-GRANGER C.W.J, NEWBOLD P., (1977).Forecasting economic time series. Ed. Academic Press.

-BROWN, R.G. (1962), Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series .Englewood Cliffs, New Jersey.Prentice Hall.