

Instituto Geológico
y Minero de España



DIPUTACIÓN
DE ALICANTE
CÍCLO HÍDRICO

ANÁLISIS Y CONTRASTE DE METODOLOGÍAS PARA LA VALORACIÓN DEL IMPACTO DE LA EXTRACCIÓN DE AGUA EN ACUÍFEROS COSTEROS SALOBRES. APLICACIÓN AL ACUÍFERO DE CABO ROIG (ALICANTE).

ACTUALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO EN EL ACUÍFERO DE CABO ROIG (ALICANTE) CON VISTAS A LA REALIZACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO DE DENSIDAD VARIABLE.

MADRID. FEBRERO 2005

El presente estudio ha sido realizado en el marco del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Excm. Diputación Provincial de Alicante (DPA), actuando como directores del mismo D. José Manuel Murillo Díaz (IGME) y D. Luis Rodríguez Hernández (DPA).

El equipo técnico, que ha intervenido en su colaboración, ha estado formado por:

Responsable:

José Manuel Murillo Díaz (IGME)

Autores:

Paola Romero Crespo (ETSI Minas-UPM)

Francisco Javier Elorza Tenreiro (ETSI Minas-UPM)

Toma de datos en campo:

Jorge Hornero Díaz (IGME)

CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	1
3. Ubicación del área de estudio.....	2
4. Aspectos climáticos.....	2
5. Red de drenaje.....	4
6. Geología.....	4
6.1. Estratigrafía.....	4
6.2. Tectonismo.....	8
7. Geofísica.....	9
8. Hidrogeología.....	25
8.1. Delimitación del acuífero.....	25
8.2. Rocas acuíferas e impermeables.....	25
8.3. Características Hidráulicas.....	31
8.4. Piezometría.....	31
9. Hidroquímica.....	34
10. Conclusiones.....	47
Referencias.....	49

ÍNDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Ubicación del área, zonas de estudio y red de drenaje (Acuífero de Cabo Roig).....	3
Mapa 2. Geología Regional del acuífero de Cabo Roig.....	5
Mapa 3. Ubicación de las zonas, cortes geológicos y columnas estratigráficas disponibles en el acuífero de Cabo Roig.....	6
Mapa 4. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) realizados en el acuífero de Cabo Roig.....	10
Mapa 5. Isoresistividades a 5m de profundidad.....	14
Mapa 6. Isoresistividades a 10m de profundidad.....	15
Mapa 7. Isoresistividades a 20m de profundidad.....	16
Mapa 8. Isoresistividades a 30m de profundidad.....	17
Mapa 9. Isoresistividades a 40m de profundidad.....	18
Mapa 10. Isoresistividades a 50m de profundidad.....	19
Mapa 11. Isoresistividades a 60m de profundidad.....	20
Mapa 12. Isoresistividades a 70m de profundidad.....	21
Mapa 13. Isoresistividades a 80m de profundidad.....	22
Mapa 14. Isoresistividades a 90m de profundidad.....	23
Mapa 15. Isoresistividades a 100m de profundidad.....	24
Mapa 16. Profundidad del techo de la formación acuífera de Cabo Roig.....	27
Mapa 17. Profundidad del muro de la formación acuífera de Cabo Roig.....	28
Mapa 18. Cota del techo de la formación acuífera de Cabo Roig.....	29
Mapa 19. Cota del muro de la formación acuífera de Cabo Roig.....	30
Mapa 20. Cotas piezométricas del acuífero de Cabo Roig.....	33

	Pág.
Mapa 21. Ubicación de los registros de conductividad, temperatura y cota piezométrica.....	37
Mapa 22. Clasificación de Riverside-Índice de Salinidad.....	38
Mapa 23. Clasificación de Riverside-Índice SAR-Relación de Adsorción de Sodio.....	39
Mapa 24. Contenido de Cloruros (mg/l).....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estratigrafía Regional del área de Cabo Roig.....	4
Figura 2. Cortes Geoeléctricos. Perfil 1. Perfil 2. Perfil 3. Perfil 4.....	11
Figura 3. Cortes Geológicos I-I' y II-II'.....	32
Figura 4. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Norte del Acuífero de Cabo Roig.....	41
Figura 5.A. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Central del Acuífero de Cabo Roig.....	42
Figura 5.B. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Central del Acuífero de Cabo Roig.....	43
Figura 5.C. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Central del Acuífero de Cabo Roig.....	44
Figura 5.D. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Central del Acuífero de Cabo Roig.....	45
Figura 6.A. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Sur del Acuífero de Cabo Roig.....	45
Figura 6.B. Variación de la conductividad con la cota piezométrica en la Zona Sur del Acuífero de Cabo Roig.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas de los SEV realizados en Cabo Roig.....	9
Tabla 2. Coordenadas y profundidad del techo y del muro del acuífero de Cabo Roig (m), para cada registro.....	26

ACTUALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO EN EL ACUÍFERO DE CABO ROIG (ALICANTE) CON VISTAS A LA REALIZACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO DE DENSIDAD VARIABLE.

1. INTRODUCCIÓN

Hasta el momento se ha realizado la recopilación y análisis de la siguiente información hidrogeológica suministrada por el IGME:

- Archivo de puntos acuíferos-Estadística, realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España en los meses de noviembre y diciembre del 2000 y los meses enero y febrero del 2001.
- Registros de niveles piezométricos realizados por el IGME en 2001.
- Datos de control de temperatura, cotas piezométricas y conductividades desde febrero del 2002 a enero del 2003.
- Análisis químicos de muestras de agua realizados desde marzo del 2001 a noviembre del 2002.
- Cartografía de Cultivos y áreas urbanas correspondientes a los acuíferos del Terciario de Torrevieja y Cabo Roig (Alicante) mediante técnicas de teledetección, realizado por el IGME en 2000.
- Informe: Estudio de los recursos subterráneos de agua salobre en los Acuíferos de Torrevieja y Cabo Roig, II Fase, elaborado por el IGME en 2002.
- Informe realizado por el Consultor: Tecnología y Recursos de la Tierra S.A. en 1995. Nuevas Tecnologías para el saneamiento, depuración y reutilización de las aguas residuales en la provincia. Viabilidad de aplicación en medio Vinalopo, Vega Baja y Villajoyosa.
- Informe de Prospección por S.E.V. en Torrevieja (Alicante), realizado en 1982 por el IGME.

Se presenta a continuación una síntesis de los resultados obtenidos hasta la fecha.

2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de este estudio de actualización son:

- Caracterización geológica, geométrica y de las condiciones de borde del acuífero.

- Identificación de los afloramientos permeables y diferenciación entre los afloramientos permeables de las calcarenitas del Plioceno y los depósitos Cuaternarios.
- Realización de cortes hidrogeológicos para definir la estructura del acuífero en profundidad y en los contornos, en base a la información de las columnas litológicas y a medidas geofísicas.
- Recopilación bibliográfica de los parámetros hidráulicos.
- Interpretación de los datos de análisis químicos y de nivel freático.

3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Se encuentra ubicada al sur de la provincia de Alicante en la Cuenca del Segura y pertenece a la unidad hidrogeológica Campo de Cartagena - acuífero Cabo Roig. Este acuífero tiene como límites principales los siguientes:

- **Límite norte:** coincidente con la falla de San Miguel de Salinas
- **Límite este:** franja costera que une Punta Prima hasta el río Seco.
- **Límite oeste:** conformado por el límite entre las areniscas del Plioceno ($T_{s_2}^B$) y las margas del Andaluciense ($T_{ma_{12}}^{Bc}$) que va desde San Miguel de Salinas hasta río Seco.
- **Límite sur:** falla del río Seco coincidente con el cauce del río Seco.

Para una mejor explicación y mejor manejo de los datos disponibles sobre este acuífero se ha dividido este en tres zonas distintas:

Zona norte del acuífero: desde la carretera San Miguel de Salinas - Los Balcones hasta Punta Prima (área encerrada en el rectángulo color verde).

Zona central del acuífero: desde Punta Prima hasta el río Nacimiento (área encerrada en el rectángulo color rosa).

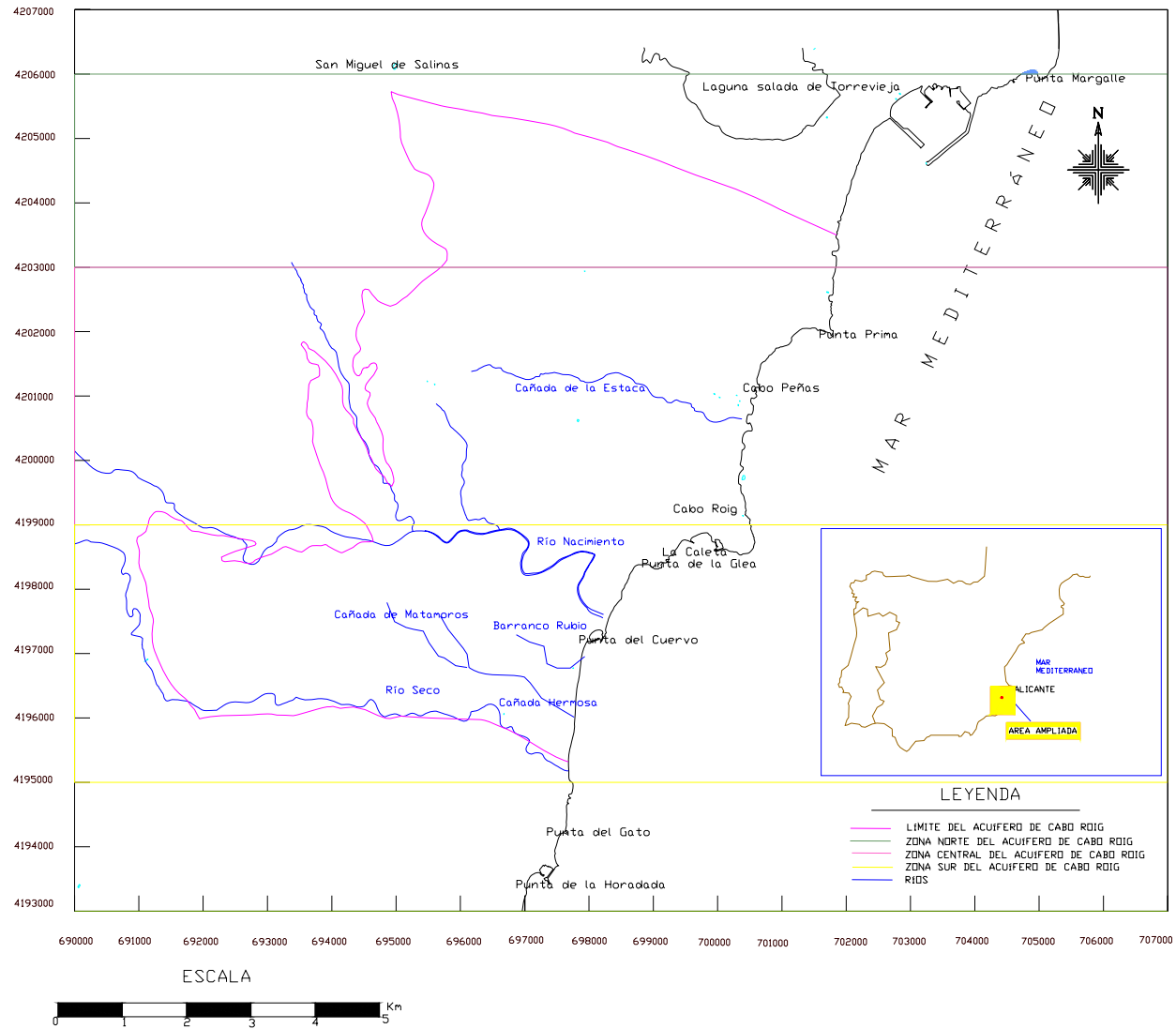
Zona sur del acuífero: desde río Nacimiento hasta río Seco (área encerrada en el rectángulo color amarillo).

En el mapa 1 se puede observar la ubicación y límites del área de estudio y las tres zonas en las cuales se ha dividido el acuífero.

4. ASPECTOS CLIMÁTICOS.

La temperatura media anual es de unos 17°C, el valor más bajo de temperatura es 11°C en los meses de diciembre a febrero y los valores más altos están alrededor de 26°C en los meses de julio y agosto.

La pluviometría media es de 310 mm en la estación de San Miguel de Salinas, considerando que en los meses más secos que son julio y agosto la pluviometría media está entre 1 y 6 mm mientras que en la época más lluviosa que es en el mes de octubre se tienen valores de 60mm.



**Mapa 1. Ubicación del área, zonas de estudio y red de drenaje (Acuífero de Cabo Roig).
Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.**

La evapotranspiración potencial media anual está comprendida entre 900 y 1000 mm y el valor medio anual de evapotranspiración real es de 263 mm. Por lo tanto, la lluvia útil media anual, que es la diferencia entre la precipitación y evapotranspiración real, será de 47 mm.

5. RED DE DRENAJE.

Entre los ríos encontrados en este sector, de norte a sur (*ver: red de drenaje en mapa 1*) tenemos:

- Cañada de la Estaca.
- Nacimiento.
- Barranco rubio.
- Cañada Hermosa.
- Cañada de Matamoros.
- Seco.

6. GEOLOGÍA.

6.1. Estratigrafía

El análisis de la información geológica ha sido realizado a partir de 28 columnas estratigráficas del Archivo de Puntos Acuíferos-Estadística, realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España en los meses de noviembre y diciembre de 2000 y los meses de enero y febrero de 2001 (*ver: geología regional en mapa 2 y ubicación de columnas estratigráficas en Mapa 3*). En estos registros ha podido identificarse una secuencia cronoestratigráfica, que va desde el Mioceno superior hasta el Cuaternario moderno, que puede observarse en la figura 1.

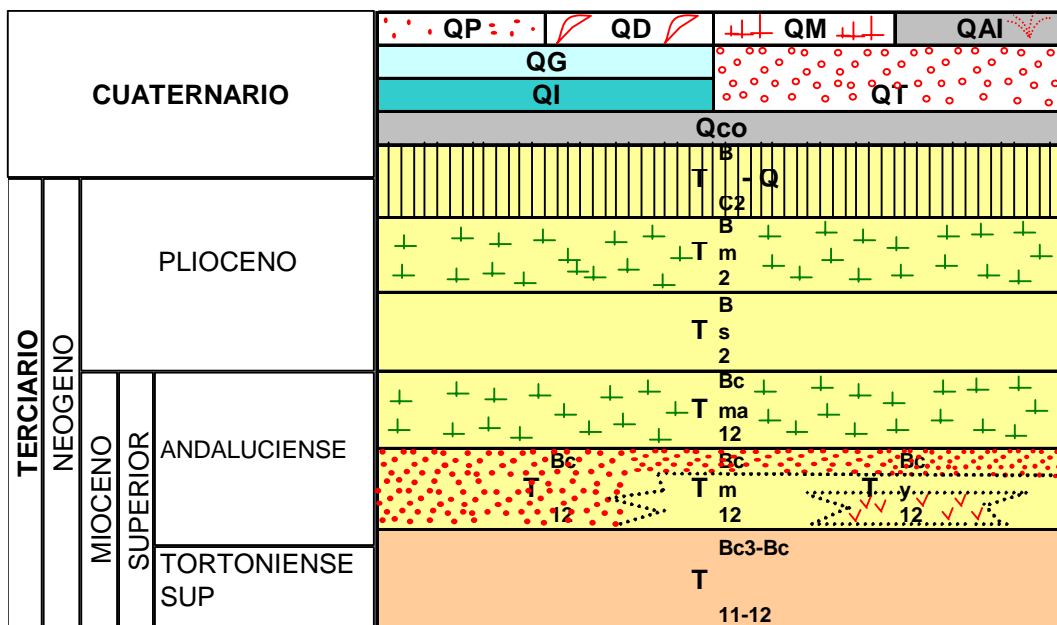
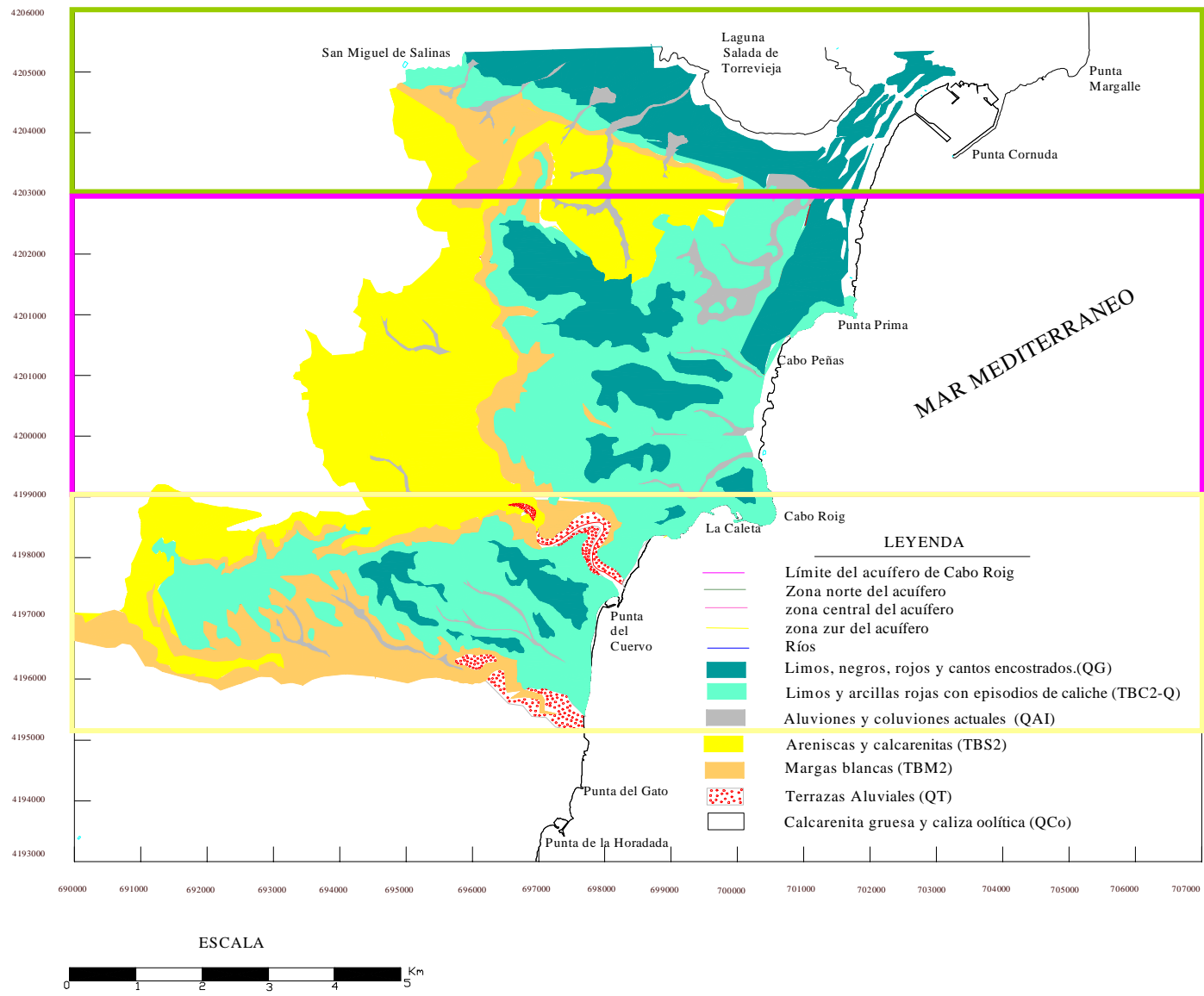
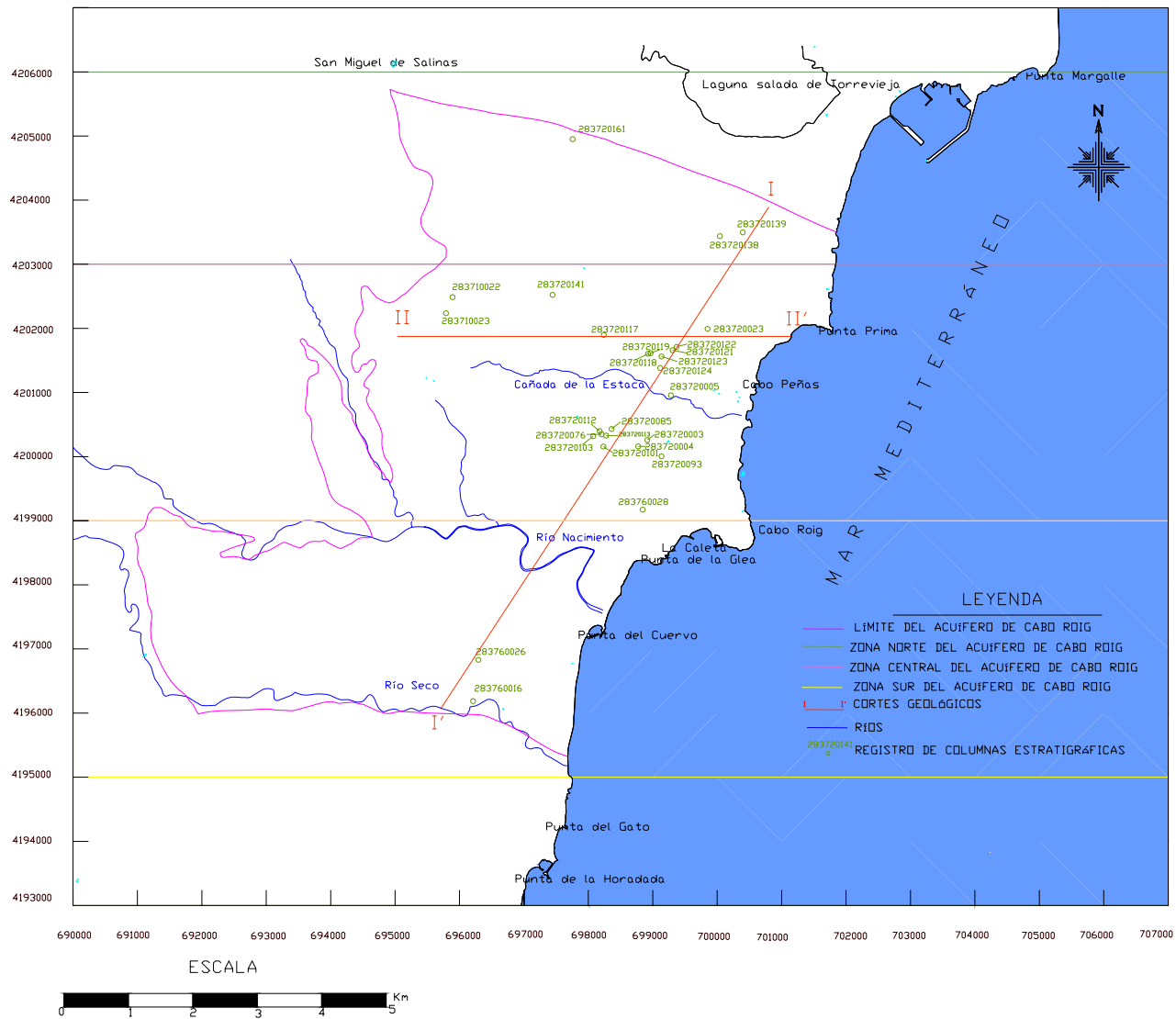


Figura 1. Estratigrafía Regional del área de Cabo Roig, tomada del Mapa Geológico de España E. 1:50.000. IGME



Mapa 2. Geología Regional del acuífero de Cabo Roig



Mapa 3. Ubicación de las zonas, cortes geológicos y columnas estratigráficas disponibles en el acuífero de Cabo Roig.
Fuente de datos: Instituto Geológico Minero de España

NEOGENO

Andaluciense (Tma^{Bc}_{12})

Se desarrolla hasta la base del Plioceno una compleja serie litoestratigráfica, conformada por margas y limos rojos fini-andalucienses (Tma^{Bc}_{12}). Con espesor muy variable desde prácticamente inexistentes hasta los 140 m en el área de San Miguel de Salinas.

