



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

**Conselleria de Medi Ambient**  
Direcció General de Recursos Hídrics



# **ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD SANTA EULÀRIA DES RIU (EIVISSA)**

---

**Afección a las aguas subterráneas del regadío con  
aguas residuales depuradas**

**Acuerdo específico de colaboración entre la Direcció General de  
Recursos Hídrics del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de  
España**

**Julio 2006**



**El presente informe ha sido elaborado por el IGME, dentro del Acuerdo Específico con la Consellería de Medi Ambient del Govern Balear para los años 2002, 2003 y 2004**

**Dirección del Proyecto:**

**Rosa M<sup>a</sup> Mateos Ruíz (Jefa Oficina de Proyectos del IGME en Baleares)**

**Equipo de trabajo:**

**José M<sup>a</sup> López García (Técnico superior. Oficina de Proyectos del IGME en Baleares)**

**Pedro A. Robledo Ardila (Técnico superior. Oficina de Proyectos del IGME en Baleares)**



## ÍNDICE

- 1. ANTECEDENTES**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. MARCO GEOGRÁFICO**
- 4. MARCO GEOLÓGICO**
  - 4.1. Estratigrafía**
    - 4.1.1. Triásico**
    - 4.1.2. Jurásico**
    - 4.1.3. Cretácico**
    - 4.1.4. Terciario**
    - 4.1.5. Cuaternario**
  - 4.2. Estructura**
- 5. MARCO HIDROGEOLÓGICO**
  - 5.1. La Unidad Hidrogeológica 20.03 Santa Eularia**
  - 5.2. Redes de control piezométrico y de calidad**
  - 5.3. Piezometría de la zona de estudio**
  - 5.4. Caracterización hidrogeoquímica**
    - 5.4.1. Facies hidrogeoquímicas**
  - 5.5. Problemas de calidad de las aguas subterráneas**
- 6. MODELO DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**
- 7. RESUMEN Y CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFÍA**



## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1. Inventario de los puntos de la red específica de control**

**Tabla 2. Niveles piezométricos (2000-2005)**

**Tabla 3. Análisis químicos de elementos mayores (2000-2005)**

**Tabla 3. Analítica de metales pesados**

**Tabla 5. Analítica de elementos microbiológicos**

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1. Esquema de situación del área de estudio, y distribución de las unidades hidrogeológicas de Eivissa y Formentera**

**Figura 2. Esquema de situación de los polígonos de riego y distribución de la red de control piezométrico y de calidad**

**Figura 3. Mapa topográfico del área de estudio con la situación de los puntos de la red de control piezométrica y de calidad**

**Figura 4. Cortes hidrogeológicos en el área de riego de Santa Eùlaria**

**Figura 5. Distribución espacial de las tipologías de aguas subterráneas (Stiff)**

**Figura 6. Distribución espacial de la concentración de ión cloruro (mayo 2002)**

**Figura 7. Evolución del contenido en ión cloruro entre los años 2000-2005**

**Figura 8. Distribución espacial de la concentración de ión sulfato (mayo 2002)**

**Figura 9. Evolución del contenido en ión sulfato entre los años 2000-2005**

**Figura 10. Evolución del contenido en ión nitrato entre los años 2000-2005**

**Figura 11. Aptitud de las aguas para riego (Riverside) entre los años 2000-2005**



## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo I. Mapa geológico del área de estudio**  
**Leyenda del mapa geológico**  
**Cortes geológicos**
- Anexo II. Mapa de isopiezas, octubre 2000**  
**Mapa de isopiezas, mayo 2001**  
**Mapa de isopiezas, octubre 2001**  
**Mapa de isopiezas, mayo 2002**  
**Mapa de isopiezas, junio 2002**  
**Mapa de isopiezas, octubre 2002**  
**Mapa de isopiezas, junio 2003**  
**Mapa de isopiezas, agosto 2003**  
**Mapa de isopiezas, junio 2003**  
**Mapa de isopiezas, agosto 2003**  
**Mapa de isopiezas, octubre 2003**  
**Mapa de isopiezas, abril 2005**
- Anexo III. Diagramas de Piper-Hill-Langelier**
- Anexo IV. Diagramas de Stiff**



## 1. ANTECEDENTES

Mediante el R.D. 1104/1982 de 26 de marzo, se declaró de Interés Nacional la transformación en regadío de determinados perímetros de la isla de Eivissa con aguas residuales procedentes de la depuración. Posteriormente, por R.D. 1098/85 de 25 de mayo se aprobó el Plan General de Transformación de la Zona Regable de Santa Eulària des Riu. Su correspondiente Plan de Mejoras Territoriales y Obras fue aprobado por Orden Ministerial de 20 de septiembre de 1985.