Son en general margas grises a verdes muy siltosas, con esporádicas intercalaciones de finas calcarenitas arenosa, que dejan ver en su techo la presencia de limolitas rojas.

Plioceno

Se apoya por intermedio de una discordancia erosiva y angular sobre los términos litoestratigráficos andalucienses, constituye una secuencia de dos términos fácilmente identificables en el campo.

Areniscas basales ($T^B s_2$)

Constituyen una continua línea de cresta con un marcado carácter transgresivo, pues llegan indudablemente a descansar directamente sobre los términos litológicos andalucienses. Su espesor, tremendamente variable, pasa de 15-20 m a más de 100 m en el área de San Miguel de Salinas-Torre Vieja. Este nivel está formado por una alternancia de litarenitas, sublitarenitas y calcarenitas intraclásticas arenosas con delgados niveles margosos.

Margas blancas superiores ($T^B m_2$)

Constituyen un delgado nivel con espesor máximo de 20 m, cuya representación cartográfica es posible merced al escarpe superior que provoca la costra calcárea. Está constituido por margas blancas y llamativas bajo las arcillas rojas del Plio-Cuaternario, nunca presenta intercalaciones de arenisca y sí, hacia el techo un aspecto cada vez más arcilloso.

Plio-Cuaternario ($T^B c_2-Q$)

Se apoya sobre cualquier término del Plioceno o del Andaluciense. Dicha formación contiene en síntesis dos tramos bien característicos y que en conjunto llegan a alcanzar más de 20 m, el inferior a veces no visible, constituido por arcillitas y limolitas rojas y el superior, por una costra o caliche.

CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios, extensos y variados, pueden ser divididos en dos grandes conjuntos con cronologías relativas bien delimitadas en lo referente sobre todo al más antiguo. Los afloramientos considerados más importantes que aparecen en el área de estudio y pertenecen a depósitos cuaternarios son los siguientes:

Cuaternario antiguo

Comprende dos conjuntos de génesis bien distintas, uno inferior marino y otro superior continental.

Calcarenitas y calizas oolíticas (Q_{co}): Seguidos por el litoral desde Cabo Peñas hasta Cala Capitán.

Las Terrazas (Q_T): Existe un nivel de terraza ligado al curso del río nacimiento. Están constituidas fundamentalmente por cantos gruesos poco seleccionados y con un nivel de limos negros muy arenosos con escasos cantos. Esta terraza fluvial queda colgada entre 2 y 6 m sobre el cauce actual.

El glacis superior (Q_G): Dado que la formación Succina (T_{c2}^B-Q) es en origen un extenso glacis, damos la denominación de glacis superior a los depósitos que marcarían el tránsito o el límite del Pleistoceno. Se diferencian depósitos gruesos frecuentemente encostrados y limos rojos a negros.

Cuaternario moderno

Comprende depósitos típicos del litoral mediterráneo constituido por playas (Q_P), dunas móviles o fijadas por la vegetación (Q_D).

Otros depósitos que merecen comentarse son los depósitos de la actual red hidrográfica. En síntesis, dicho sistema de drenaje está rejuveneciendo intensamente los antiguos depósitos cuaternarios, observándose un encajamiento rápido sobre el glacis superior y sobre la propia formación encostrada. Este encajamiento con elaboración de escarpes es muy visible en la parte alta del Campo de Cartagena; es decir, casi al límite de afloramientos del glacis superior; sin embargo en recorridos muy cortos, las ramblas actuales pierden rápidamente pendiente río abajo, el escarpe desaparece y los depósitos del cauce (Q_{AI}) aparecen difuminados sobre el propio glacis.

6.2. Tectonismo

Se detecta la presencia de fallas con dirección N 110° a 120° E, que desplazan y condicionan los depósitos calcareníticos pliocénicos de sur a norte hacia el mar. Entre estos accidentes se encuentran los límites del acuífero: al norte la falla de San Miguel de Salinas que aísla el acuífero de Cabo Roig del de Torrevieja que está más hundido y al sur la falla del río Seco, este accidente está aproximadamente paralelo al cauce del río Seco, con dirección oeste-este, la cual aísla el acuífero de Cabo Roig del acuífero de Campo de Cartagena que se encuentra más hundido, con un salto mínimo estimado de 30 m (IGME, 1990).

Otra de las fallas más importantes es la del río Nacimiento, esta falla normal discurre casi paralela al río Nacimiento y perpendicular a la costa. En la zona de Cañada de la Estaca se presenta un importante surco, el cual está condicionado por una fractura, con dirección NE-SO, que propicia el hundimiento de esta zona con respecto a Los Dolses (IGME, 1990).

7. GEOFÍSICA

Se realizó un estudio de prospección por S.E.V. en Torrevieja (Alicante), en el año de 1982 por el Ministerio de Industria y Energía y el Instituto Geológico y Minero de España. Los sondeos y sus respectivas coordenadas (U.T.M), que están localizados en el área de estudio del acuífero de Cabo Roig son los siguientes:

SEV	X	Y	Z
10	695100	4205150	80
11	695350	4203200	95
12	696600	4201200	80
13	697000	4199500	50
14	697200	4199000	30
19	697100	4205100	60
20	698000	4203000	45
21	698700	4201200	42
22	699200	4200000	22
28	699650	4203400	60
29	700700	4202650	25

Tabla 1. Coordenadas de los SEV realizados en Cabo Roig

En el mapa 4 puede observarse que los 11 S.E.V, se encuentran en la parte norte y central del área de estudio, faltando datos de resistividades para la parte sur del acuífero. Con los datos de los S.E.V, se han realizado 4 perfiles geoelectricos (*ver figura 2*), los cuales pueden observarse en el mapa 4.

En el *perfil 1* se han identificado tres capas:

Primera capa: corresponde a depósitos cuaternarios con un espesor entre 5-10 m y un espesor mayor en el SEV-21 de 25 m, con valores de resistividad entre 100-400 Ω m.

Segunda capa: corresponde a areniscas y calcarenitas del Plioceno con valores de resistividad más altos en los SEV 19-20 con disminuciones en profundidad desde 298 a 55 Ω m y valores más bajos en los SEV 21-22 de 30-91 Ω m y un espesor promedio de 70 m.

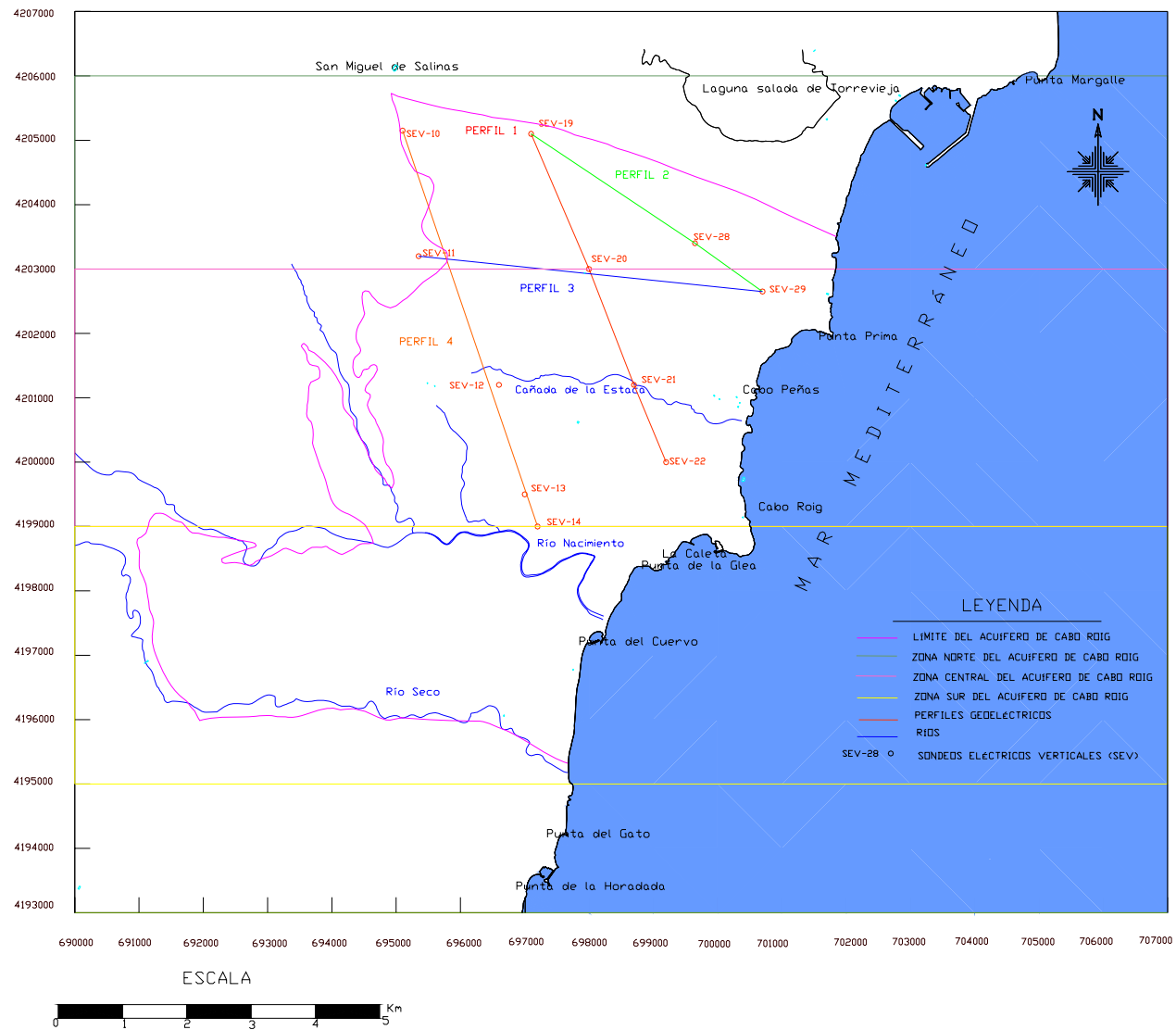
Tercera capa: corresponde al Mioceno superior, con valores de resistividad entre 2-10 Ω m y un espesor conocido de 140 m, porque es la máxima profundidad hasta la que se pudo llegar con los sondeos.

En el *perfil 2* se han identificado tres capas:

Primera capa: presenta valores de resistividad entre 301-1525 Ω m y un espesor entre 11-23m, estos valores corresponden a depósitos Cuaternarios y Pliocuaternarios.

Segunda capa: presenta valores de resistividad entre 38.8-472 Ω m y un espesor promedio de 70 m, con una disminución del espesor de 40m en el SEV-29 para las areniscas del Plioceno.

Tercera capa: tiene un espesor promedio conocido de 159 m y resistividades entre 2-10 Ω m estos valores corresponden a las margas verdes del Mioceno superior.



Mapa 4. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) realizados en el acuífero de Cabo Roig. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.

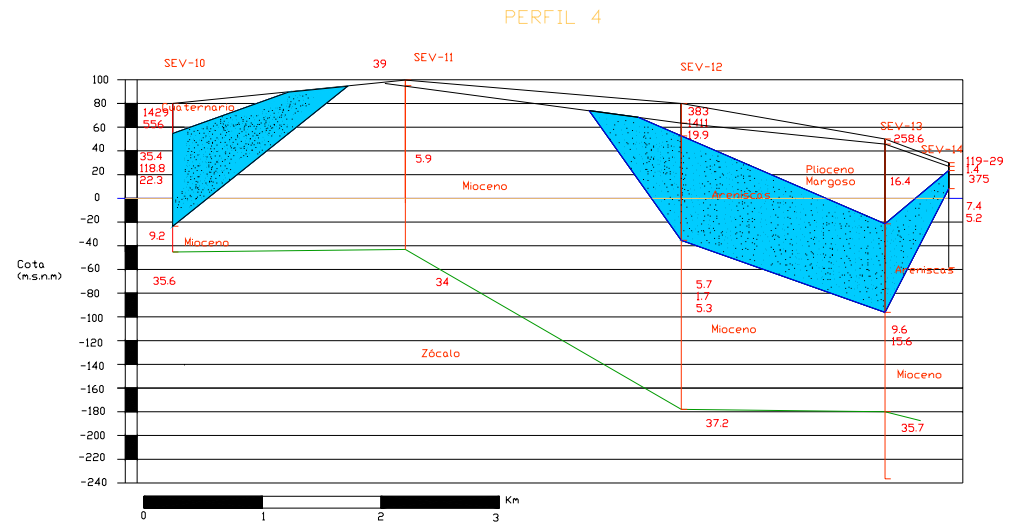
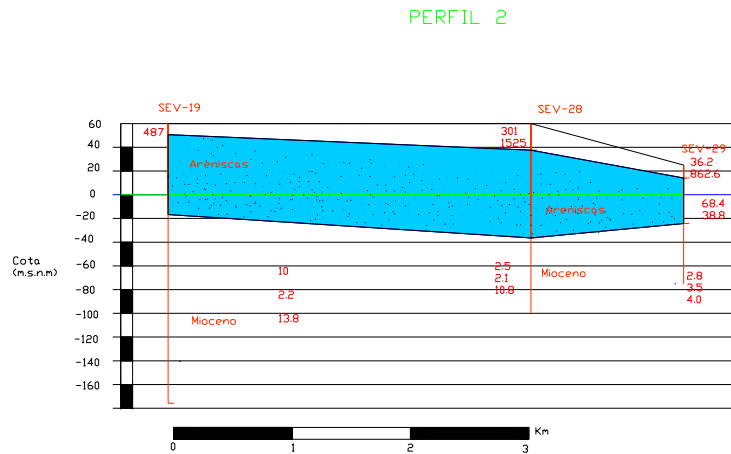
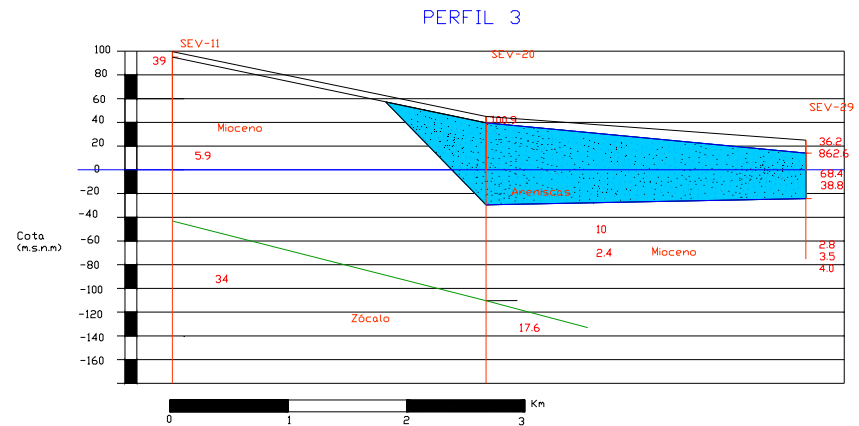
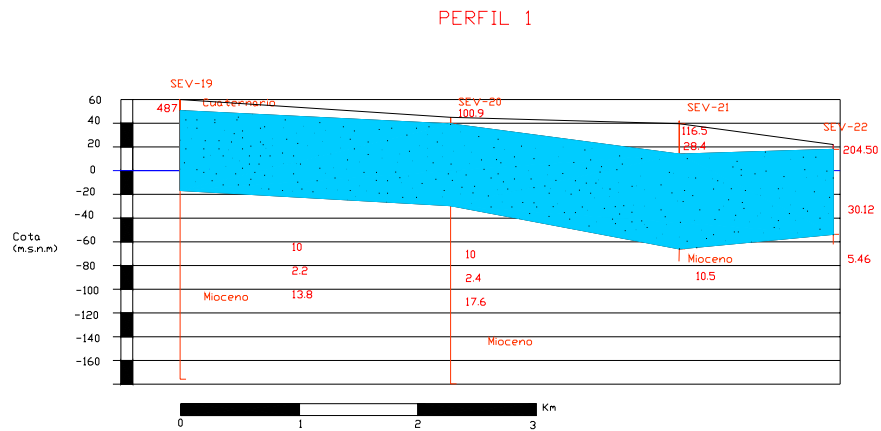


Figura 2. Cortes Geoeléctricos. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.

En el *perfil 3* se han identificado cuatro capas:

Primera capa: con variaciones de resistividad entre 36-862 Ωm , lo que indica la presencia de depósitos Cuaternarios y Pliocuatnarios y un espesor entre de 5-11 m.

Segunda capa: se observa variaciones de resistividad entre 38-298 Ωm , presentándose los valores más altos de resistividad en el SEV-20 y los valores más bajos para SEV-29 y un espesor variable de 38 a 69 m. Puede observarse que en el SEV-11 no existe esta segunda capa y solo aparece la primera capa que corresponde a depósitos Cuaternarios y la capa que corresponde al Mioceno superior.

Tercera capa: tiene un espesor variable entre 80-138 m, en el SEV-29 no hay definido espesor. Se observa valores de resistividad entre 2-10 Ωm correspondientes a las margas verdes del Mioceno superior.

Cuarta capa: Sin espesor definido y presenta valores de resistividad entre 17-34 Ωm , lo que puede indicar la presencia de areniscas con niveles margosos del Andaluciense.

En el *perfil 4* se han identificado cuatro capas distintas, en este perfil se observa mucha variación de norte a sur en el estrato de las calcarenitas del Plioceno, ya que estas aparecen en el SEV-10, debajo del estrato permeable conformado por los depósitos cuaternarios y descansando sobre las margas del Andaluciense, pero en el SEV-11 este estrato desaparece y el depósito Cuaternario se asienta directamente en el Andaluciense, y en los siguientes sondeos se observa de nuevo la aparición de las calcarenitas del Plioceno. Por esto se describe a continuación de manera separada a algunos de los sondeos que presentan distinto comportamiento en el perfil 4:

SEV-10: en este sondeo se han identificado las siguientes capas:

- Depósitos Cuaternarios con valores de resistividad entre 556 a 1429 Ωm y un espesor promedio de 78 m.
- Areniscas y calcarenitas del Plioceno con valores de resistividad entre 22-118 Ωm y un espesor de 25 m.
- Mioceno superior conformado por margas grises con resistividad de 9 Ωm . y espesor promedio de 21 m.
- Mioceno superior compuesto de areniscas con intercalaciones margosas poseen una resistividad de 35 Ωm .

SEV-11: en este sondeo se han identificado las siguientes capas:

- Depósitos Cuaternarios con un valor de resistividad alrededor de 39 Ωm y un espesor promedio de 4 m.
- Mioceno superior conformado por margas grises con resistividad de 5.9 Ωm . y espesor promedio de 138 m.
- Mioceno superior compuesto de areniscas con intercalaciones margosas poseen una resistividad de 34 Ωm .

En los SEV-12-13-14: en estos sondeos se identificaron las siguientes capas

- Depósitos Cuaternarios con valores de resistividad entre 119 a 383 Ωm y un espesor entre 3-16 m.
- Pliocuatnario compuesto de limos y arcillas rojas con episodios de caliche con valores de resistividad entre 16-19 Ωm . y espesor entre 10-65 m.

- Areniscas y calcarenitas del Plioceno con valores de resistividad entre 67-375 Ω m y una disminución del espesor desde 88 a 15 m del SEV-12 al SEV-14.
- Mioceno superior conformado por margas grises con resistividad de 5-15 Ω m. y espesor de 142-83 m.
- Mioceno superior compuesto de areniscas con intercalaciones margosas poseen una resistividad de 35-37 Ω m.