Las obras de una primera fase de este perímetro quedaron finalizadas en febrero de 1995, abarcando en principio una superficie regable de 60 hectáreas. Para la administración de las aguas se constituyó la preceptiva Comunidad de Regantes. A lo largo de los últimos años, se ha venido regando la principal zona agrícola de Santa Eulària des Riu, con las aguas residuales procedentes de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de la localidad. Debido a la deficiente calidad del efluente, en el verano del año 2000, entró en funcionamiento una planta de ósmosis inversa para tratar el caudal de salida del efluente, debido a la deficiente calidad por el elevado contenido en ión cloruro, optimizando así la calidad del mismo.

El caudal no aprovechado, junto al incremento del volumen de aguas depuradas ocasionado tanto por el incremento de la población como por el progresivo aumento del saneamiento del municipio, obligó a la construcción de una nueva planta depuradora dando lugar a que se disponga de un importante volumen de agua que no está siendo utilizado.

Por otra parte, tanto la situación climatológica de los últimos años como el aumento de la demanda de agua para la población, ha ocasionado que se



produzca un progresivo agotamiento de los acuíferos utilizados para el riego, de tal forma que los sondeos se hacen inexplotables.

La situación motivó la solicitud de ampliación de la Zona Regable cuyo resultado ha sido la puesta en marcha de un segundo sector de riego en el que se puedan utilizar los recursos excedentarios. A tal fin, y previa solicitud de la Consellería de Agricultura y Pesca del Govern Balear, motivada por el gran interés de los agricultores de la zona, la Ley 14/2000 de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y de orden social, declara de interés general la “Ampliación de la zona de riegos de Santa Eulària des Riu en Sant Joan de Labritja (Eivissa) (Figuras 1 y 2).

En el momento actual las obras de ampliación al polígono de Sant Joan se encuentran prácticamente finalizadas (balsas de almacenamiento, redes de riego, red de telecontrol, tuberías de impulsión, balsa de regulación, etc.) y a la espera de la inminente puesta en marcha del riego con las aguas residuales depuradas.

La puesta en marcha de las actividades de riego supone la ejecución del correspondiente control sobre la posible afección a los acuíferos existentes en la zona por parte de las administraciones con competencias en la materia. Por parte de la comunidad autónoma, el órgano de gestión y administración del dominio público hidráulico en el ámbito de las Illes Balears, se encuentra adscrito a la Consellería de Medi Ambient a través de la Direcció General de Recursos Hídrics, tiene entre otras funciones la realización de estudios sobre los recursos hidráulicos de esta comunidad autónoma, el control de los mismos, la implantación de redes piezométricas y de calidad, y, en general, cuantas hacen referencia a una racional gestión del dominio público hidráulico, su conservación y mejora, la definición de objetivos y programas de calidad de



acuerdo a lo establecido en la planificación hidrológica, y la inspección y vigilancia de su cumplimiento.

En lo que se refiere a la Administración Estatal, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es un Organismo Público de la Administración General del Estado entre cuyos fines y funciones figura el estudio del suelo y subsuelo en cuanto sea necesario para el conocimiento y desarrollo de la geología, minería, hidrogeología y geotécnica, la formulación de planes, programas y proyectos de reconocimiento e investigación en las materias citadas, la ejecución de los mismos, la catalogación de cuantas materias contenidas en el suelo o subsuelo sean susceptibles de aprovechamiento o transformación industrial, la preparación de publicaciones sobre los trabajos realizados, la publicación de la cartografía nacional específica y la ejecución de informes técnicos solicitados por la Administración, además de determinadas misiones medioambientales reconocidas en la normativa legal vigente

Para llevar a cabo sus funciones, la Administración Hidráulica de Baleares tiene la capacidad de suscribir convenios de colaboración con otras administraciones y entidades. Fruto de estas atribuciones existe un Convenio Marco que desde el año 1992 regula de forma general la colaboración entre la Consellería de Medi Ambient del Govern Balear y el IGME, y que prevé en su cláusula cuarta la realización de trabajos y estudios específicos mediante la figura de un Acuerdo Específico.

Dentro de este convenio se enmarca el Acuerdo Específico entre la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España para los años 2002, 2003, 2004 que, entre otros trabajos, contempla en su actividad cuarta el *Estudio Hidrogeológico de la Unidad Santa Eulària (Eivissa). Afección a las Aguas Subterráneas del Regadío con Aguas Residuales.*



## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo es la actualización de la información hidrogeológica de la Unidad Santa Eulària y el establecimiento de las condiciones “naturales” de las aguas subterráneas de los acuíferos presentes bajo el área de riego antes de su puesta en marcha, así como el seguimiento de la incidencia real en los acuíferos del regadío llevado a cabo con las aguas tratadas de la EDAR de Santa Eulària des Riu .

Para ello se han realizado las siguientes fases de trabajo:

1. Recopilación de toda la información disponible
2. Realización de una cartografía geológica de detalle a escala 1:25.000
3. Inventario de puntos de agua en el entorno de la zona de riego
4. Establecimiento de una red de control piezométrica y de calidad química y bacteriológica de las aguas subterráneas
5. Campañas periódicas de control de las redes de piezometría y calidad química y bacteriológica.
6. Elaboración de mapas de piezometría y calidad. Determinación de la tipología de las aguas subterráneas. Análisis de las principales anomalías detectadas y sus posibles causas.
7. Establecimiento de un modelo de funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos en la zona de estudio
8. Redacción de la memoria final



### 3. MARCO GEOGRÁFICO

El área prevista para el riego con aguas residuales depuradas procedentes de la EDAR de Santa Eulària des Riu se extiende a lo largo de aproximadamente 4 km<sup>2</sup> de superficie, divididos en dos sectores principales: un único polígono de riego situado 3 km al oeste de la localidad de Santa Eulària des Riu, a ambos lados del valle del río Santa Eulària; y una treintena de parcelas menores ubicadas a 4 km al noroeste de esta localidad, predominantemente situados a lo largo del margen izquierdo del Torrent de Labritja (Figuras 1 y 2).

Comprende los municipios de Sant Joan Bautista, donde quedan englobados la mayor parte de los polígonos del sector norte de riego (zona de ampliación), y Santa Eulària , que engloba la zona regable meridional (sector A).

El relieve en este sector (Figura 3) es de escasa altitud, correspondiendo a los valles del Torrent de Labritja, de dirección norte-sur, y del río Santa Eulària, de dirección este-oeste. La altitud varía entre los 100 m del sector más septentrional, hasta los 40 m del meridional. Al este de los polígonos de riego, el valle del Torrent de Labritja se encuentra limitado por una alineación montañosa de dirección N-S, con una altitud máxima de 221 m en el Puig d'en Ribes y 219 m en el Puig d'Atzaró. Al oeste, destaca el Puig d'en Rrafalet, que con sus 186 m limita el valle del Torrent de Labritja por su margen derecha y del río Santa Eulària por su margen izquierda. Finalmente, el límite meridional, lo constituye la alineación de relieves encabezados por el Puig d'en Pep (220 m), al sur de la localidad de Santa Eulària des Riu, y el Puig d'en Xomeu (171 m), Puig d'en Recó (186 m) y Puig d'en Tanques (184 m).

La red hidrográfica se caracteriza por su escaso desarrollo, constituyendo cauces intermitentes cuyo funcionamiento está asociado a períodos de intensas precipitaciones. A pesar de ello, cabe destacar el curso del Río Santa



Eulària, el único drenaje permanente del Archipiélago Balear hasta épocas recientes, donde las fuertes extracciones de aguas subterráneas han determinado su actual funcionamiento esporádico, ligado a precipitaciones más intensas.

El clima es mediterráneo con temperaturas medias del orden de 17°C, máximas de 35°C y mínimas de 0°C. La temperatura media del mes más frío (enero) es superior a los 10°C y la del mes más cálido (agosto) alcanza los 25°C. La pluviometría media anual es del orden de los 475 mm, con variaciones interanuales muy importantes y coeficientes de irregularidad superiores a 6.



#### 4. MARCO GEOLÓGICO

El área de riego de Santa Eulària des Riu y su entorno inmediato se encuadran dentro de las hojas geológicas del plan MAGNA (IGME 1997) 799-I Santa Eulària des Riu , y 773-III Sant Joan Bautista.