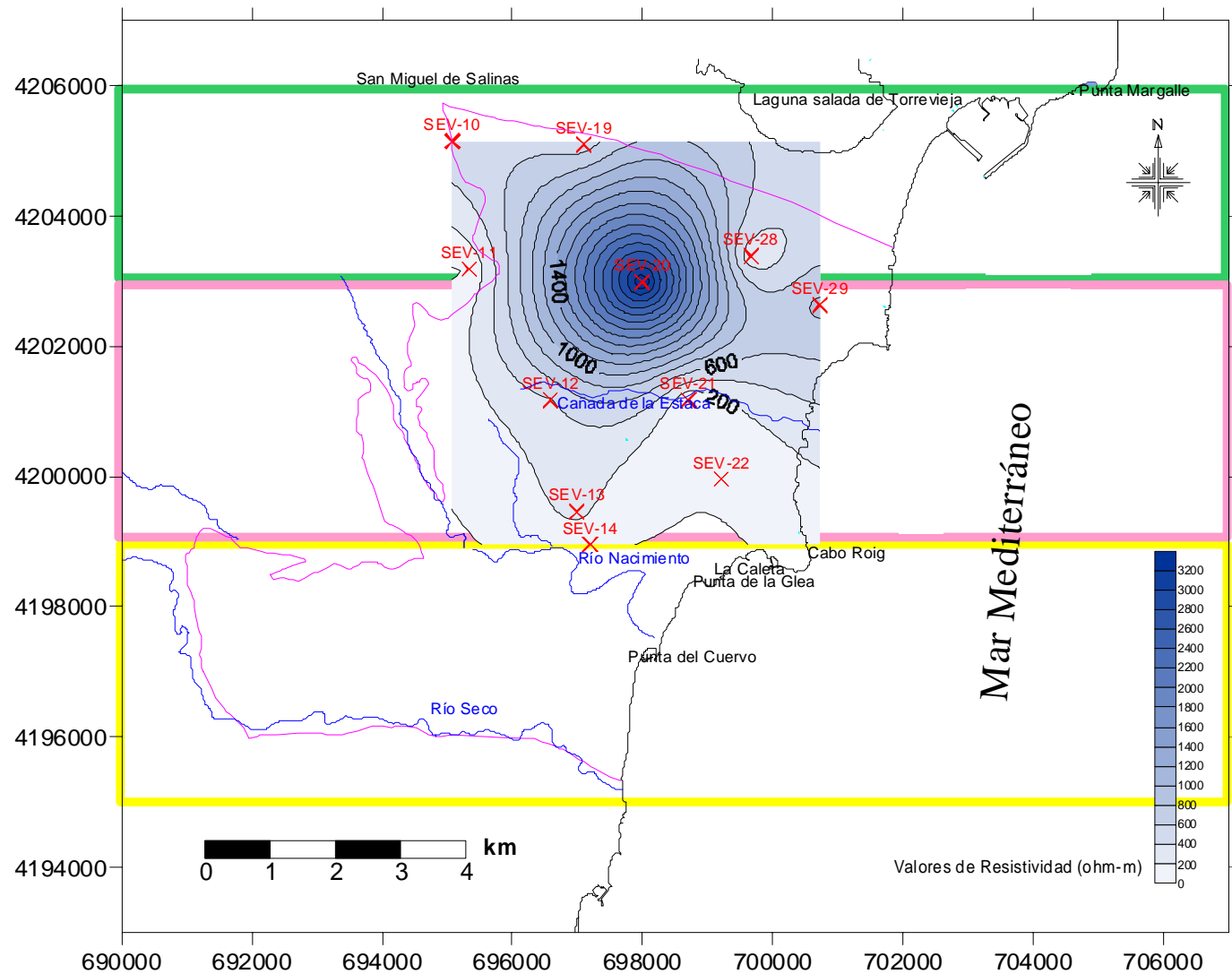
Con estos datos, se ha graficado Planos de Isoresistividades a diferentes profundidades (*ver mapas 5 al 15*); a 5 m y a partir de 10 m se estudia su comportamiento en un incremento de 10 m hasta llegar a los 100 m de profundidad. Observándose que los afloramientos permeables ocupan un área de 18 km² representado con color azul, por poseer mayores valores de resistividad, por ser material con mayor granulometría.

Zona norte del acuífero: Los sondeos ubicados en los afloramientos de las areniscas y calcarenitas del Plioceno son los siguientes: SEV-10, SEV-19, SEV-20. Se observa que la mayor parte de este sector es zona de recarga, descartando el área con los valores más bajos de resistividad en el sector SO, representando con color azul las zonas de mayores resistividades y con blanco las de más baja resistividad. Además se puede ver que entre los 80 a 90 m de profundidad esta zona presenta valores bajos de resistividad por la presencia de las margas del Andaluciense.

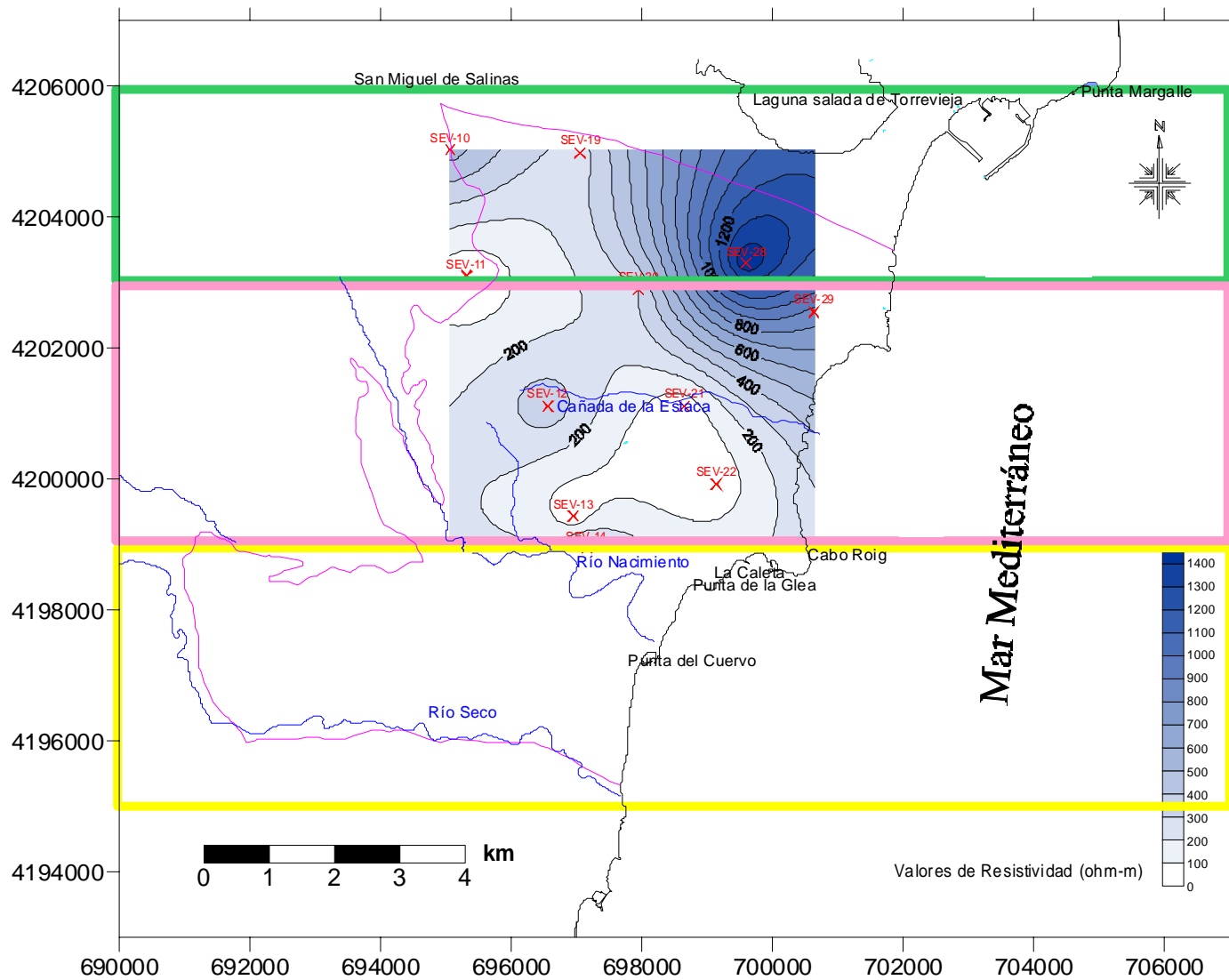
Zona central del acuífero: el sondeo ubicado en los afloramientos de calcarenitas del Plioceno es el SEV-14 y los SEV-12, SEV-13 están ubicados en afloramientos de margas blancas del Plioceno. Se observa que el área de recarga se encuentra en el sector central Este, que es donde aparecen los valores más altos de resistividad, representados con color azul. Puede verse que a partir de los 90m los valores más altos de resistividad se presentan en esta zona y ya no en la parte norte lo que indica que en esta parte central del acuífero el estrato de las calcarenitas del Plioceno se mantiene hasta una profundidad conocida de 110 m, al estrato de interés se lo encuentra a mayor profundidad que en la zona norte.

Los sondeos SEV-19, SEV-20 están ubicados en areniscas y calcarenitas y el SEV-22 se encuentra ubicado en aluviones y coluviones actuales, lo cual indica valores altos de resistividad en estos sondeos por estar en zonas de recarga del Plioceno y del Cuaternario.

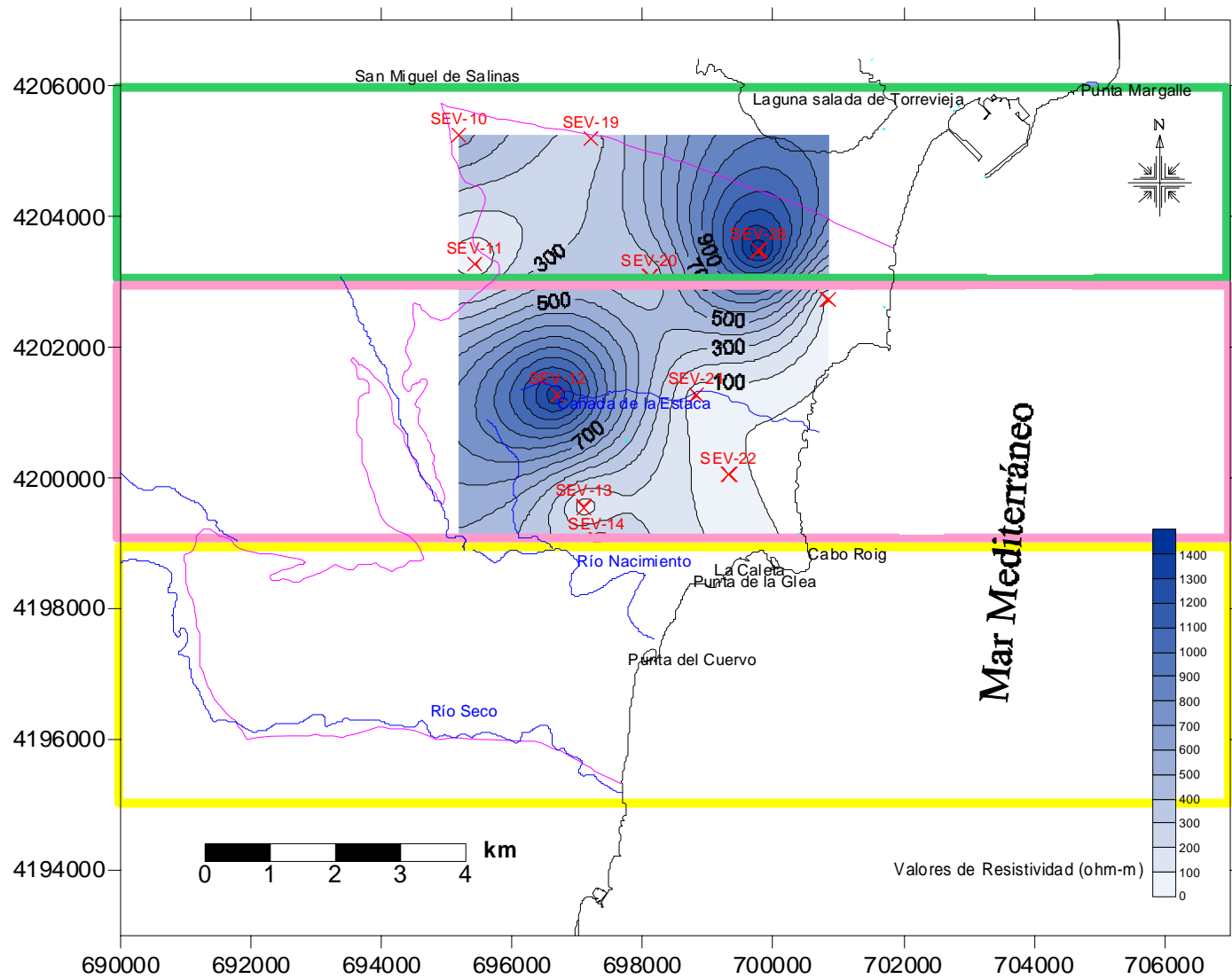
Zona sur del acuífero: no se han realizado sondeos eléctricos verticales en esta zona.



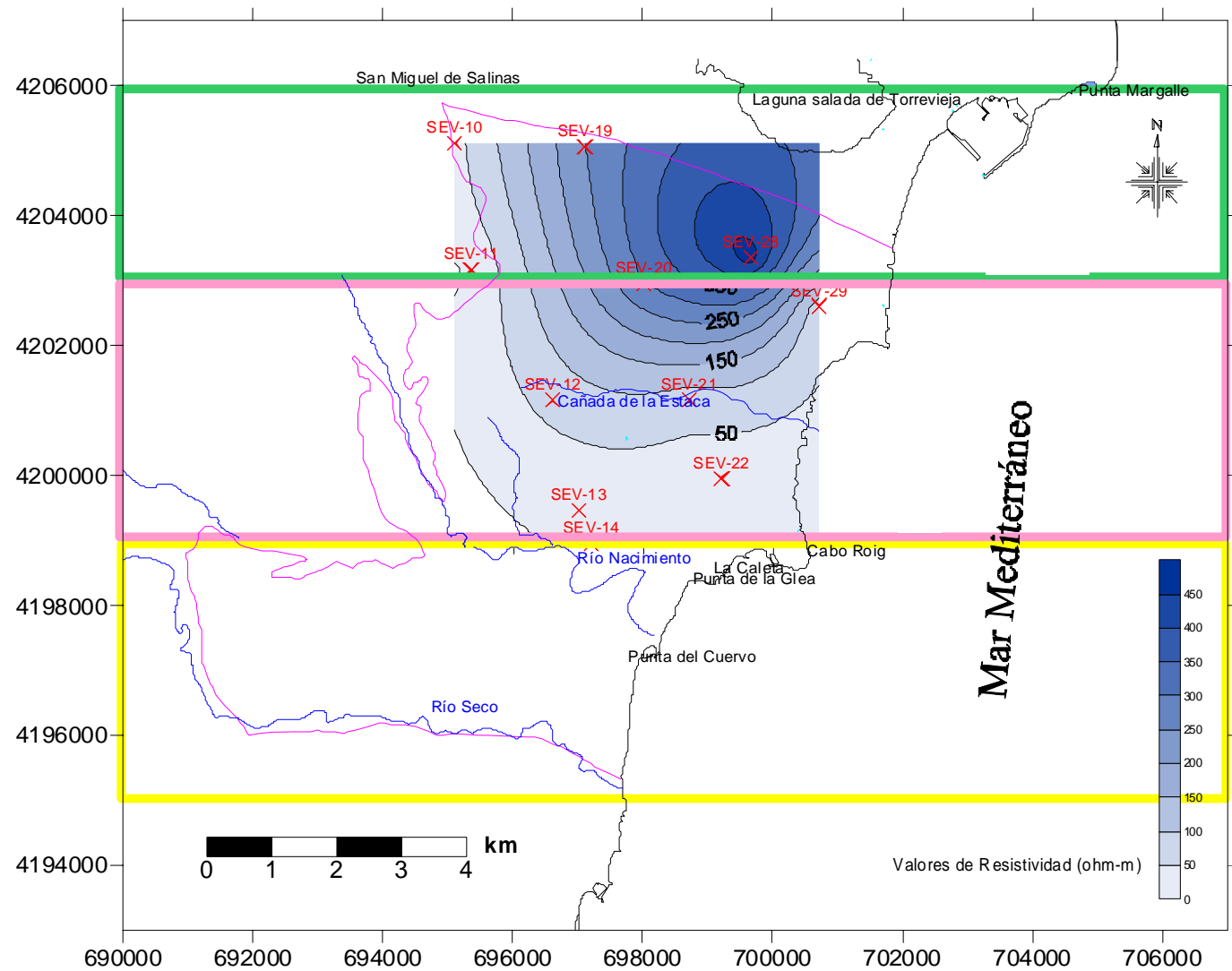
Mapa 5. Isoresistividades a 5m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



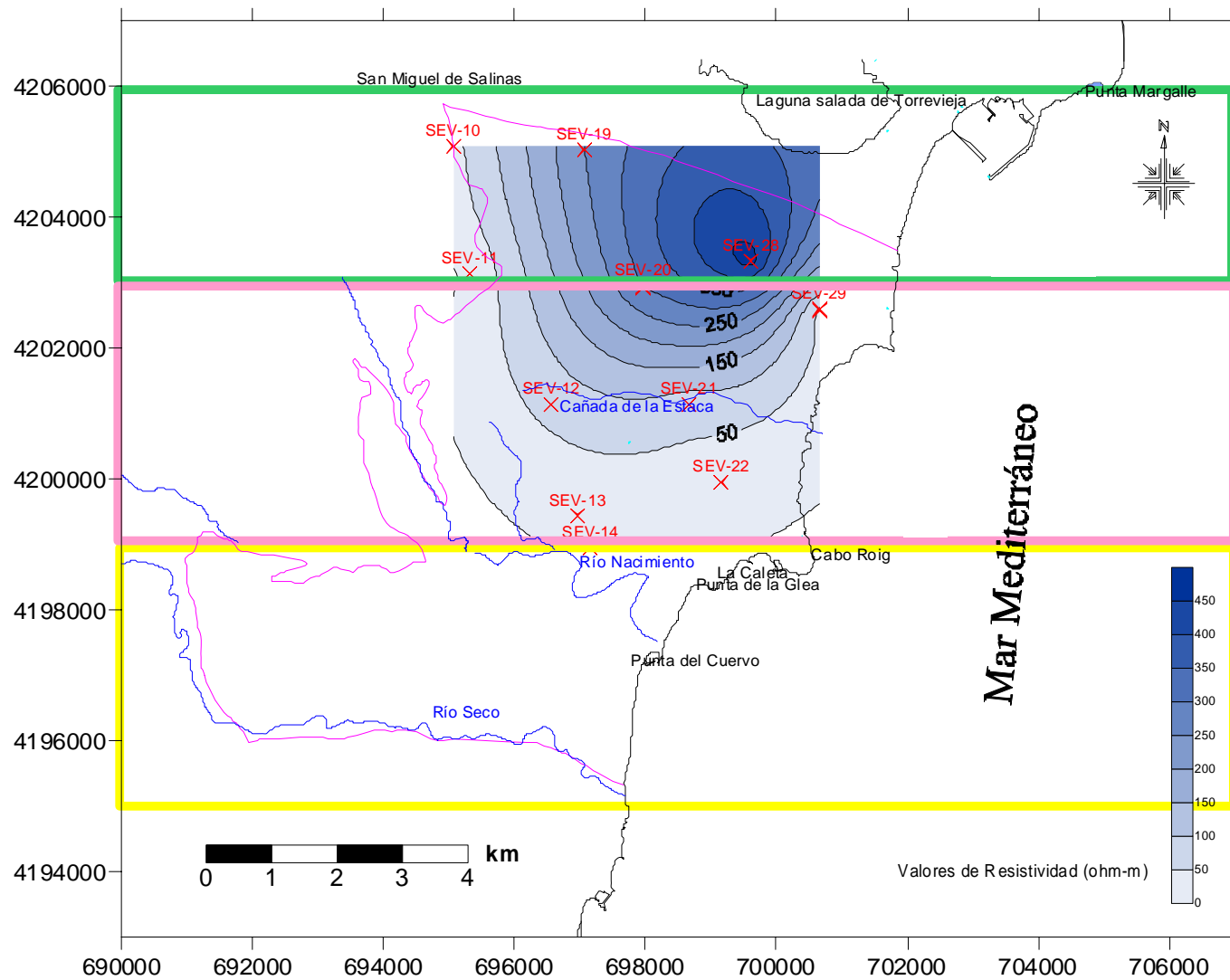
Mapa 6. Isoresistividades a 10 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



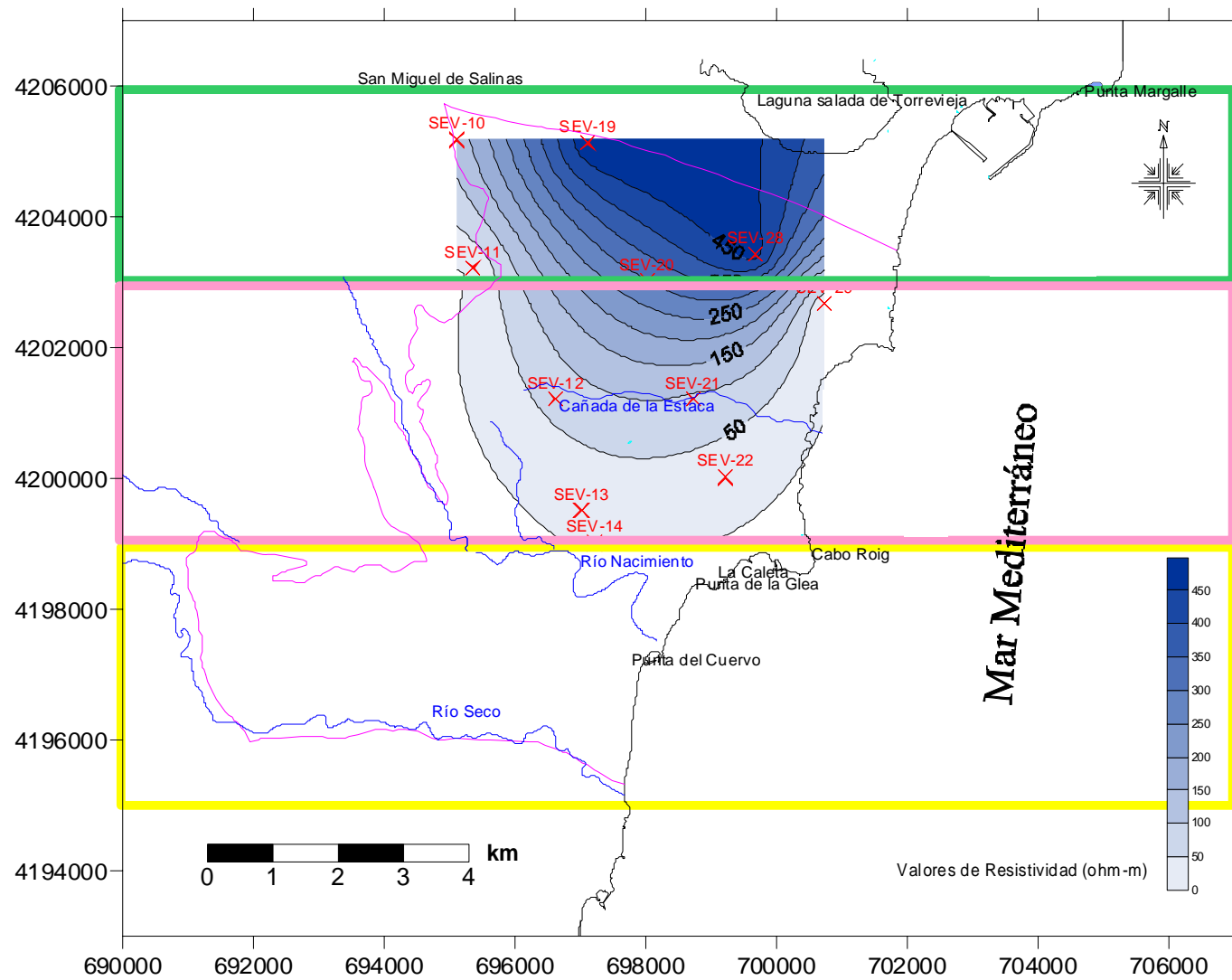
Mapa 7. Isoresistividades a 20 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



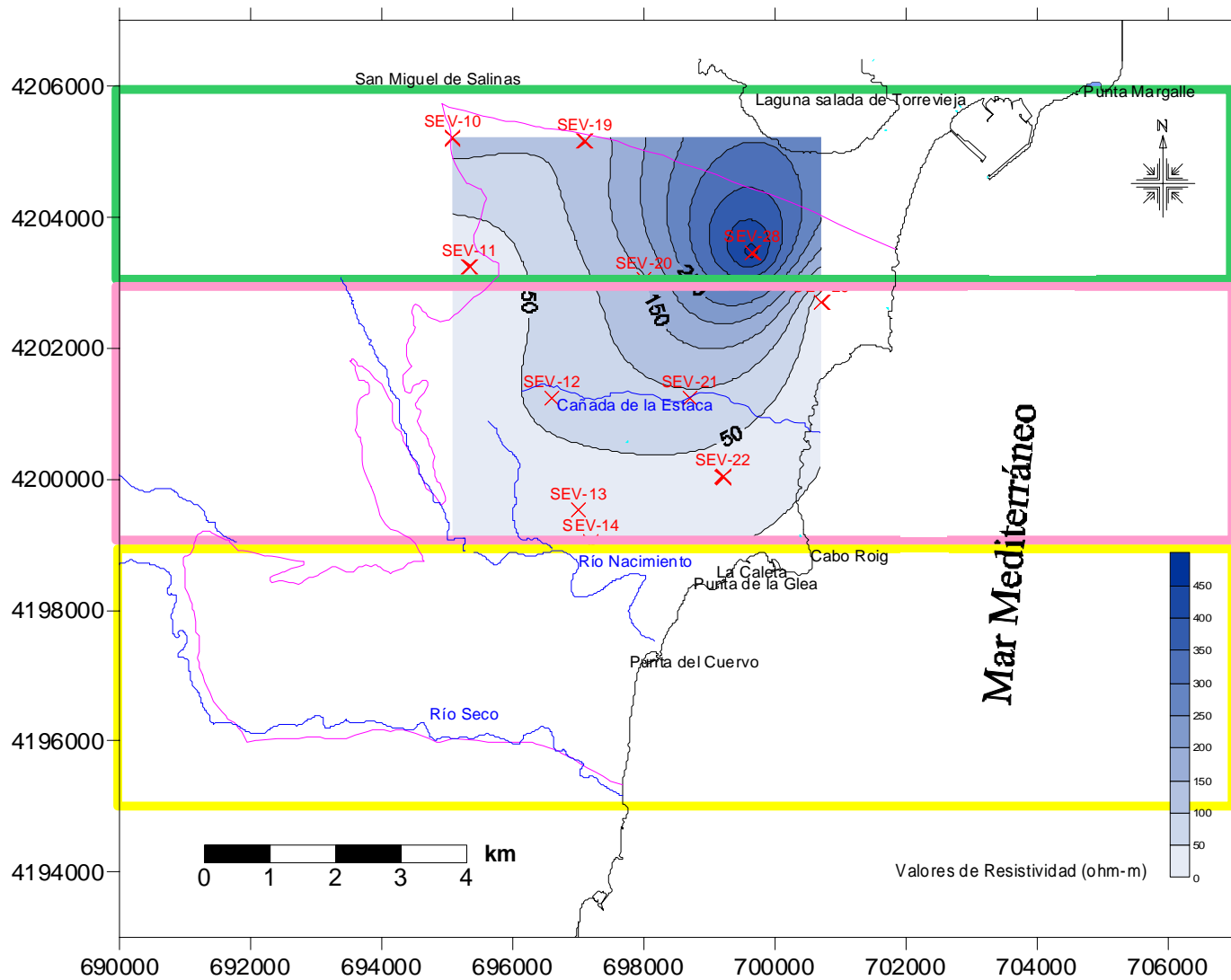
Mapa 8. Isoresistividades a 30 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



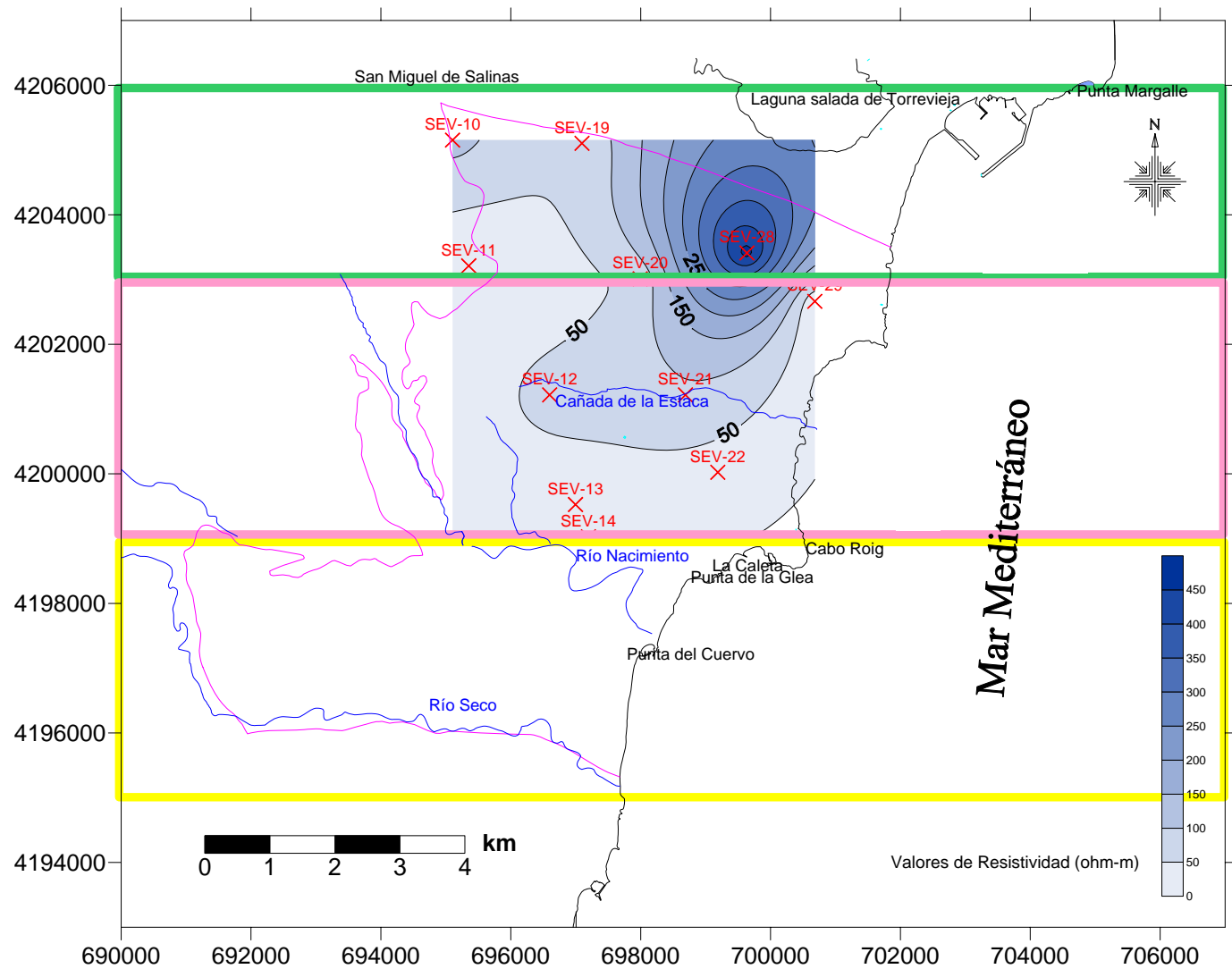
Mapa 9. Isoresistividades a 40 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



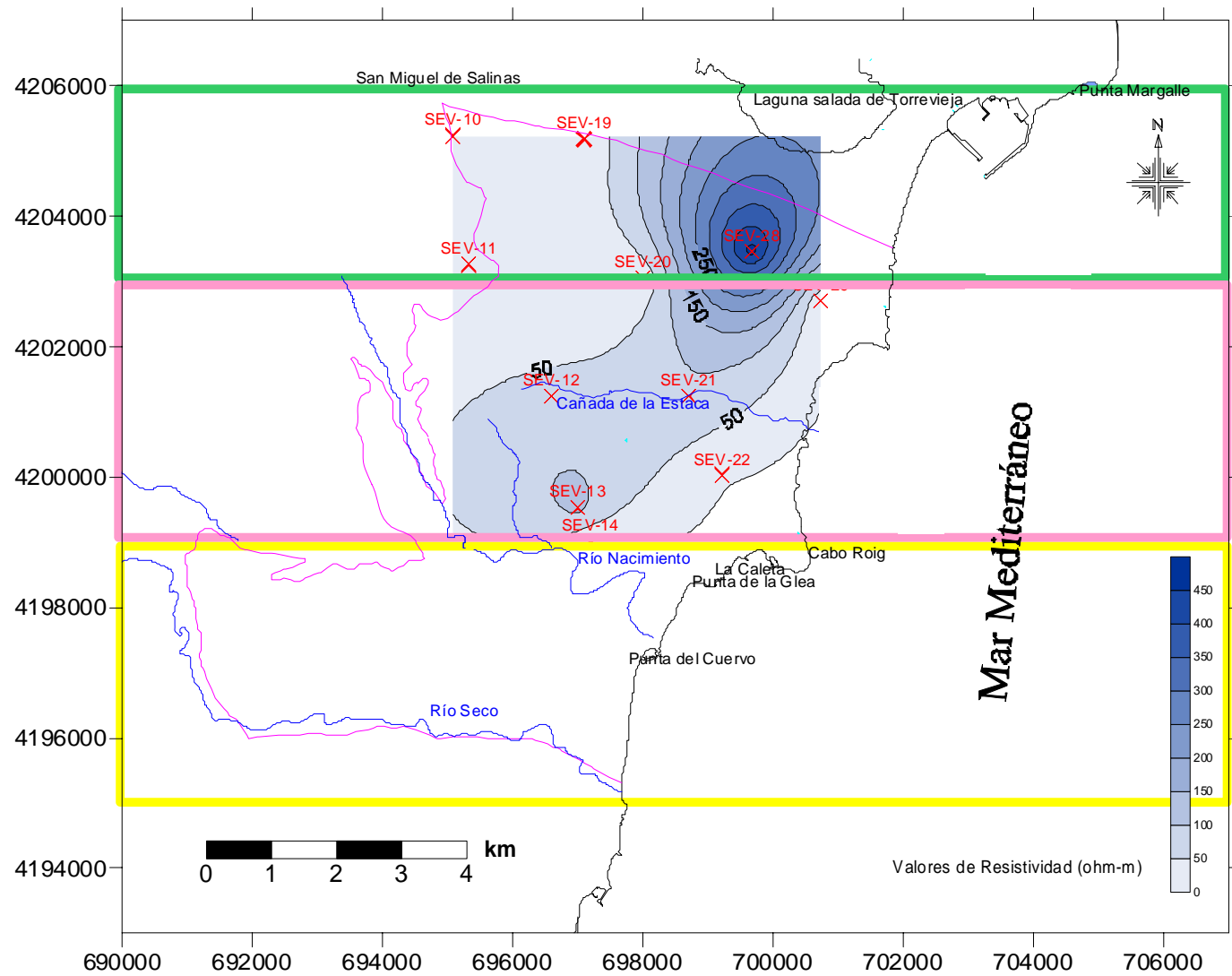
Mapa 10. Isoresistividades a 50 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



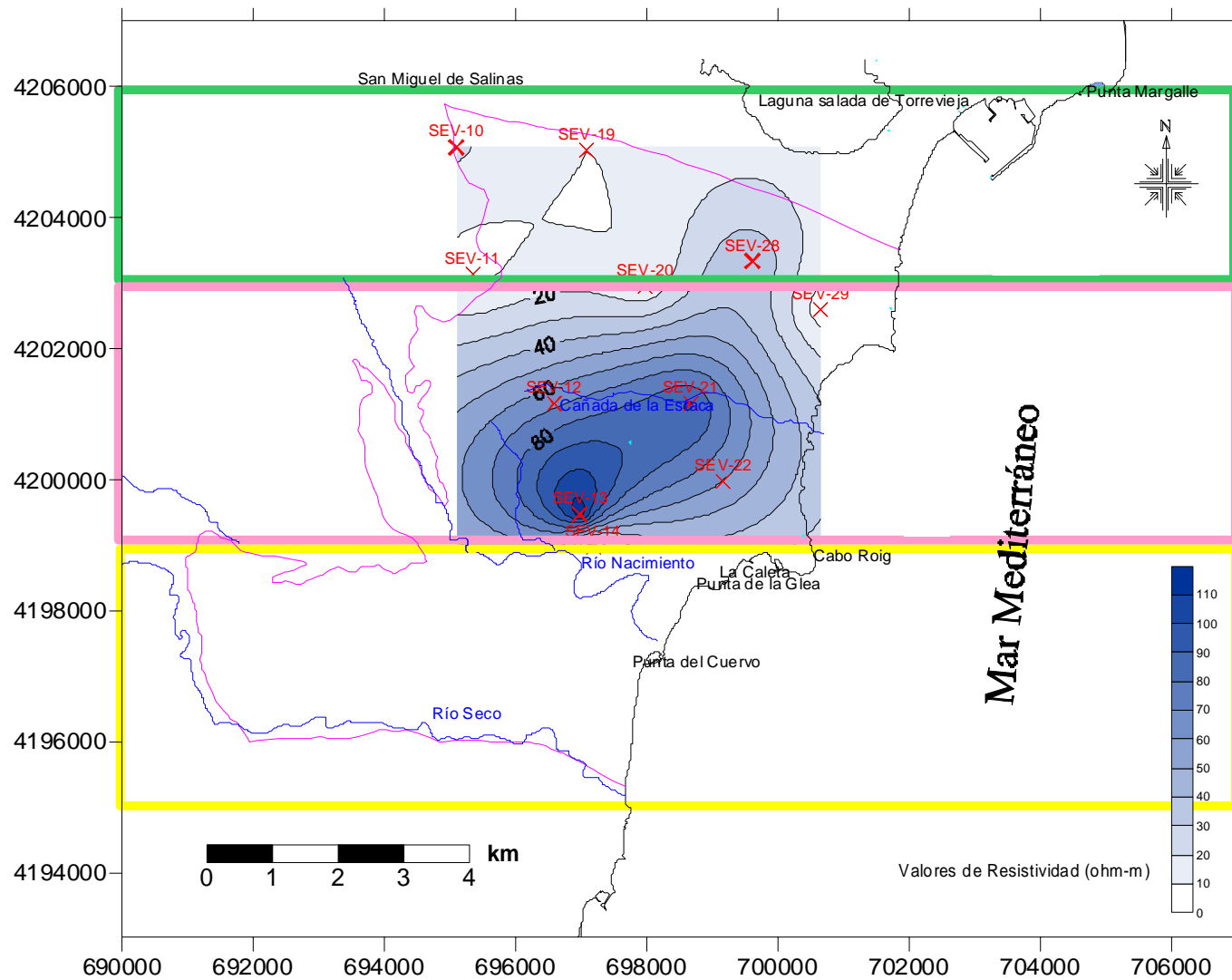
Mapa 11. Isoresistividades a 60 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



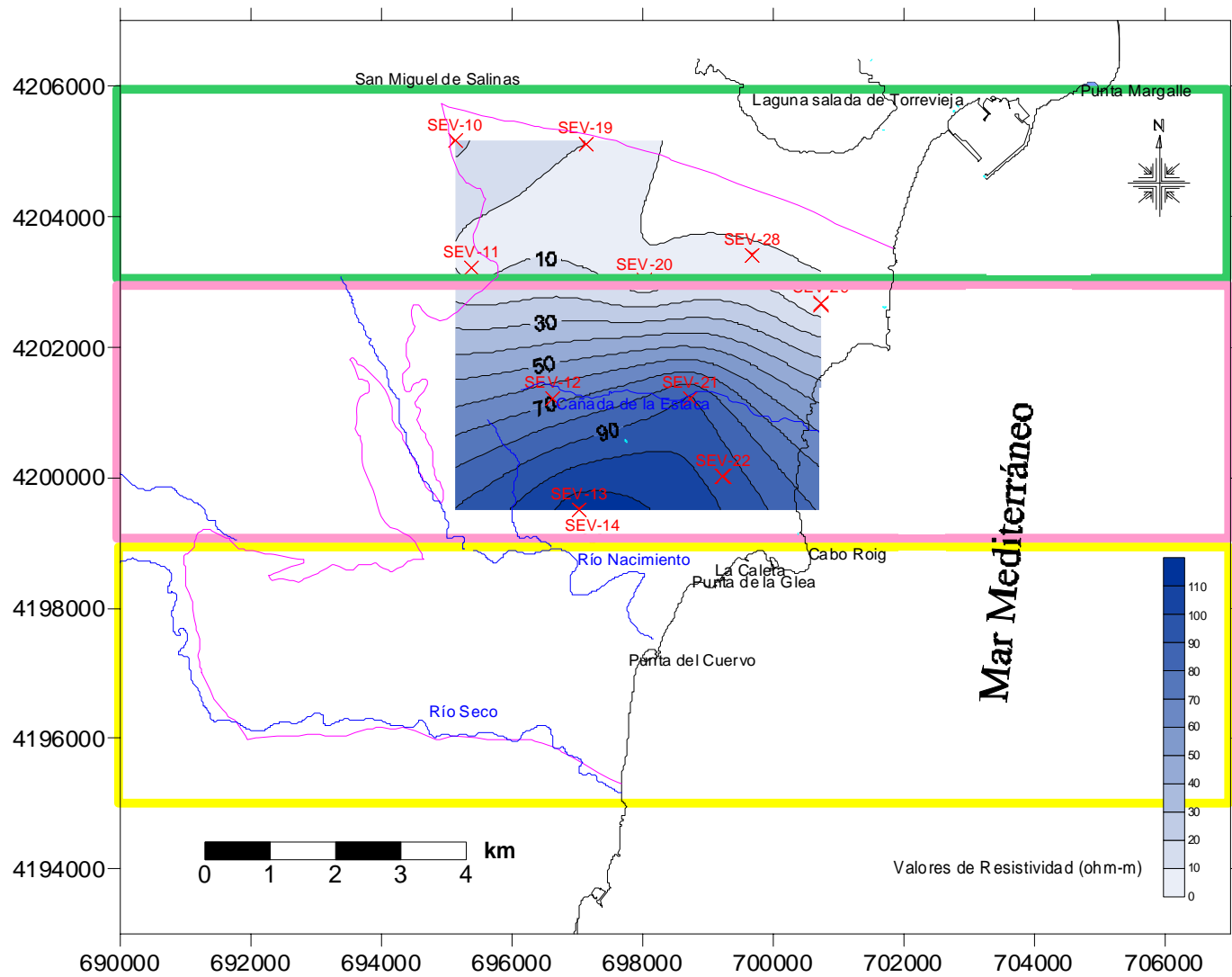
Mapa 12. Isoresistividades a 70 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 13. Isoresistividades a 80 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 14. Isoresistividades a 90 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 15. Isoresistividades a 100 m de profundidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.

8. HIDROGEOLOGÍA

8.1. Delimitación del acuífero

El acuífero Cabo Roig pertenece a la unidad hidrogeológica Campo de Cartagena. Este acuífero tiene como límites principales los siguientes: (*ver mapa 1*)

- **Límite norte:** Coincidente con el entorno de la carretera San Miguel de Salinas-Los Balcones. Este límite es condicionado por la Falla de San Miguel de Salinas.
- **Límite este:** franja costera que une Punta Prima hasta el río Seco.
- **Límite oeste:** conformado por el límite entre las areniscas del Plioceno ($T^B_{s_2}$) y margas del Andaluciense (Tma^{Bc}_{12}) que va desde San Miguel de Salinas hasta el río Seco.
- **Límite sur:** Coincidente con la falla del río Seco.

8.2. Formaciones acuíferas e impermeables

En este caso, las principales formaciones permeables están compuestas por: (*ver mapa 2*)

- Areniscas y calcarenitas del Plioceno ($T^B_{s_2}$).
- Depósitos cuaternarios antiguos formados por terrazas aluviales (Q_T).
- Depósitos cuaternarios modernos formados por aluviones y coluviones actuales (Q_{AI}).

Por otro lado, los principales depósitos considerados como impermeables están formados por:

- Andaluciense (Tma^{Bc}_{12})
- Margas blancas superiores del Plioceno ($T^B_{m_2}$)
- Plio-Cuaternario ($T^B_{c_2-Q}$)
- El glacis superior (Q_G) del Cuaternario antiguo.


Este acuífero tiene un área de 61km^2 y está conformado por el nivel de areniscas y calcarenitas del Plioceno ($T^B_{s_2}$), sobre este nivel está la formación de margas blancas de la misma edad y/o algunos depósitos Cuaternarios, lo que provoca que el estrato de calcarenitas del Plioceno forme un acuífero libre en algunos sectores y en otros un acuífero confinado o semiconfinado. Este acuífero tiene como base una formación impermeable compuesta por las margas grises o azules del Andaluciense (se piensa que el acuífero tenga continuidad bajo el mar y tenga conexión hidráulica).