Los primeros trabajos sobre la isla de Eivissa son los realizados por VIDAL, L.M. y MOLINA, E. (1888) y NOLAN, E. (1887-1895) reconociendo los materiales aflorantes, desde el Triásico al Mioceno. Durante el segundo decenio de nuestro siglo surge una nueva hipótesis interpretativa desarrollada en los trabajos de FALLOT, P. (1910-1948) y DARDER - PERICAS, B. (1925). Estos autores indican la superposición de tres series tectónicas o escamas en la isla de Eivissa. Estas escamas, de SE a NO, son: la serie de Eivissa (la más elevada), la serie de Llentrisca - Rey (intermedia) y la serie de Aubarca (basal) Desde el punto de vista estructural RANGHEARD, Y.(1971) reincide en las tres unidades definidas por FALLOT Estos terrenos están afectados por una tectónica tangencial reflejada por pliegues capas vergentes hacia el NO. Los flancos inversos de los pliegues capa están frecuentemente estirados formando láminas, siendo cabalgados a su vez por los flancos normales. Posteriormente FOURCADE, E.; CHAUVE, P.; CHABRIER, G. (1982) estudian la isla de Eivissa incorporando los nuevos conceptos sedimentarios a esta zona de las Béticas, indicando la presencia de unidades olistostrómicas ya descritas por BOURGOIS, J. (1978), en otros sectores de las Béticas.

A grandes rasgos, en Eivissa se pueden diferenciar tres grandes dominios paleogeográficos que comienzan a individualizarse a partir del Jurásico inferior y continúan durante el Cretácico inferior, manteniéndose uniformes las facies durante el Triásico y el Jurásico.



Estos dominios paleogeográficos, denominados de NO a SE, series de Aubarca, San José e Eivissa se han diferenciado en base a las características sedimentarias observadas en el intervalo Tithonico-Albiense. Como se ha indicado anteriormente, la serie de Aubarca (Dominio externo), en este periodo está formada por depósitos de plataforma, la serie de Eivissa (Dominio interno), constituido por depósitos de cuenca y la serie de San José (Dominio intermedio) por depósitos de transición entre la plataforma calcárea y la cuenca.

En la zona de estudio (Anexo I) sólo se pueden diferenciar dos de ellos; el dominio paleogeográfico intermedio, en donde afloran margas del Hauteriviense-Barremiense con niveles dolomíticos en el Tithonico - Hauteriviense. El dominio paleogeográfico más interno aflora en el sector meridional y oriental de la zona de estudio, ocupando prácticamente todo el margen costero. Está constituido por sedimentados margosos del Cretácico inferior depositados en facies de cuenca. En este sector, no se observan depósitos del Cretácico superior, estando el Mioceno representado fundamentalmente en facies detríticas con algún bloque de calizas jurásicas incluidas entre ellas y facies de la “Unidad Olistostrómica”.

#### **4.1. Estratigrafía**

Las unidades aflorantes en el sector cartografiado (Anexo I) presentan una gran variedad litológica con materiales de edades comprendidas entre el Triásico medio y el Cuaternario. No obstante se localizan varias lagunas estratigráficas situadas concretamente en el Mesozoico (Jurásico medio) y el Terciario (Paleógeno-Mioceno inferior). A continuación se describen brevemente sus características principales.



#### **4.1.1. Triásico**

Sus principales afloramientos se localizan en la base de los cabalgamientos, relacionados con los intensos procesos tectónicos que afectan a esta zona. Así mismo se pueden observar materiales carbonatados del Triásico medio incluidos dentro de la “Unidad Olistostrómica”.

Se presentan en facies germánica con un tramo inferior en facies “Muschelkalk”, calcáreo y un tramo superior en facies “Keuper”, arcilloso evaporítico.

#### **Dolomías y calizas tableadas (Facies Muschelkalk). Anisiense - Ladiniense**

Litológicamente está constituido por una serie muy homogénea formada totalmente por dolomías grises cristalinas, de tamaño de grano fino a grueso, en capas de espesor fino a medio, agrupados en bancos de aproximadamente 1,5 m de potencia, con pasadas de niveles de calizas a techo.

En general estos materiales se organizan en secuencias de somerización asociándose a un ambiente mareal. El espesor de este conjunto es difícil de calcular ya que la mayor parte de sus afloramientos son incompletos, no conociéndose con precisión su techo y su muro, no obstante se puede medir más del centenar de metros.

La mayor parte de estos materiales se han depositado en una plataforma somera de carbonatos de agua claras en ambientes submareales someros a muy someros, con intercalaciones de depósitos de tormentas y en un sistema de barras que prograda sobre sus propios sistemas tempestíficos asociados.



## **Arcillas y yesos (Facies Keuper). Carniense-Noriense**

Esta unidad aparece bordeando el frente del cabalgamiento de la Unidad de Eivissa, los mejores afloramientos se localizan en Can Mari, en la vertiente occidental de Puig d'en Ribes, y en la misma localidad de Santa Eulària des Riu. También es fácil reconocer bloques de estos materiales entre los depósitos de la "Unidad Olistostrómica".

Está constituido por niveles estratificados en bancos grandes, de arcillas de tonos rojos, verdes, amarillos y grises. Contienen cuarzos bipiramidales y yeso blanco fibroso, que ha sido explotado en varias canteras, presentándose el conjunto en típicas facies Keuper.

El espesor de esta unidad es muy difícil de precisar ya que los contactos con las unidades infrayacentes y suprayacentes se encuentran muy mecanizados debido a la naturaleza plástica de estos materiales.

No ha sido posible datar esta unidad debido a su carácter azoico, no obstante, por comparación con otras zonas de las Cordilleras Béticas en que sí ha sido datada, se ha asignado, a esta unidad, una edad comprendida ente el Carniense y el Noriense.

Sedimentológicamente se corresponde con facies de transición, encuadradas posiblemente en ambientes supramareales salinos de tipo *sabkha*, en un clima árido, con etapas de influencia continental y llegada de materiales siliciclásticos finos.



#### **4.1.2. Jurásico.**

Los afloramientos de los materiales correspondientes al Jurásico, se distribuyen en una banda paralela a la costa, en donde se localizan sus mejores puntos de observación. La mayor parte de estos materiales se incluyen en la Unidad Tectónica de Eivissa, exceptuando pequeños afloramientos incluidos en los materiales miocenos tanto detríticos como en la “Unidad Olistostrómica”.

En general y durante el Jurásico, exceptuando el terminal (Tithonico), no existen grandes variaciones en facies que permitan diferenciar dominios paleogeográficos, estando constituido por un conjunto carbonatado dolomítico en la base (Lías) en la que están comprendidos, unos tramos margosos, no siempre presentes, de escaso espesor (Oxfordiense) y un tramo calcáreo superior kimmeridgiense, existiendo una laguna estratigráfica que ocupa el Dogger o sólo parte del Dogger según zonas.

Se excluyen los sedimentos margosos y carbonatados del Tithonico, que presentan una clara continuidad estratigráfica con los del Cretácico.

#### **Dolomías calizas tableadas y brechas. Rethiense-Lías**

Esta unidad se observa en contacto mecánico sobre los tramos de arcillas yesíferas del Triásico superior descritos anteriormente.

Los mejores afloramientos se localizan en los alrededores de Roca Llisa, y en Cala Longa. Se trata de un conjunto de dolomías masivas y calizas dolomíticas. Las dolomías de tonos grises están constituidas por cristales gruesos y mal estratificados, generalmente en bancos gruesos. Presentan intercalaciones de bancos con aspecto brechoide y niveles de capas finas con laminaciones de



algas. Estos últimos son más frecuentes en los tramos basales, llegando a coincidir en facies con los depósitos dolomíticos del Muschelkalk de los que son muy difíciles de diferenciar. En el contacto con la unidad cartográfica suprayacente se observa un nivel calcáreo con un costra ferruginosa a techo.

El espesor es difícil de calcular, ya que el contacto inferior con las facies Keuper se encuentra totalmente mecanizado. En la serie de Cala Llonga se han medido unos 75 m, aunque no se ha llegado al muro de la unidad. En zonas próximas a esta unidad llega a alcanzar los 150 m de espesor.

Los rasgos sedimentológicos que definen a esta unidad se encuentran en su mayor parte borrados por la intensa dolomitización sufrida, observándose solo laminaciones paralelas generadas por algas; no obstante, la sedimentación se realizó en una extensa plataforma carbonatada, en ambientes que oscilaron entre submareales e intermareales, plataforma que se fragmentó durante el Lías medio, aunque mantuvo sus características sedimentológicas durante el Lías superior.

### **Calizas tableadas. Oxfordiense-Kimmeridgiense (Malm)**

Se sitúa directamente en tránsito gradual sobre el nivel descrito anteriormente. El tránsito a las unidades suprayacentes, tanto calcáreas como margosas, se realiza de modo gradual.

Litológicamente está formada por un conjunto rítmico de calizas micríticas (*mudstone*) grises con intercalaciones de margas y margocalizas, distribuidas en capas finas a medias. A techo los niveles margosos son más potentes, llegando a ser predominantes, pasando transicionalmente a los niveles margosos o calco-dolomíticos superiores, dependiendo del dominio



paleogeográfico. En esta unidad es frecuente la presencia de granos de cuarzo dispersos y nódulos piritosos.

Estos niveles calcáreos se encuentran muy bioturbados, observándose abundantes nódulos calcáreos entre los niveles margosos.

El espesor de este nivel es del orden de 200 m, organizados en bancos de 0,1 a 0,5 m de potencia con estratificación planoparalela agrupados en secuencias estratocrecientes. Los mejores puntos de observación de estos materiales se localizan en Cala Llonga.