Los afloramientos de las formaciones permeables ocupan un área de 23km^2 de los cuales 5km^2 corresponde a depósitos cuaternarios conformados por aluviones y coluviones actuales y a terrazas aluviales de las principales redes de drenaje que son el río Nacimiento y el río Seco. Las areniscas y calcarenitas del Plioceno ocupan la mayor parte del área de los afloramientos permeables con una superficie de 18km^2 .

En cuanto a la información profunda disponible hay que señalar que en la zona norte se encuentran perforaciones con profundidades entre 30 a 60 m de profundidad, en la zona central encontramos pozos con valores de profundidad muy diversos, entre 40 a 90 m, a excepción del pozo con registro 283720141 que tiene una profundidad de 160 m. En la zona sur encontramos los pozos con mayor profundidad en el área de estudio, con valores entre 65 a 280 m. La mayoría de estos sondeos llegan en profundidad hasta el techo de la formación impermeable compuesta por las margas grises del Andaluciense.

A continuación se indica en la tabla 2 las coordenadas de los puntos de registro estratigráfico y de la profundidad del techo y muro, en metros, a la que se encuentra la formación acuífera en cada registro, además se realiza una explicación para cada zona del acuífero.

Nº de registro	X	Y	Profundidad del techo	Profundidad del muro
283710022	695892	4202486	0	85
283710023	695790	4202236	0	90
283720003	698915	4200259	29	80
283720004	698774	4200160	32	61
283720005	699281	4200956	29	61
283720023	699851	4201992	5	100
283720076	698205	4200348	45	90
283720085	698360	4200431	30	100
283720093	699135	4200004	20	40
283720101	698234	4200157	45	70
283720103	698075	4200318	30	100
283720111	698176	4200398	40	90
283720112	698176	4200398	40	75
283720113	698275	4200327	40	60
283720117	698239	4201898	60	100
283720118	698927	4201603	30	90
283720119	698967	4201613	30	110
283720121	699307	4201660	30	110
283720122	699368	4201710	30	92
283720123	699136	4201562	30	110
283720124	699115	4201382	30	98
283720138	700042	4203438	*	62
283720139	700397	4203497	0	35
283720141	697444	4202522	50	60
283720161	697755	4204950	0	30
283760016	696211	4196186	*	85
283760026	696293	4196829	70	115
283760028	698845	4199172	35	80

 no son profundidades exactas

 * No está definido

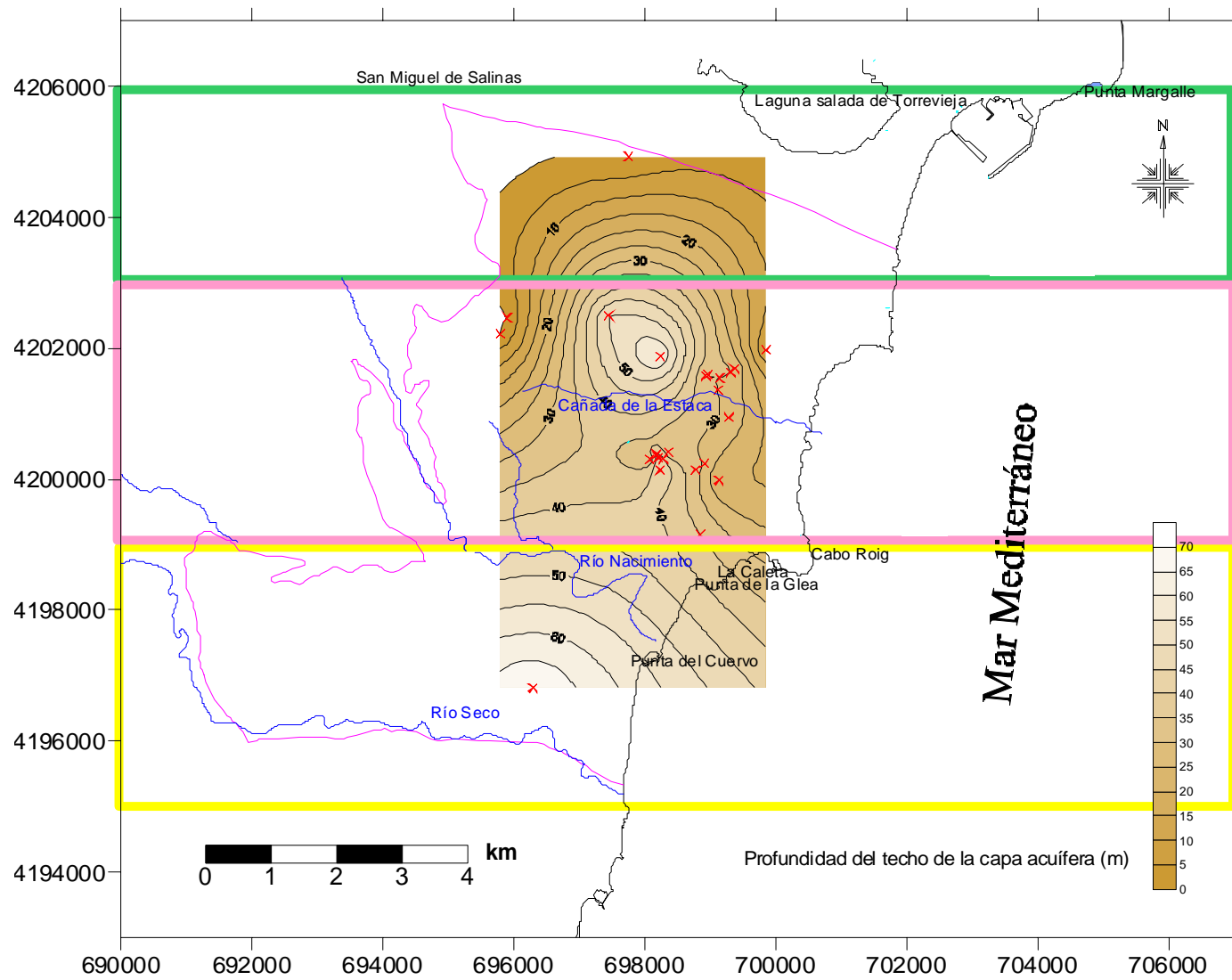
283720139 Se explota el agua de los aluviones y coluviones. No del acuífero conformado por las calcarenitas del Plioceno.

Tabla 2. Coordenadas y profundidad del techo y del muro del acuífero de Cabo Roig (m) para cada registro. Fuente: IGME.

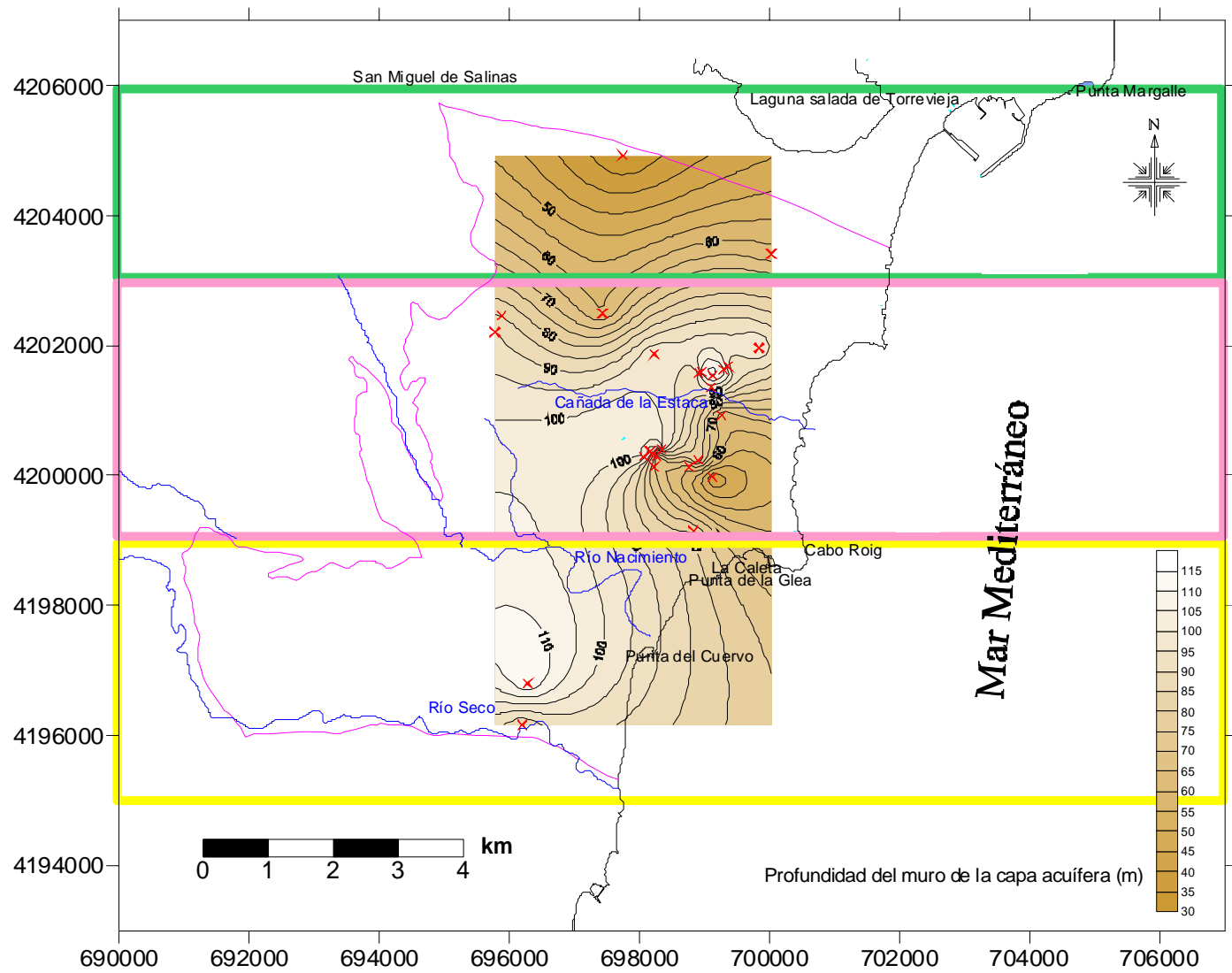
Con estos registros se han procedido a graficar las profundidades del techo y del muro del acuífero contenidos en los mapas 16, 17, 18 y 19, donde se puede observar lo siguiente:

Zona norte del acuífero: desde la carretera San Miguel de Salinas-Los Balcones hasta Punta Prima. Se tiene una densidad baja de puntos, conformado por dos columnas estratigráficas y en el gráfico de profundidad del techo del acuífero se observa que en esta zona se encuentra a menor profundidad nuestro sistema acuífero, lo cual se denota con color marrón para indicar las menores profundidades entre 0 a 30 m de profundidad, con un espesor promedio de 30 m. La cota del techo varía entre 30 a 90 m.s.n.m y la cota del muro del acuífero entre -20 a 30 m.s.n.m.

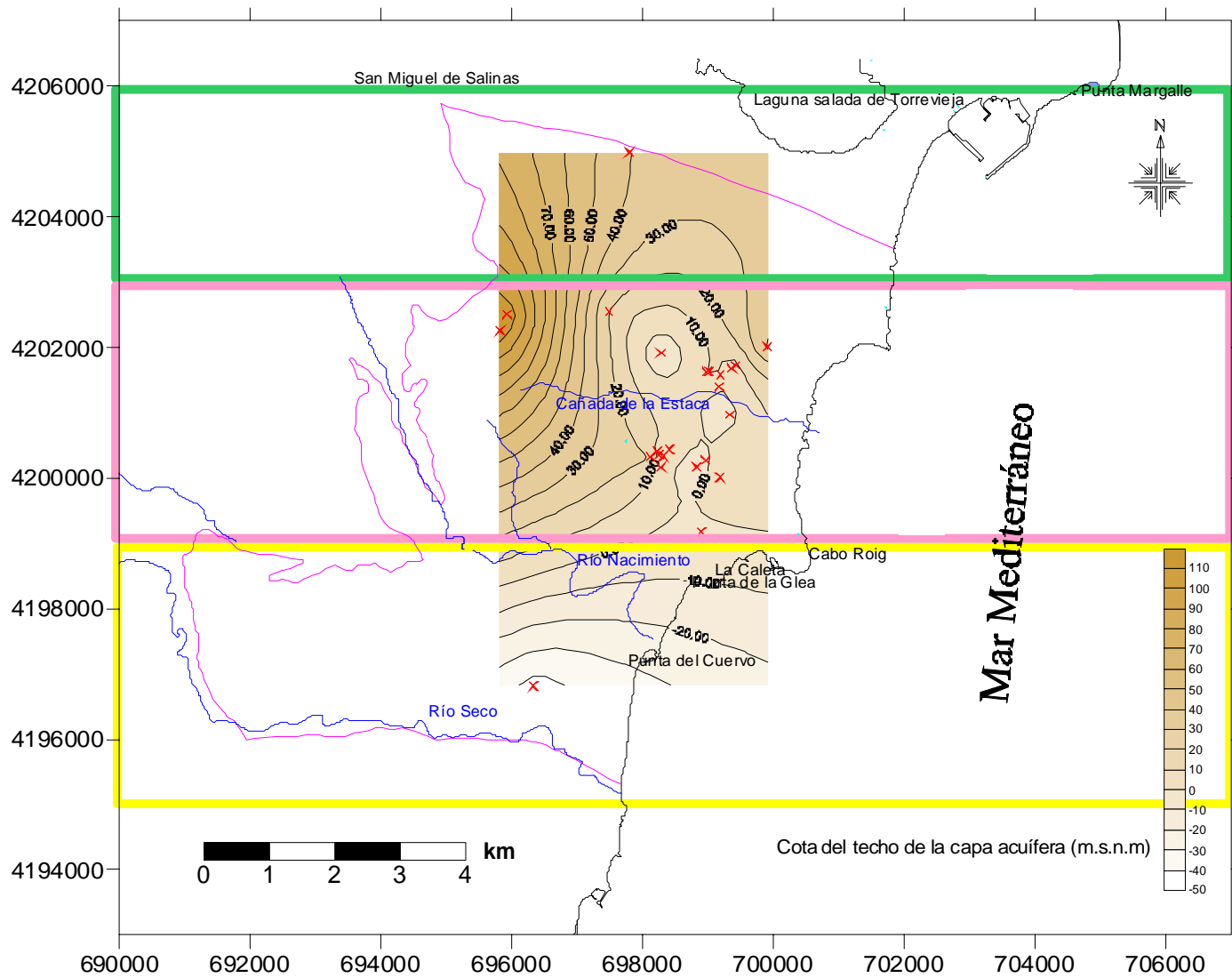
Zona central del acuífero: desde Punta Prima hasta el río Nacimiento, se tiene la mayor densidad de puntos en esta zona, conformado por 24 columnas estratigráficas.



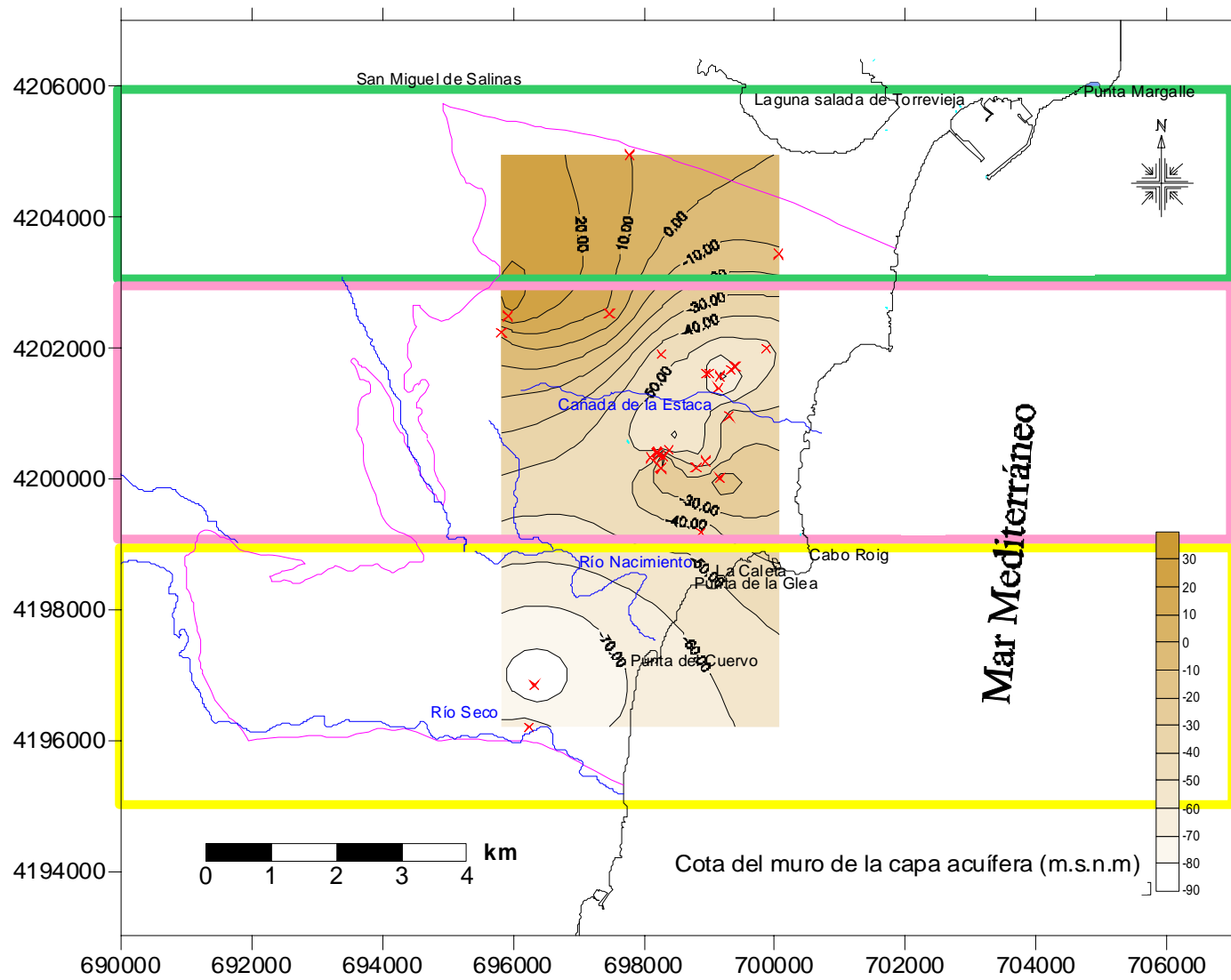
Mapa 16. Profundidad del Techo de la formación acuífera de Cabo Roig. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 17. Profundidad del Muro de la formación acuífera de Cabo Roig. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 18. Cota del Techo de la formación acuífera de Cabo Roig. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 19. Cota del Muro de la formación acuífera de Cabo Roig. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.

Se observa en la parte oeste valores entre 0 a 30 m de profundidad del techo del acuífero, incrementándose hasta los 55 m hacia la parte central de esta zona y disminuyendo a medida que nos acercamos hacia la costa entre 10 a 30 m. El espesor promedio en la parte oeste es de 85 m y a medida que nos acercamos a la parte central de esta zona encontramos espesores entre 0-45 m con un incremento de espesor hacia la costa de hasta 95 m. La cota del techo varía entre 0 a 110 m.s.n.m y la cota del muro del acuífero entre 30 a -60 m.s.n.m.

Zona sur del acuífero: desde río Nacimiento hasta río Seco, se tiene una densidad baja de puntos. Las mayores profundidades a la que se encuentra la capa acuífera en esta zona es de 40 a 70 m de profundidad, con un espesor promedio de 45 m. La cota del techo varía entre 10 a -40 m.s.n.m y la cota del muro del acuífero entre -40 a -90 m.s.n.m.

En resumen en la mayor parte del acuífero se observa una potencia de 60 m. En el borde occidental y oriental bordeando el litoral, se produce un aumento del paquete acuífero, con un valor máximo de 100 m de espesor. En el Corte Geológico I-I' (*ver mapa 3 y figura 3*) se puede apreciar que el estrato acuífero aparece en la zona central del acuífero con un espesor de 60 m, produciéndose un adelgazamiento del espesor de 40 m a partir del registro 283720101 ubicado en la parte sur de la zona central hasta la zona sur del acuífero. Además, en el Corte Geológico II-II' (*ver mapa 3 y figura 3*) se observa un estrechamiento del espesor del estrato acuífero en el registro 283720141 ubicado en el centro del corte con un valor promedio de 10 m y en los registros 283720023 - 283710023 se observan los mayores espesores del estrato acuífero, con un valor de 90 m.

8.3. Características Hidrodinámicas

Desde del límite del acuífero de Torre Vieja con Cabo Roig hasta la mitad septentrional de Cabo Roig se tiene una porosidad inferior a 0.12 y un espesor saturado entre 30-40 m. Caudal de explotación entre 5 y 15 l/s con depresiones dinámicas entre 10-20m y transmisividad de 20-50 m²/d.

Desde río Nacimiento hasta río seco, probablemente este acuífero está desaturado al haber sido sobre explotado en épocas pasadas; este sector tiene peores características hidrogeológicas que el sector norte indicado en el párrafo anterior. Se han obtenido caudales inferiores a 10 l/s con depresiones dinámicas entre 15 y 25 m, por lo que caben esperar transmisividades entre 15-30 m²/d.

8.4. Piezometría

De la información piezométrica (*ver mapa 20*), se deduce que las cotas mayores se dan en las zonas de recarga; se detectan zonas con una fuerte depresión que son de explotaciones puntuales o núcleos de explotación. La máxima cota piezométrica está al norte del acuífero con 30 m.s.n.m y el mínimo piezométrico en el borde sur, con -70 m.s.n.m.

Zona norte del acuífero: piezometría entre 0 y 30 m.s.n.m, decreciendo sus valores en dirección NO-SE. En esta zona se observan los mayores valores de cota piezométrica del acuífero, por ser esta un área de recarga importante del acuífero, pues se encuentran aquí afloramientos de calcarenitas del Plioceno.