Este conjunto se encuentra muy replegado tectónicamente además de afectado por fenómenos de “slumps”. El ambiente de sedimentación se ha efectuado en una plataforma somera en la que tuvo lugar una abundante producción y acumulación de carbonatos. A esta plataforma llegaban aportes de material terrígeno fino que junto con los carbonatos, fueron rellenando una cuenca que se encontraba compartimentada por un sistema de fracturas activas durante la sedimentación.

#### **4.1.3. Cretácico**

Se pueden observar en Eivissa tres dominios paleogeográficos, que de NO a SE se han denominado como series de Aubarca, San José y Eivissa. La plataforma carbonatada se rompe durante el Jurásico, creándose un surco paleogeográfico, en donde se depositan fundamentalmente depósitos de cuenca (serie de Eivissa) situado en una posición más interna de la cordillera, mientras que en dominios paleogeográficos más extremos continúa el depósito de facies carbonatadas de plataforma (serie de Aubarca) con unas zonas



transicionales en donde se alternan facies margosas de cuenca con facies carbonatadas de plataforma (serie de San José).

Se describen en este apartado los depósitos correspondientes al Tithonico, al mostrar una clara continuidad estratigráfica con los materiales cretácicos.

### **Margas blancas. Tithonico-Albiense (Cretácico inferior)**

Esta unidad cartográfica aflora en el sector meridional de la zona de estudio. El contacto con la unidad cartográfica inferior, en la serie de Eivissa, constituida por las calizas tableadas del Kimmeridgiense, es transicional, no observándose ninguna interrupción sedimentaria importante.

Litológicamente está constituida por un conjunto monótono de margas y margocalizas nodulosas, de color blanco o amarillo con gran cantidad de nódulos piritosos. Presentan intercalaciones de calizas margosas, margocalizas, calizas mudstone, calizas arenosas y ocasionalmente areniscas con bases canalizadas y laminación cruzada de surco y planar de gran escala y estructuras flaser.

El espesor de este conjunto es superior a 250 m y aunque difícil de calcular disminuye hacia el noroeste por razones sedimentarias.

La mayoría de las secuencias de esta unidad se han generado en condiciones de profundización en un ambiente de plataforma externa, bien comunicada, con un sistema de fracturas que dan lugar a áreas subsidentes con ambientes de baja energía.



#### **4.1.4. Terciario**

En Eivissa no se han datado con precisión materiales pertenecientes al Paleógeno, estando representados únicamente los del Mioceno, indicando que durante este período ha existido un intenso proceso erosivo, que ha llegado a afectar, en algunos sectores, a gran parte de la cobertera mesozoica, afectando incluso hasta los sedimentos triásicos. Dentro de los sedimentos miocenos existen claramente dos grupos bien diferenciados: los pretectónicos, que constituyen la mayor parte de ellos, distribuidos por todas las hojas geológicas de Eivissa y los postectónicos sólo aflorantes en las zonas costeras septentrionales.

Dentro de los sedimentos pretectónicos se pueden diferenciar a nivel global dos dominios paleogeográficos diferentes constituidos cada uno de ellos por series muy monótonas y características. Así, se puede diferenciar en Eivissa el dominio central y occidental, en donde se depositaron materiales detrítico-margosos en un contexto marino somero y un dominio oriental en donde se depositaron materiales de tipo olistostrómico. Entre ambos subdominios existen zonas de transición en donde convergen los dos tipos de facies.

#### **Margas, areniscas y conglomerados. Burdigaliense-Langhiense**

Esta unidad cartográfica se encuentra representada en los principales relieves del sector oriental de la zona de estudio, y de acuerdo con la cartografía MAGNA (IGME 1997) cobijada bajo el cabalgamiento de la Unidad Tectónica de Eivissa, situándose sus mejores afloramientos en la subida a Puig d'en Recó y en Sa Talaia, en donde incluyen fundamentalmente bloques de calizas jurásicas y triásicas.



Litológicamente está constituido por un conjunto de margas, de aspecto hojoso, margocalizas y calizas arcillosas con intercalaciones de niveles de areniscas, calcarenitas y conglomerados, presentando numerosos granos de cuarzo, glauconita y moscovita. Este conjunto presenta tonos amarillos, blancos y grises dependiendo del grado de alteración que presentan.

El contacto con la unidad inferior es muy neto, debido al intenso proceso erosivo premioceno, variando notablemente el espesor de unas zonas a otras, no obstante éste varía entre 50 y 150 m.