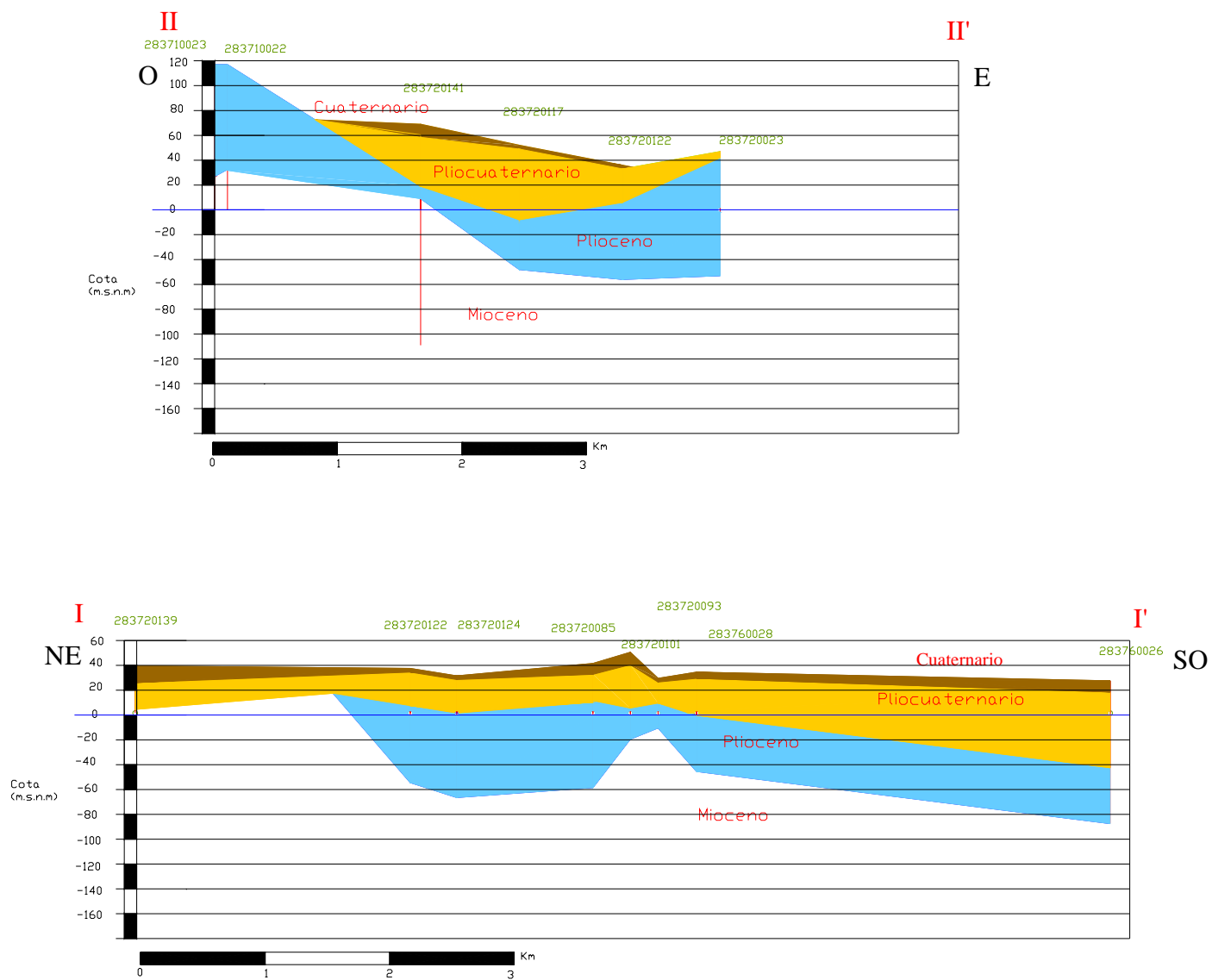
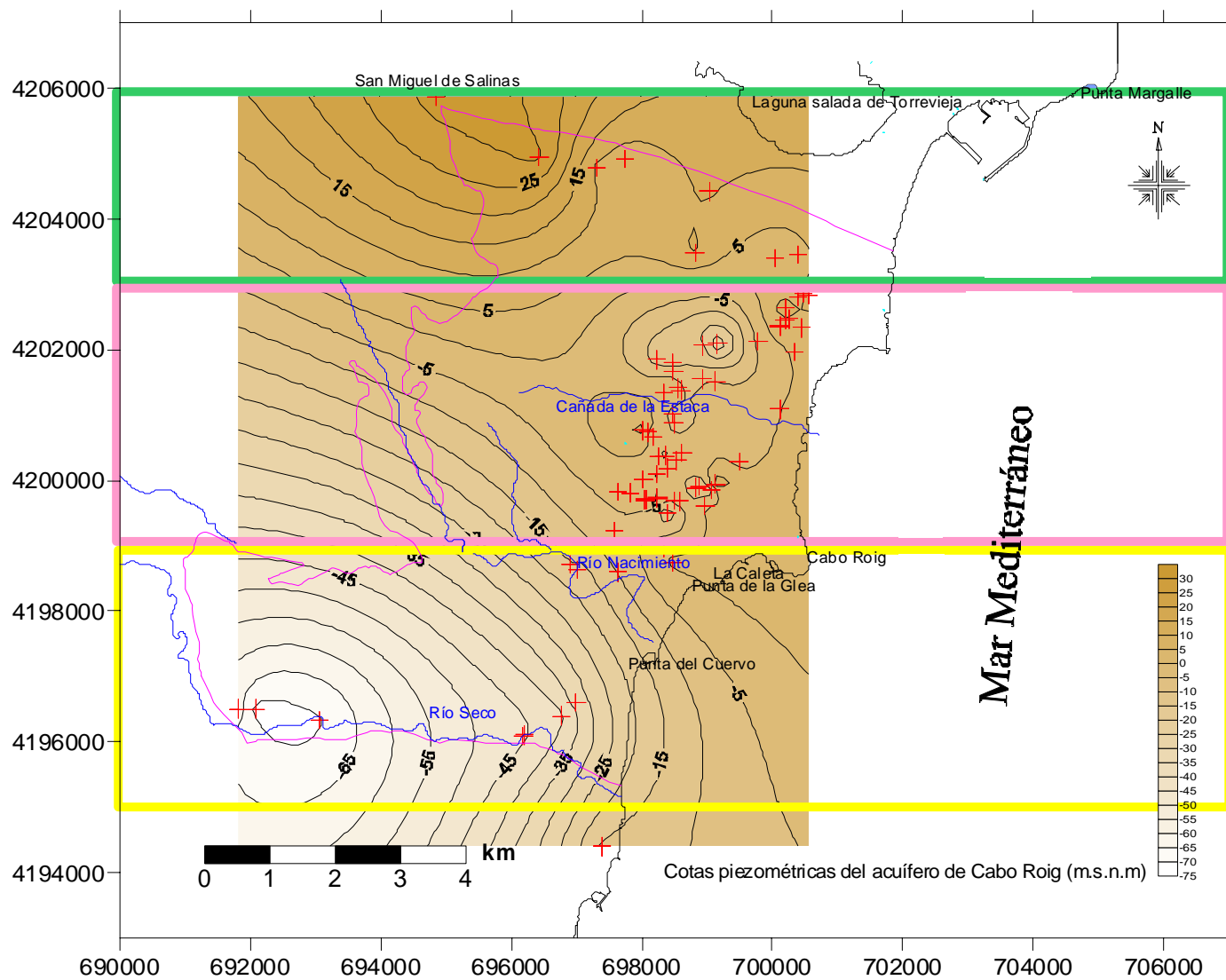


Figura 3. Cortes Geológicos I-I' y II-II'. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.



Mapa 20. Cotas Piezométricas del Acuífero de Cabo Roig. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España.

Zona central del acuífero: piezometría entre 5 y -35 m.s.n.m, en dirección NE-SO puede observarse la influencia de las explotaciones en los valores de las cotas piezométricas muy especialmente en la parte NE de esta zona. Se tiene la mayor densidad de puntos en esta zona en el inventario realizado.

Zona sur del acuífero: piezometría entre 0 y -70 m.s.n.m. Esta es la zona con los valores más bajos de cotas piezométricas, encontrándose la capa acuífera a mayor profundidad que en las otras zonas.

9. HIDROQUÍMICA

A partir de los análisis químicos de muestras de agua realizadas desde marzo de 2001 a noviembre de 2002 y de los datos de control de temperatura, cotas piezométricas y conductividades eléctricas desde febrero de 2002 a enero de 2003 (*ver ubicación del muestreo en mapa 21*), se ha realizado la clasificación de Riverside de las mismas (*ver mapa 22 y 23*), que sirve para evaluar la calidad del agua para riego, según los resultados de los valores de cloruros (*ver mapa 24*) en el muestreo realizado. De todo ello se ha determinado lo siguiente para cada zona:

Zona norte del acuífero: tiene una baja densidad de puntos de medida en esta zona. Tiene una caracterización promedio de C3S1, lo que indica un valor de conductividad eléctrica entre 750 a 2.250 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Es una agua con salinidad alta que puede usarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua para lavar el suelo y usando cultivos muy tolerantes a la salinidad, con un bajo contenido en sodio.

La zona norte del acuífero presenta valores de cloruros entre 180 a 580 mg/l, es la zona donde se presentan los valores más bajos de cloruros.

Zona central del acuífero: Alta densidad de puntos en el muestreo de esta zona. Se encontraron caracterizaciones de: C3S1, C4S1, C4S2, C5S2, C5S1, C5S2, C5S4, C6S1, C6S3 y C6S4, lo que indica variaciones en los valores de conductividad eléctrica entre 750 a 10.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Es una agua con excesiva salinidad no apta para los cultivos y con un muy alto contenido en sodio.

La zona con mayores valores de cloruros está entre Punta Prima y Cabo Roig donde existe mayor cantidad de explotaciones (zona central del acuífero), puede verse que a medida que nos acercamos a la costa la cantidad de cloruros aumenta gradualmente desde 780 a 12180 mg/l.

Zona sur del acuífero: se tiene una alta densidad de puntos, el rango promedio de clasificación de la calidad del agua está entre C3S1-C4S1, lo que indica valores de conductividad eléctrica entre 750 a 4.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, encontrándose el mayor valor en una sola muestra en C5S1. El agua presenta salinidad alta a muy alta y con un bajo contenido de sodio.

La zona sur del acuífero presenta valores de 780 a 3180 mg/l incrementándose sus valores en dirección NE a SO.

En las figuras 4 a 6, se presentan los gráficos de conductividad – cota del muestreo, donde se observa la variación de las conductividades en profundidad para cada registro realizado, así como su variación entre febrero del 2002 a enero del 2003. Estos gráficos se han realizado para cada zona del acuífero, indicando además cuales son los registros que están más cerca de la costa (*ver ubicación de registros en mapa 21*).

Zona norte del acuífero: se encuentran tres registros de pozos realizados, en los cuales no se observa una variación significativa de los valores de conductividad en los meses de diciembre de 2002 hasta enero del 2003. Los mayores valores de conductividad se encuentran en el registro 283720063 que está más alejado de la costa y los menores valores de conductividad se localizan en los registros cercanos a la costa. El registro 283720063 se encuentra ubicado en depósitos aluviales, se encuentran valores muy altos de 6000 a 7000 $\mu\text{s/cm}$ registrados desde su nivel estático hasta su profundidad máxima encontrada. Este registro es un punto anómalo en la zona norte, por lo cual interesa estudiar el origen de esta alta salinidad.

Los dos registros que están más cercanos a la costa tienen valores más bajos de conductividad, entre 1400 a 2000 $\mu\text{s/cm}$, lo cual le hace a esta un agua utilizable para riego, tomando ciertas precauciones de acuerdo al nivel de tolerancia de los cultivos. Estos dos pozos registrados no han sido muy afectados por la intrusión del agua de mar, esto se debe a que en la zona norte como puede apreciarse en el corte I-I' (*ver figura 3*), se presenta como un acuífero libre, con cotas piezométricas por encima del nivel del mar, en la parte central de esta zona se presenta sobre el techo del acuífero un estrato semipermeables del Cuaternario y/o un estrato impermeable formado por margas del Plioceno superior.

Se puede apreciar que el nivel estático de los tres pozos de esta zona se encuentra sobre el nivel del mar y que son los que tienen la cotas más altas de nivel estático en toda el área del acuífero. La cota piezométrica disminuye de oeste a este, los niveles piezométricos cerca de la costa toma valores ligeramente superiores al nivel del mar. La profundidad de explotación de estos pozos se encuentra entre las cotas 5 hasta -10 como máximo, lo que coincide con la cota del muro obtenida en esa zona. Estos son pozos que están actualmente explotando agua subterránea con un nivel piezométrico por encima del nivel del mar lo que minimiza el riesgo de intrusión marina, a excepción del registro 283720063 (caso anómalo).

Zona central del acuífero: Esta zona central vamos a analizarla dividiéndola en tres sub-zonas: La primera, que es la que está cerca de la frontera con la zona norte, está formada por los registros 283720141- 283720157 –283720092 (parte superior de Punta Prima). Esta no presenta variación significativa de valores de conductividad en el tiempo y se puede observar en las curvas que a partir de la cota -10 los valores de conductividad comienzan a aumentar en profundidad (*ver figura 5.A*). En el registro 283720092 (registro mas cercano a la costa) su incremento en profundidad va desde 4000 hasta 14000 $\mu\text{s/cm}$, en el 28372015 se observa una variación en profundidad desde 1500 a 3000 $\mu\text{s/cm}$ y en el registro 283720141 se observa que en la cota -60 los valores comienzan a decrecer en profundidad hasta los 2200 $\mu\text{s/cm}$; este es un caso único entre los registros; en el cual la salinidad disminuye con la profundidad. Esta **primera sub-zona** presenta valores intermedios de conductividad, entre la zona norte y la segunda subzona de la zona central, debido que las cotas piezométricas en la línea de costa están por encima del nivel del mar, lo que provoca un lento avance de la cuña salina, (*ver en figura 3. Corte Geológico I-I'*).

La **segunda sub-zona** formada por los registros 283720012-283720085-283720097-283720133-283720102-283720003-283720159, ubicados por encima del zona de Cabo Roig. Se puede observar en los gráficos de la figura 5B-5C, que a partir de entre las cota -10 a -15 la conductividad comienza a aumentar en profundidad, a excepción de los registros 283720102 donde la cota de variación es a -5 y en el registro 283720003 donde no se observa variación en profundidad de la conductividad debido a que el pozo de esa zona es un pozo más somero que está explotando el agua del acuífero formado por depósitos aluviales del cuaternario.

Estos incrementos de conductividad en profundidad van desde $5000\mu\text{s/cm}$ a $40000\mu\text{s/cm}$, registrándose aquí los mayores valores de conductividad en toda el área de estudio. Esto se debe a la inversión del gradiente hidráulico, producto de una extracción excesiva de agua subterránea, lo que permite el rápido avance de la cuña salina en el sustrato permeable de la formación acuífera que está en contacto con el mar (*ver en figura 3. Corte Geológico I-I'*).

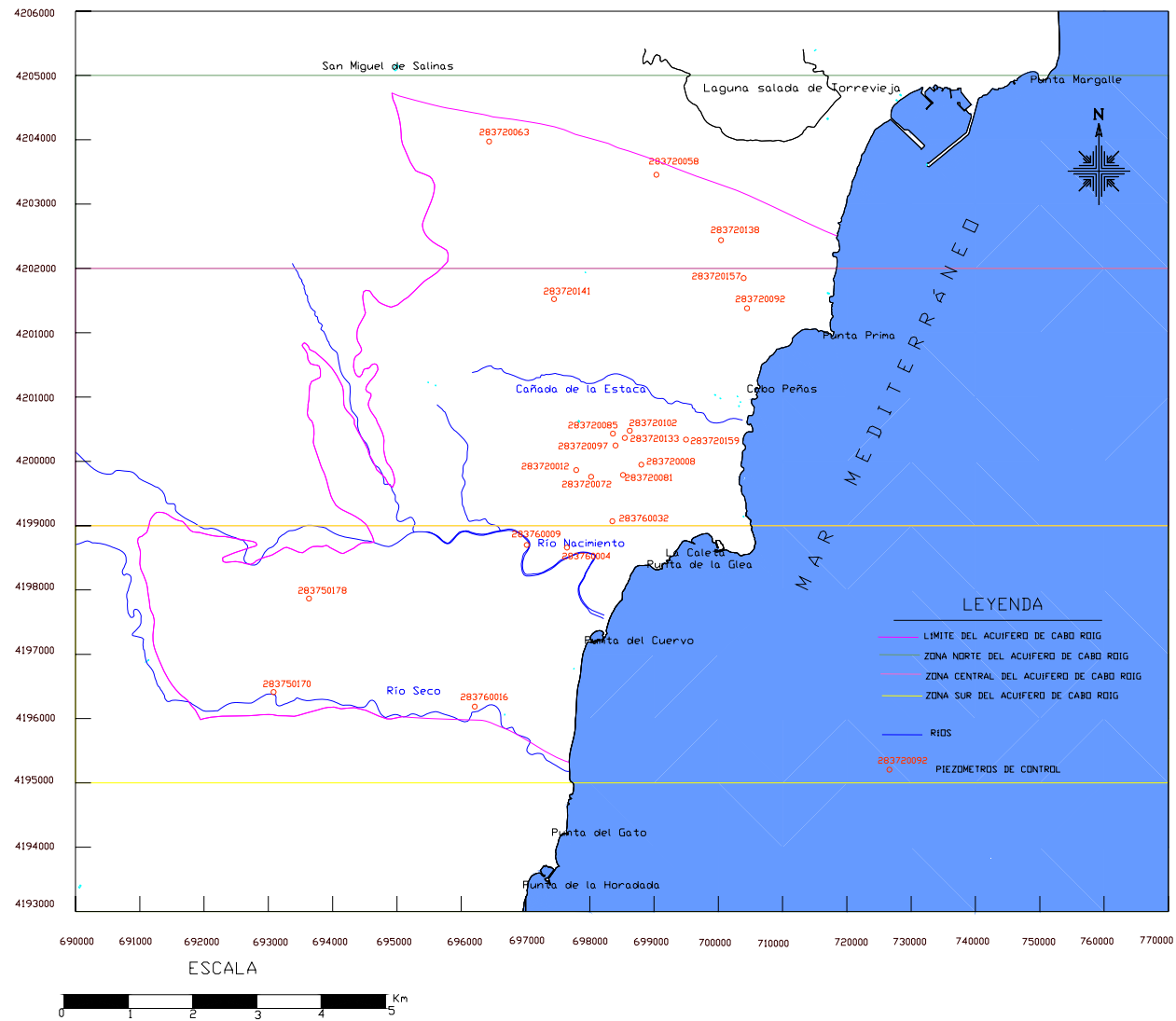
La **tercera sub-zona** formada por los registros 283720072-283760032-283720081 ubicados a la altura de Cabo Roig. Estos registros presentan valores de conductividad entre 800 a $3000\mu\text{s/cm}$ que son valores aceptables de conductividad según la clasificación de Riverside (valores muy parecidos a los de la zona norte). Estos valores, relativamente bajos de conductividad, se presentan debido a que el nivel piezométrico está a nivel del mar (*cota cero*), pero en caso de que exista un incremento de la explotación en esta zona, esto provocaría niveles por debajo de cero, incrementándose el riesgo de la intrusión marina.

Los pozos de esta zona central explotan sus aguas desde valores de nivel piezométrico ligeramente superiores a cero y menos de cero hasta la cota -25 a -40 msnm, a excepción del registro 283720141 que explotan las aguas desde la cota 20 hasta la cota -90 , por lo que en los pozos de esta zona es más fácil que se produzca un efecto de intrusión marina. El acuífero en esta zona presenta un nivel de confinamiento desde semiconfinado a confinado.

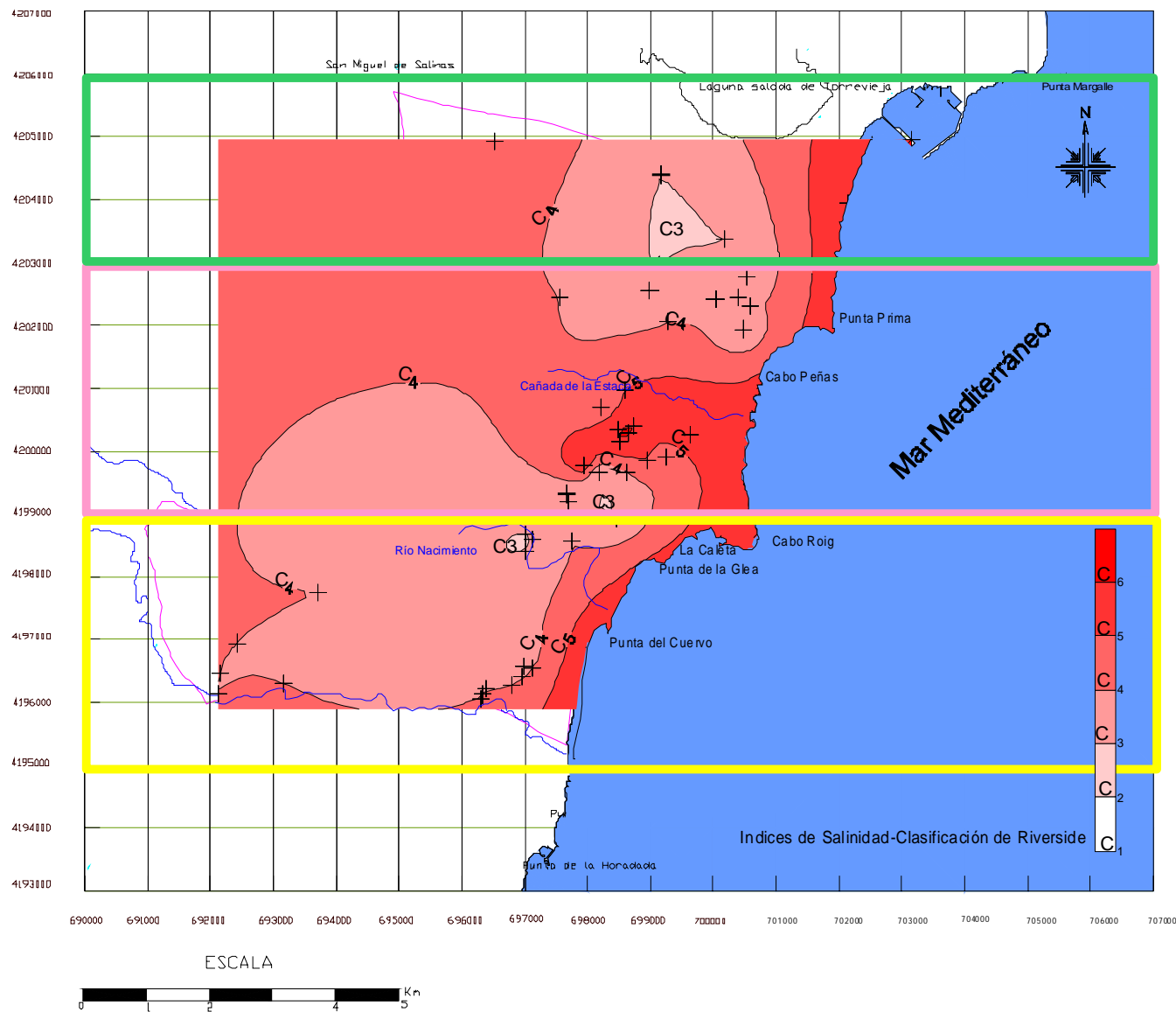
En general, esta zona presenta una vaguada de aguas subterráneas cerca de la costa, con una cota mínima de -20 msnm, por lo cual el flujo en la parte oriental es del mar hacia el oeste (vaguada) y en la parte occidental el flujo es de oeste a este, hacia la vaguada.

Zona sur del acuífero: Los registros 283750170-283750178-283760016-283760009-283760004 no presentan variación significativa de conductividad en el tiempo y tienen valores de conductividad entre 800 a $4000\mu\text{s/cm}$ lo que indica que son aguas utilizables para riego tomando ciertas precauciones.

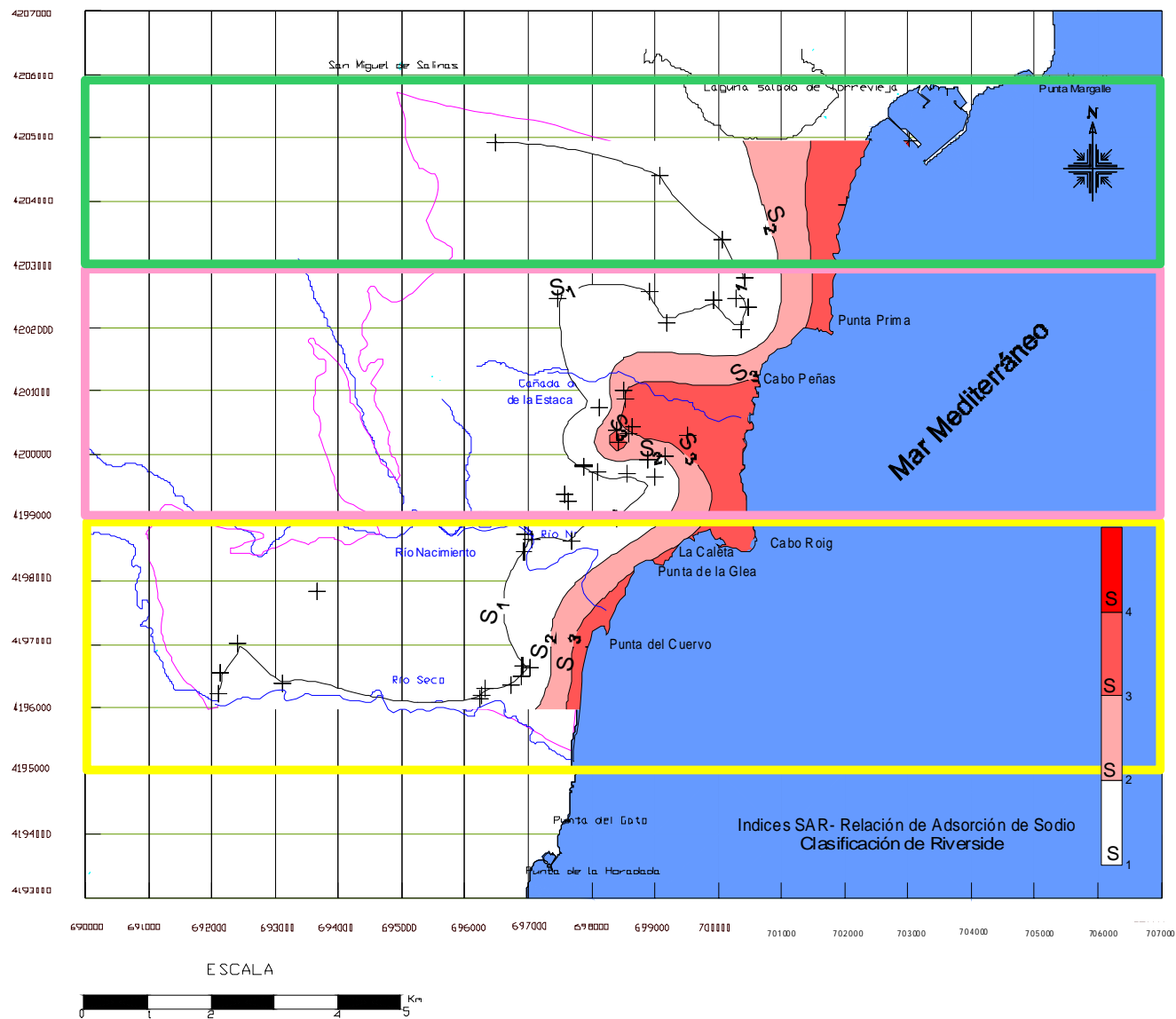
Los pozos de esta zona sur explotan sus aguas desde las cotas -10 a -30 hasta las cotas -70 a -180 msnm, a excepción del registro 283760016 que explotan las aguas desde la cota -48 hasta la cota -55 (se debe a un exceso de explotación puntual). Estos pozos no evidencian un efecto muy fuerte de intrusión marina, en la calidad de sus aguas a pesar de existir un gradiente piezométrico invertido. Esto se debe a que el contacto agua dulce/agua de mar en el estrato acuífero, se produce a más de 5 km mar adentro (Rodríguez Estrella, 2003).



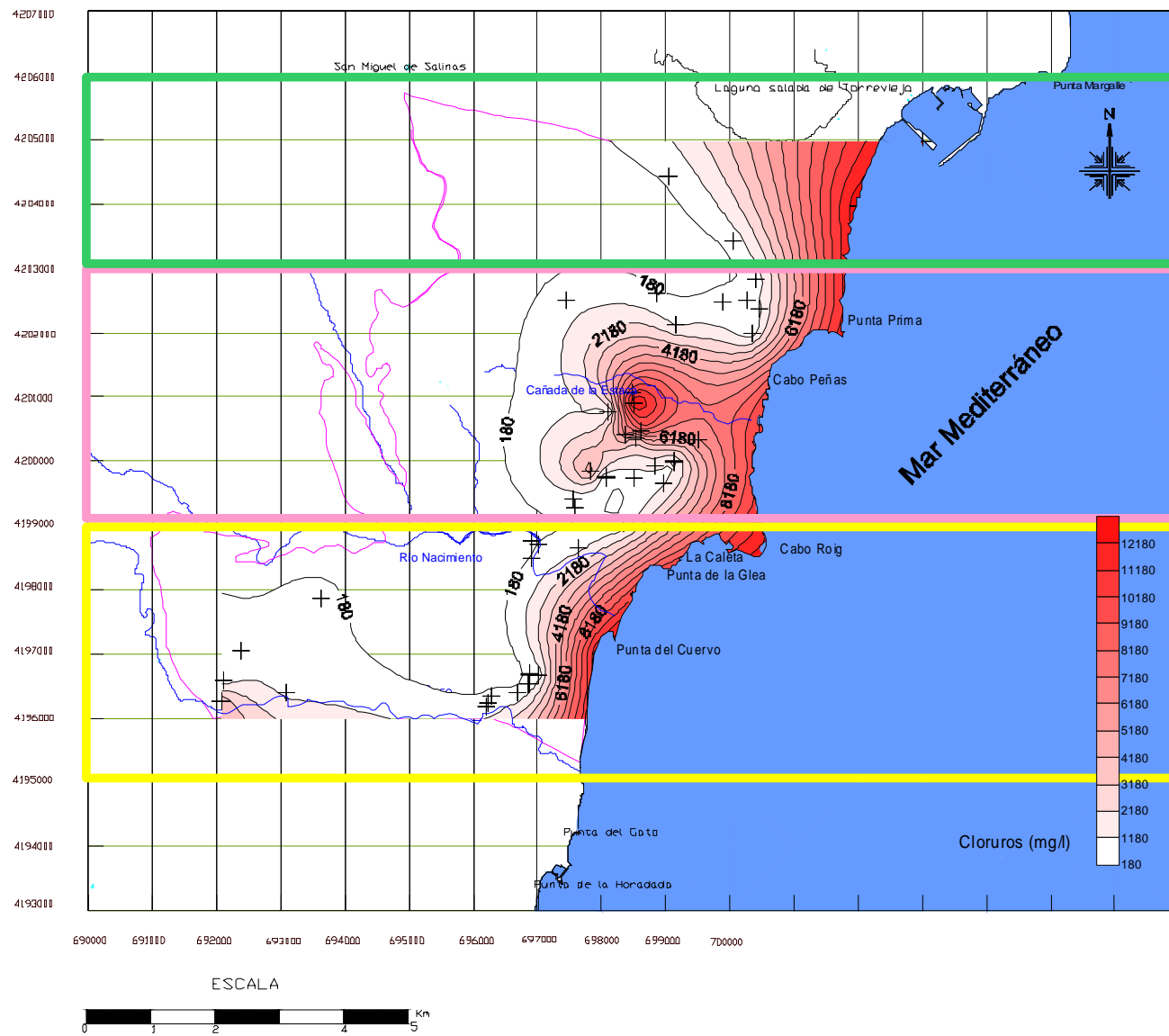
Mapa 21. Ubicación de los registros de Conductividad, Temperatura y Cota Piezométrica
Fuente de datos: Instituto Geológico Minero de España



Mapa 22. Clasificación de Riverside - Índice de salinidad. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España (2001-2002).

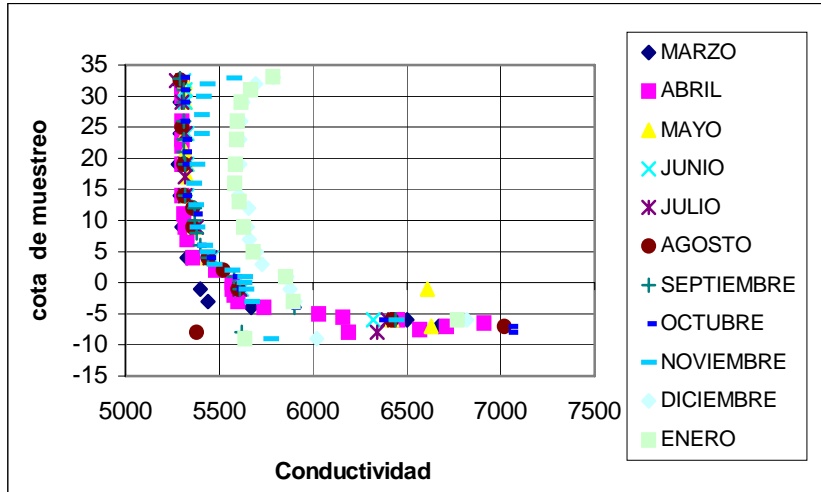


Mapa 23. Clasificación de Riverside - Índice SAR- Relación de Adsorción de Sodio. Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España (2001-2002).

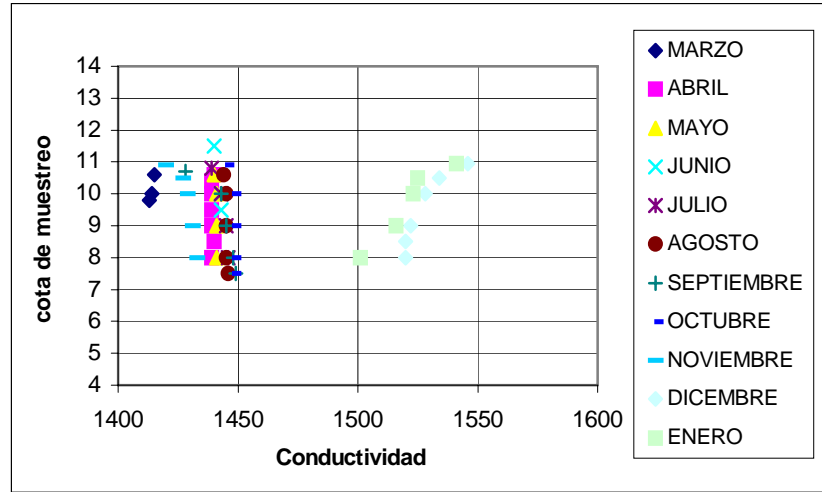


Mapa 24. Contenido de cloruros (mg/l). Fuente de datos: Instituto Geológico y Minero de España (2001-2002).

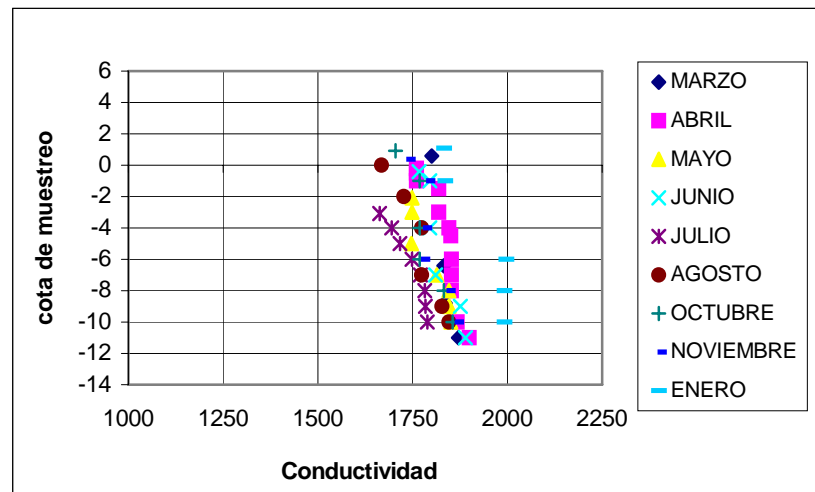
Zona norte del acuífero



283720063



283720058 (cerca de la costa)

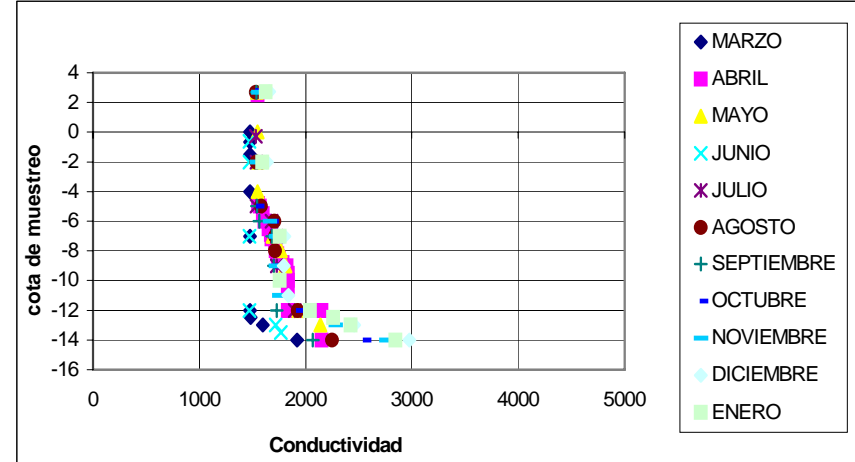
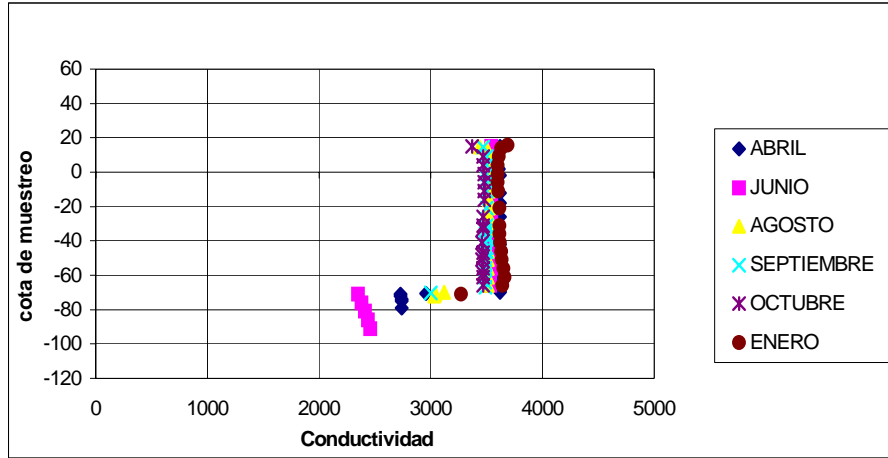


283720138 (cerca de la costa)

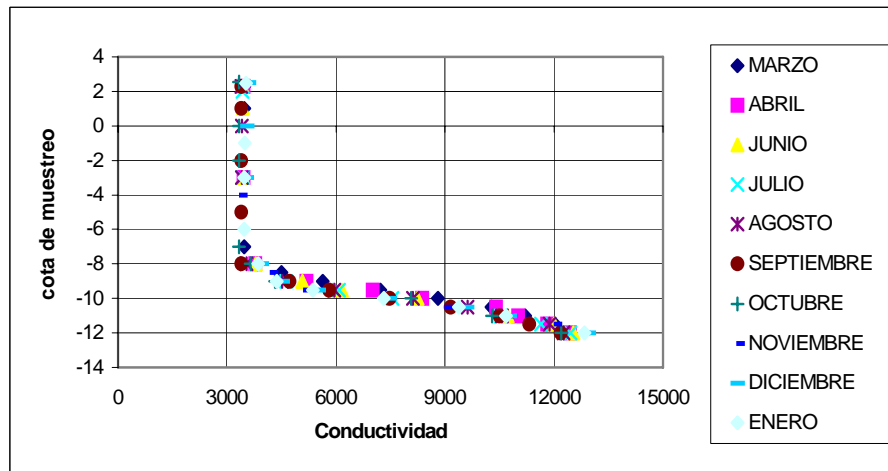
Figura 4. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona norte del acuífero de Cabo Roig.

Zona central del acuífero

Punta Prima



283720141

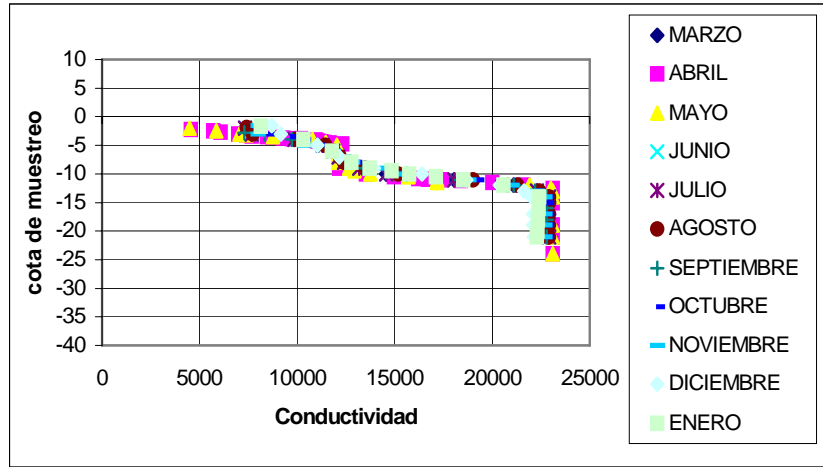


283720157 (cerca de la costa)

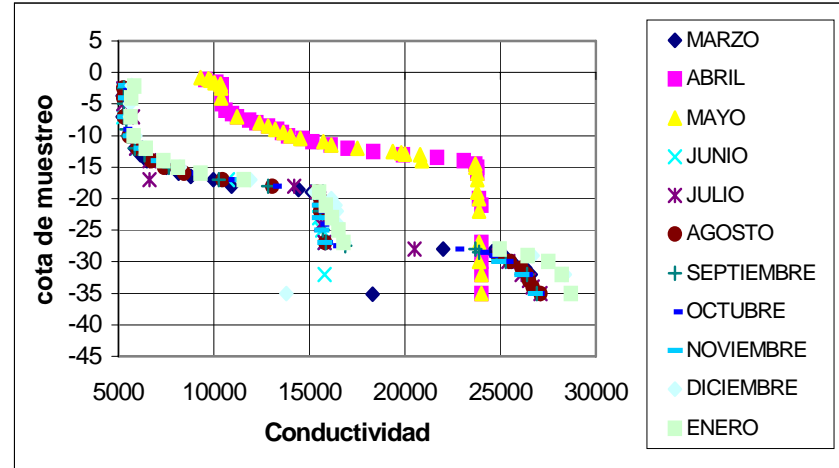
283720092 (cerca de la costa)

Figura 5.A. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona central del acuífero de Cabo Roig.