Sedimentológicamente, estos niveles se encuadran en un contexto de sedimentos marinos poco profundos, depositados en un ambiente energético de *offshore*.

#### **4.1.5. Cuaternario**

##### **Bloques, gravas, arcillas y arenas con encostramientos carbonatados a techo (Coluviones)**

Los coluviones constituyen una de las formas más frecuentes, aunque no de mayor extensión superficial. Se originan en las laderas, unas veces al pie de las mismas, interdigitándose o solapando a los fondos de valle y, otras, en sectores más altos de las vertientes cubriendo las cabeceras de los glaciares y de los conos aluviales. Morfológicamente dan una serie de bandas estrechas y alargadas en la dirección de los valles. Los mejores ejemplos se localizan orlando los relieves. Son depósitos de poco espesor aunque con una representación superficial importante. Su composición es variable puesto que dependen de la naturaleza del sustrato sobre el que se desarrollaron, aunque en el caso de Eivissa son muy similares, debido a la homogeneidad litológica.



Lo más frecuente son lutitas blanco amarillentas que envuelven clastos y bloques angulosos de naturaleza carbonatada.

A veces, en estos depósitos, puede observarse cierto ordenamiento debido a diferentes episodios de aporte. Los clastos poseen un grado de heterometría acusado y una morfología muy angulosa. Estos depósitos desarrollan también una costra a techo conocida como “costra de ladera” con estructuras laminares y brechoides. Su edad, tanto por su situación, como por su aspecto, se considera Holoceno.

### **Gravas, cantos, arcillas y arenas (Conos de deyección)**

Son también formas muy frecuentes y se generan, como es sabido, a la salida de barrancos y arroyos al desaguar en cauces de rango superior.

De forma general, se distinguen, aunque no se han diferenciado en la cartografía, dos tipos, tanto por su cronología como por sus características morfológicas. Los más antiguos suelen coincidir con los de mayor tamaño, siendo además muy planos y de poca pendiente. A veces son tan frecuentes en una ladera que interdentan sus depósitos medios y distales dando lugar a una franja continua de sedimentos. En algunos casos están incididos por la red fluvial actual.

Las formas más recientes las constituyen todos aquellos conos de pequeño tamaño, relacionados directamente con los aluviales de los cauces a los que acceden. Es frecuente que estos conos de dimensiones más reducidas, tengan mayor pendiente y se presenten como formas aisladas.

Son depósitos de textura granular y heterométrica, constituidos por gravas y cantos de calizas, dolomías, calcarenitas y en ocasiones de areniscas y otras



litologías. La matriz es arenoso arcillosa con abundantes carbonatos en la base de los canales. Como es frecuente en este tipo de depósitos, la granulometría desciende de tamaño de la zona apical a la distal, por lo que en los conos de mayor tamaño, ésta última consiste en un conjunto arcilloso-limoso de color rojo. Una característica muy frecuente en la isla es la presencia a techo de todos estos depósitos, de una costra calcárea, más o menos desarrollada. Esta costra adquiere en general tonos blanquecinos y rosados y es de carácter diagenético. Su estructura interna es muy variada, siendo frecuente la formación de costras laminares, aunque no es nada raro observar algunas brechoides, otras micríticas e incluso nodulosas. Estas diferencias dependen, además de la textura del depósito, de la pendiente del mismo, pues tanto los encharcamientos, como la profundidad del freático, son de suma importancia.

### **Gravas, arcillas y arenas (Glacis)**

Constituyen formas muy suaves, originadas al pie de las elevaciones y, que en la mayoría de los casos, actúan de enlace entre las divisorias y los fondos de los valles. Son muy abundantes en este sector, sobre todo en los grandes valles donde descienden hacia el mar.

Por sus características y posición en el paisaje se han reconocido dos tipos, si bien no se han diferenciado en la cartografía: glacis antiguos y glacis modernos o recientes. Los primeros son los que alcanzan mayor extensión y, en general, están incididos por la red fluvial actual, apareciendo, por lo general, colgados. Poseen gran continuidad lateral, configurando un orla alrededor de los relieves como puede observarse en el sector meridional del valle de Santa Eulària des Riu y más al norte, rodeando el Puig d'en Ribes y Puig d'en Mossona.

Los glacis más modernos son por lo general de menor tamaño y aparecen bastante relacionados con el cauce hacia el que se dirigen.