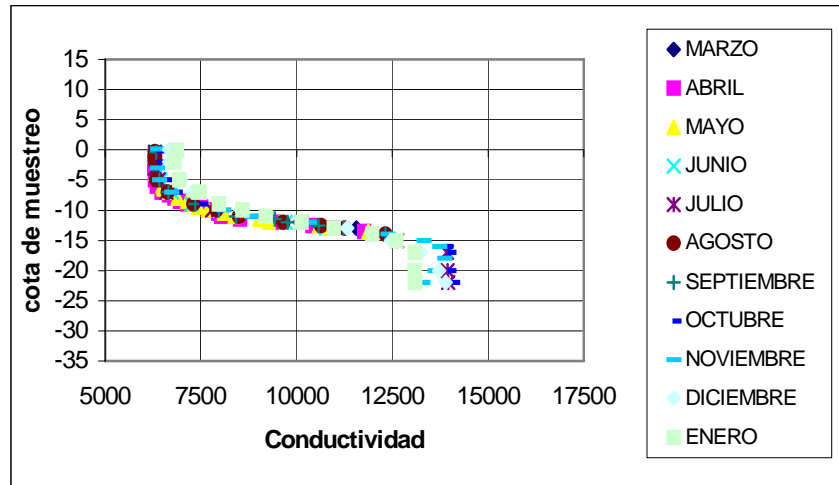
Cabo Roig



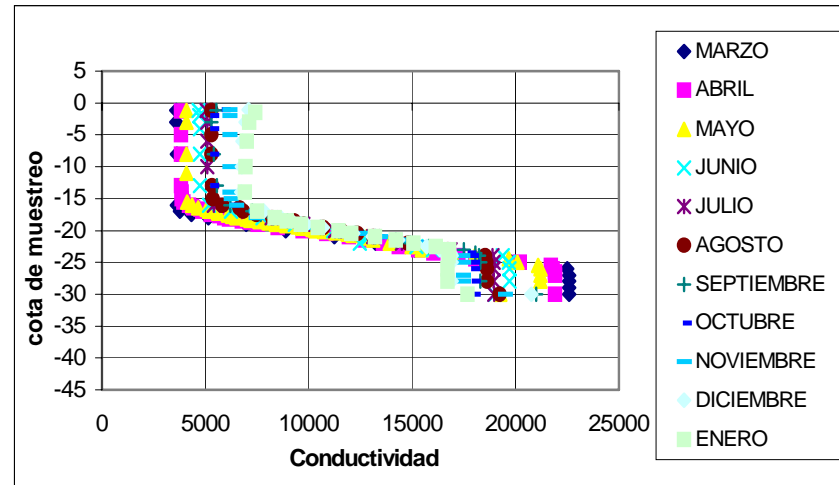
283720102



283720085

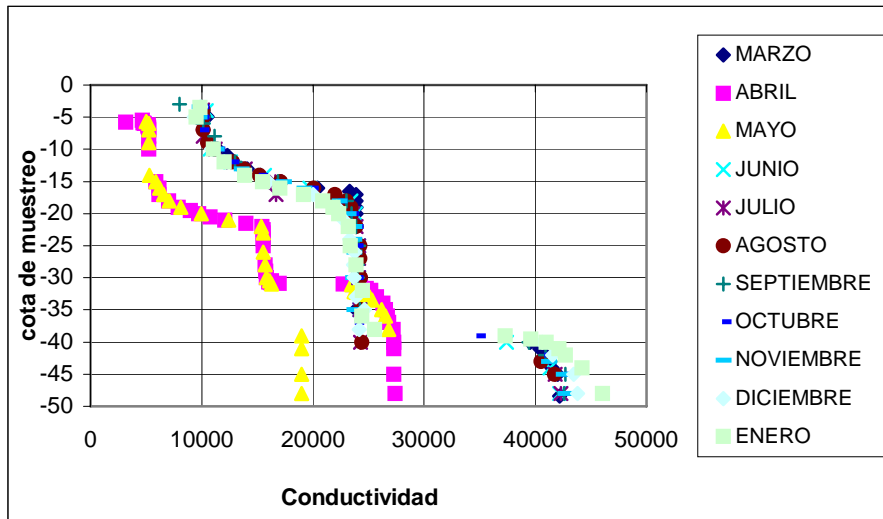


283720133

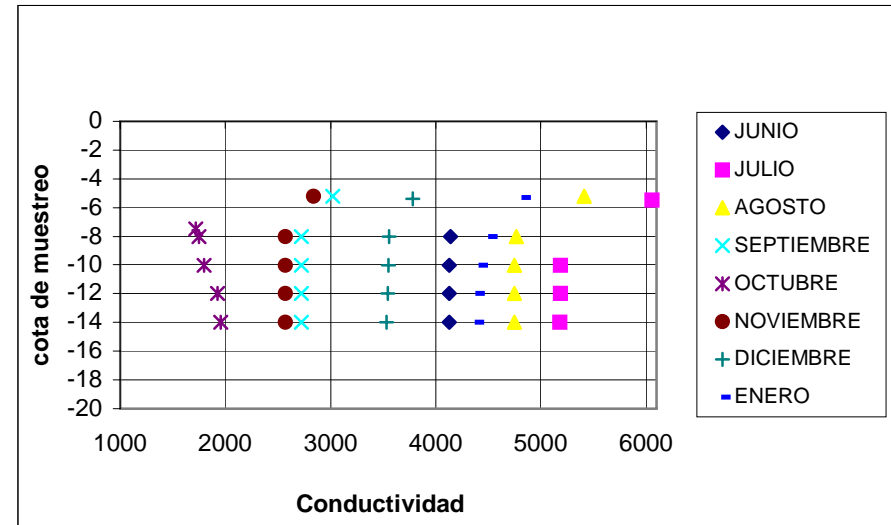


283720159 (cerca de la costa)

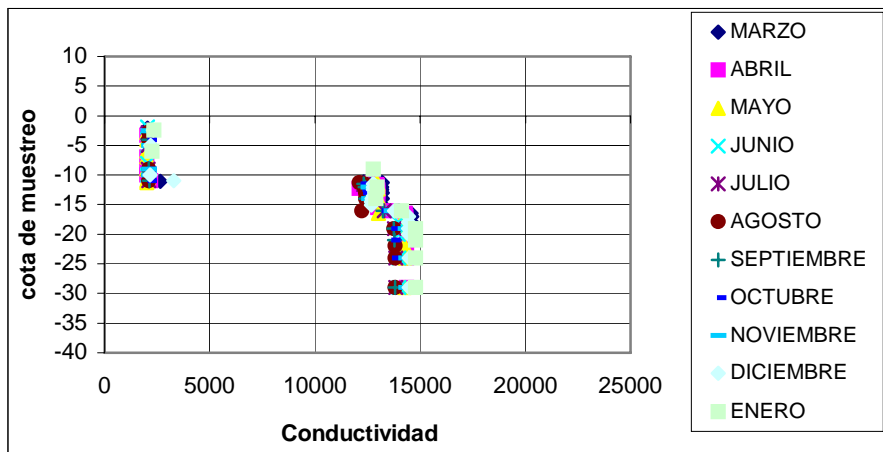
Figura 5.B. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona central del acuífero de Cabo Roig.



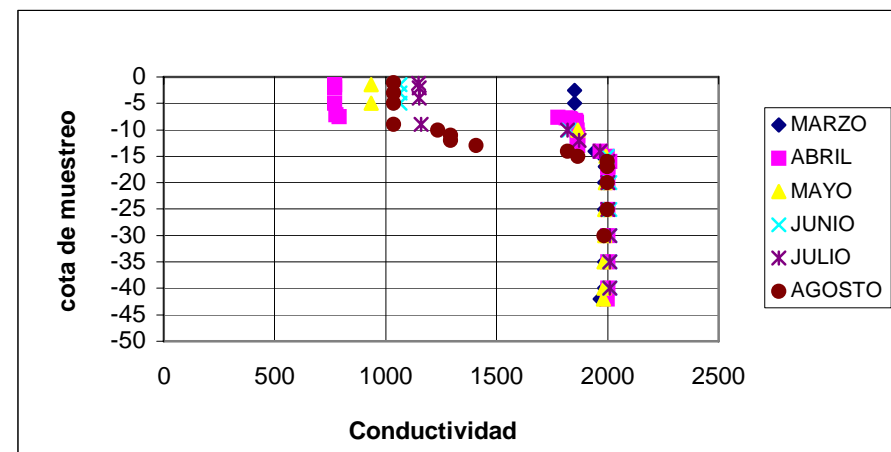
283720097



283720008 (cerca de la costa)

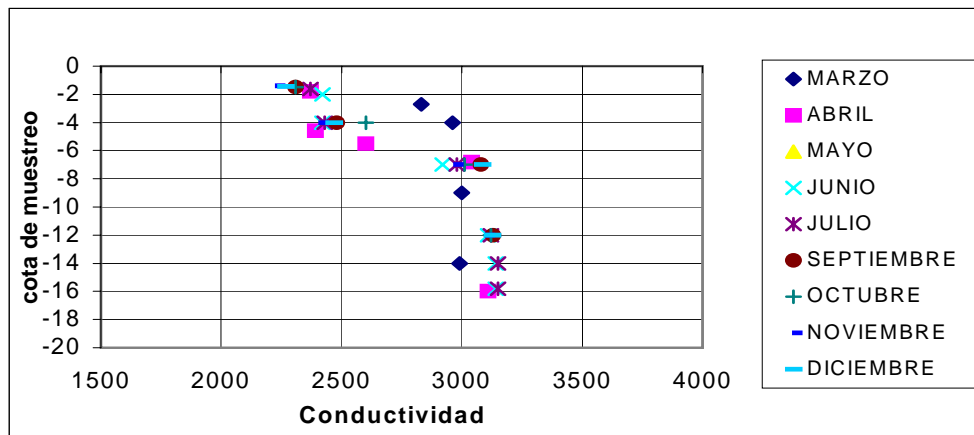


283720012

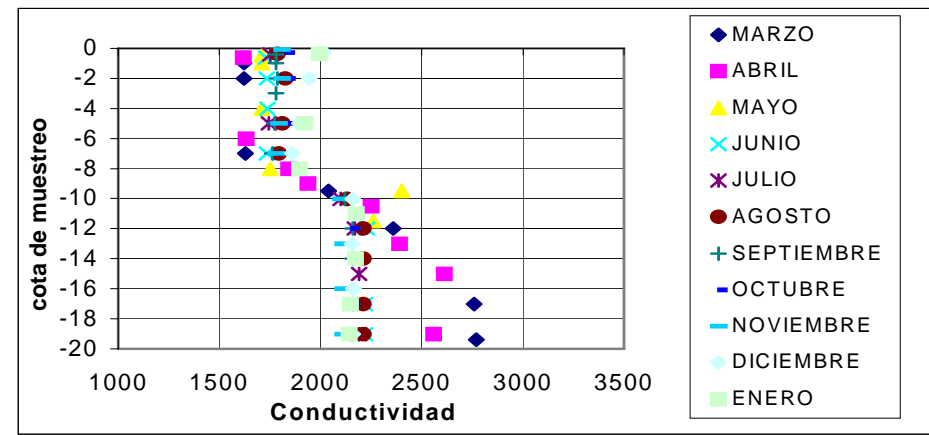


283720072

Figura 5.C.. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona central del Acuífero de Cabo Roig.



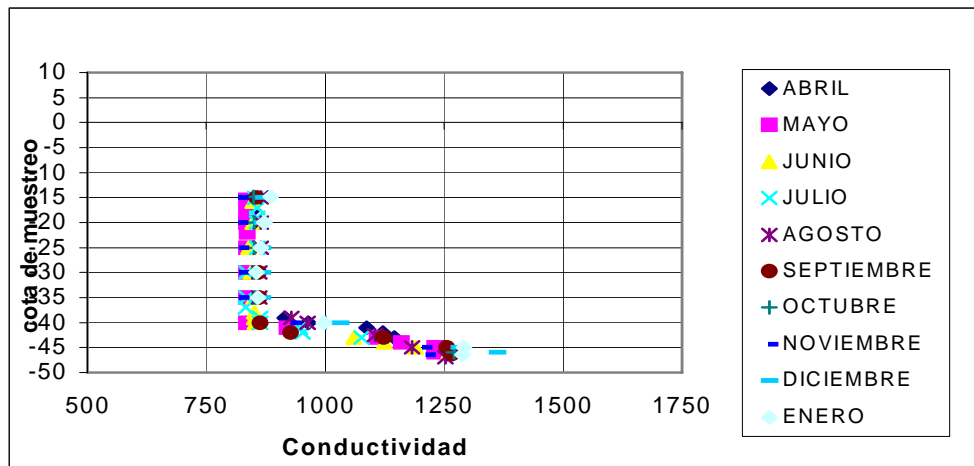
283720081 (cerca de la costa)



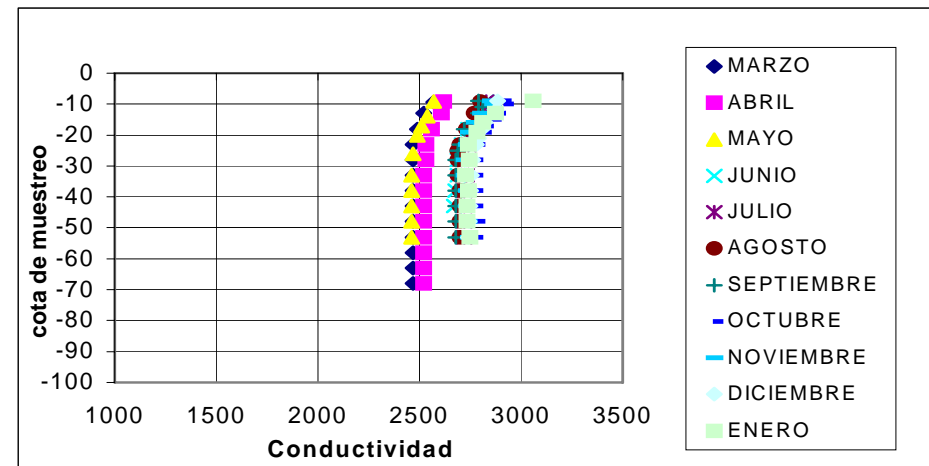
283760032 (cerca de la costa)

Figura 5.D. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona central del Acuífero de Cabo Roig.

Zona sur del acuífero

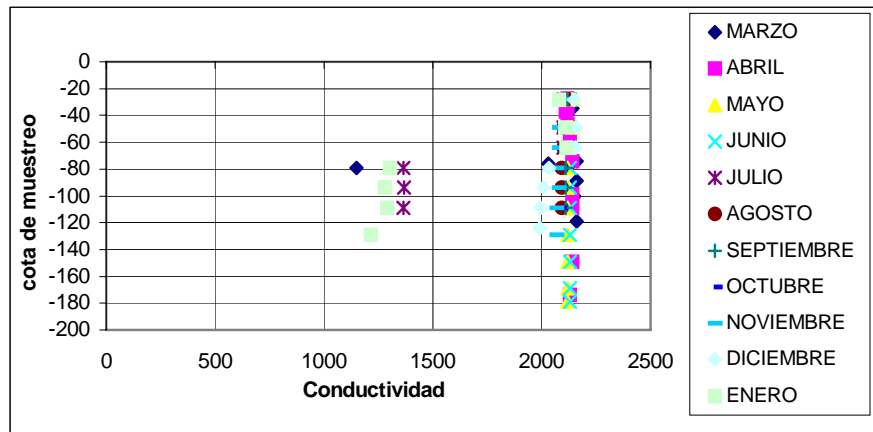


283760009

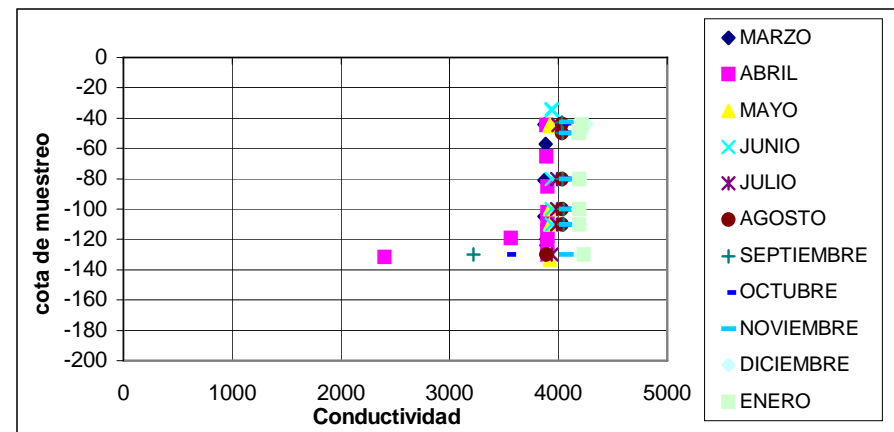


283760004 (cerca de la costa)

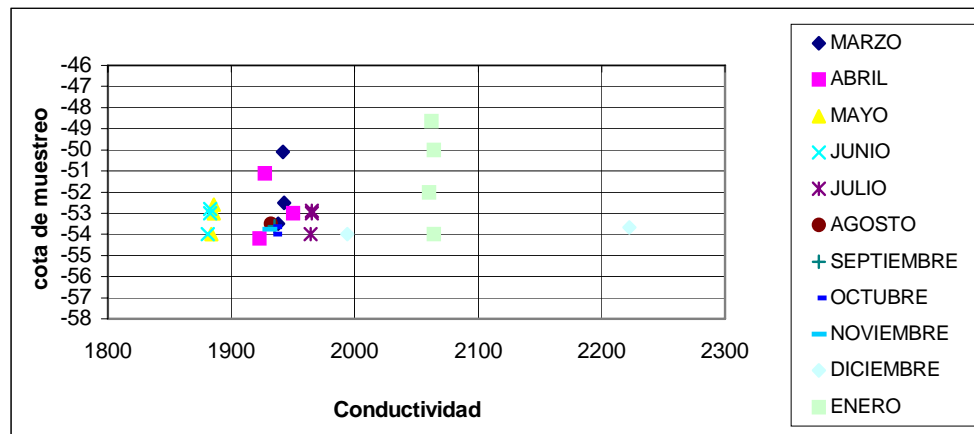
Figura 6.A. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona sur del Acuífero de Cabo Roig.



283750178



283750170



283760016 (cerca de la costa)

Figura 6.B. Variación de la conductividad eléctrica con la cota piezométrica en la Zona sur del Acuífero de Cabo Roig.

10. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas hasta la fecha son:

1. En este estudio para mayor facilidad de análisis esta unidad acuífera ha sido dividida en tres zonas, llamadas Zona norte, Zona central y Zona sur del acuífero; cuyas características principales se resumen a continuación:

Zona Norte del acuífero

Capa acuífera:

Profundidad promedio en metros: 0 a 30 m

Espesor promedio: 30 m

Cota del techo del acuífero: 30 a 90 m.s.n.m

Cota del muro del acuífero: -20 a 30 m.s.n.m

Piezometría: 0 y 30 m.s.n.m

Zona de recarga:

La mayor parte de esta zona forma un área de recarga conformada por los afloramientos permeables de las calcarenitas del Plioceno y en menor proporción existen afloramientos de aluviones y coluviones actuales.

Hidrodinámica:

Transmisividad de 20-50 m²/d, con un **caudal de explotación** entre 5 y 15 l/s, con **descensos dinámicos** de 10-20 m. Estos valores son válidos en esta zona hasta la parte central de Cabo Roig en la Zona central.

Hidroquímica:

Clasificación de Riverside: C3S1

Conductividad: 1400 a 7000 µs/cm.

Cloruros: 180 a 580 mg/l.

Zona Central del acuífero

Capa acuífera:

Profundidad promedio en metros: 0 a 55 m

Espesor variable entre: 0 y 45 m

Cota del techo del acuífero: 0 a 110 m.s.n.m

Cota del muro del acuífero: 30 a -60 m.s.n.m

Piezometría: 5 y -35 m.s.n.m

Zona de recarga:

El borde oeste del acuífero en esta zona forma un área de recarga conformada por los afloramientos permeables de las calcarenitas del Plioceno, además encontramos pequeñas superficies de recarga conformada por los aluviones y coluviones actuales del Cuaternario.

Hidrodinámica:

Transmisividad de 20-50 m²/d, con un **caudal de explotación** entre 5 y 15 l/s, con **descensos dinámicos** de 10-20 m.

Hidroquímica:

Clasificación de Riverside: mucha variabilidad en la caracterización: C3S1, C4S1, C4S2, C5S2, C5S1, C5S2, C5S4, C6S1, C6S3 y C6S4

Conductividad: 1000 a 45000 µs/cm.

Cloruros: 780 a 12180 mg/l.

Zona sur del acuífero

Capa acuífera:

Profundidad promedio en metros: 40 a 70 m

Espesor promedio: 45 m

Cota del techo del acuífero: 10 a -40 m.s.n.m

Cota del muro del acuífero: -40 a -90 m.s.n.m

Piezometría: 0 y -70 m.s.n.m

Zona de recarga:

Conformada por las terrazas aluviales de los ríos Nacimiento y Seco del Cuaternario.

Hidrodinámica:

Caudales inferiores a 10 l/s con **depresiones dinámicas** entre 15 y 25 m y **transmisividades** entre 15-30 m²/d.

Hidroquímica:

Clasificación de Riverside: C3S1-C4S1

Conductividad: 800 a 4000 µs/cm.

Cloruros: 780 a 3180 mg/l.

2. Se ha conseguido cumplir todos y cada uno de los objetivos propuestos, sin embargo en relación al objetivo de los parámetros hidráulicos en el acuífero de Cabo Roig, faltaría complementar los datos que se tienen con más información, además falta aún definir las extracciones promedio que se dan en el tiempo en este acuífero.

Se continuará en el siguiente informe con la realización del Balance hídrico, tratamiento de datos de temperaturas en las muestras de agua en profundidad y tratamiento de datos de los análisis físico-químicos de muestras de agua, para luego pasar a la realización de un modelo de la intrusión marina en esta zona con el programa Feflow.

REFERENCIAS

- CONSULTOR: TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA S.A.(1995). *Nuevas Tecnologías para el saneamiento, depuración y reutilización de las aguas residuales en la provincia. Viabilidad de aplicación en medio Vinalopo, Vega Baja y Villajoyosa.*
- HORNERO, J.; RAMOS, G.; VIÑUALES, A.; RODES, J.; RODRIGUEZ, L. (2003). *Procedimientos de control para evaluar el impacto de las extracciones de recursos subterráneos salobres en acuíferos salinizados de la zona sur de la provincia de Alicante.(Madrid).* Tecnología de la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros (TIAC): Países Mediterráneos.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (2000). *Cartografía de Cultivos y áreas urbanas correspondientes a los acuíferos del Terciario de Torrevieja y Cabo Roig (Alicante) mediante técnicas de teledetección.*
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (2002). *Estudio de los recursos subterráneos de agua salobre en los Acuíferos de Torrevieja y Cabo Roig, II Fase.*
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1990). *Estudio de la intrusión marina en acuíferos costeros de Murcia y Alicante.*
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1982). *Prospección por S. E. V. en Torrevieja (Alicante).*
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1977). *Mapa Geológico de España. E. 1:50.000 (Torrevieja).*
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (2003). *Situación de la intrusión marina en la cuenca del Segura: Evolución desde el Tiac'88.* Tecnología de la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros (TIAC): Países Mediterráneos.