Las características litológicas y textuales de ambos, son muy similares. Los cortes observados, nunca pertenecen a las facies proximales, sino a las medias y distales. Lo observado en estos puntos consiste en una serie de lutitas de color rojo con niveles de gravas y cantos. Estos niveles tienen una matriz arenoso-limosa, cicatrices erosivas y estratificación cruzada tendida. En las lutitas, lo que se observa son varios ciclos de carbonatación edáfica que culminan en costras calcáreas desarrolladas, tanto en los términos más finos como en los intervalos clásticos. Los niveles de cantos muestran bases erosivas y canalizadas laxas, así como estratificación cruzada tendida.

La potencia total de estos depósitos es muy variable dependiendo del tamaño y de la distancia a las cabeceras. En los perfiles observados se han medido hasta 7m de espesor, aunque sin determinar la profundidad del sustrato. La edad determinada para estas formaciones es Pleistoceno.

### **Gravas, arenas y arcillas (Terrazas)**

Otra de las formas fluviales que adquiere importancia, en este sector, son las terrazas fluviales, donde su representación es bastante amplia en el valle de Santa Eulària des Riu. Su morfología se presenta a modo de bandas alargadas y estrechas, dispuestas paralelamente al cauce. La superficie de estas formas es absolutamente plana ofreciendo un escarpe neto hacia el cauce como consecuencia del encajamiento del mismo.

Su litología y textura son muy similares a los fondos de valle, aunque, quizás el tamaño medio de los elementos groseros es algo mayor. La potencia varía de 1,5 a 3 m. pero no siempre es posible observar todo el depósito por lo que no se descarta un espesor mayor. Se asignan al Pleistoceno superior pero pueden llegar incluso al Holoceno.



### **Gravas, arenas y arcillas (Fondos de valle)**

Presentan, en planta, morfologías alargadas y estrechas, y recorrido más o menos serpenteante aunque a veces se observan tramos muy rectilíneos como sucede en el río Santa Eulària des Riu.

Los fondos de valle están constituidos por depósitos de gravas, cantos y gravas calcáreas, pero la matriz es arenoso arcillosa muy abundante y de color rojo, con un cierto contenido en carbonato que en ocasiones, se acumula en pequeños niveles o alrededor de los cantos. El tamaño medio de los clastos está comprendido entre 3 y 5 cm, pero en algunos cursos, puede ser algo diferente. El tamaño máximo observado son 15 cm, no existiendo grandes bloques. Los cantos varían de subredondeados a subangulosos. La potencia, tanto en los conos de deyección como en los fondos de valle es difícil de concretar pues no existe ningún corte donde haya podido observarse el sustrato. Se supone una potencia máxima de 4 m, aunque lo normal sea entre 2-3 m. En algunos puntos aparece una pequeña costra de tipo laminar. La edad asignada a estos depósitos es Holoceno.



## 5. MARCO HIDROGEOLÓGICO

Eivissa se divide en seis unidades Hidrogeológicas (Figura 1). La mayor parte están asociadas a dos tipos de acuíferos; uno de tipo carbonático formado por calizas y dolomías, donde la recarga se produce por infiltración de agua de lluvia a favor de fisuras y fracturas; y otro de tipo detrítico formado por gravas y arenas, cuya recarga se produce fundamentalmente por la infiltración de agua de lluvia a favor de la porosidad intergranular. Ambos tipos de acuíferos aparecen generalmente superpuestos, los detríticos sobre los fisurados, constituyendo en su conjunto una única unidad acuífera. El límite que, en ocasiones, individualiza la unidad superior de la inferior, es un nivel impermeable de margas, arcillas y yesos.

La zona de estudio presenta una gran heterogeneidad litológica con rocas comprendidas desde el Triásico hasta el Cuaternario. Los materiales mesozoicos constituyen acuíferos fundamentalmente carbonáticos, mientras que los formados por materiales terciarios y cuaternarios son mayoritariamente detríticos.

La totalidad del área de estudio en la que se engloban los polígonos de riego se encuentra dentro de la unidad hidrogeológica de Santa Eulària des Riu (20.03) que, con una superficie de 126 km<sup>2</sup> se sitúa en la parte centro-oriental de la isla, limitando al norte con las unidades hidrogeológicas de San Miguel y San Carlos, al oeste con San Antonio e Eivissa, y al sur y este con el mar.

### 5.1. La Unidad Hidrogeológica 20.03 Santa Eulària des Riu

Está ubicada en la zona centro-oriental de la isla con una superficie de 126 km<sup>2</sup>. La constituyen dos acuíferos principales. El primero formado por rocas



carbonáticas fisuradas con un espesor de 200 m, del cual una gran parte es de naturaleza libre y el resto confinado por niveles impermeables. El segundo está formado por depósitos detríticos cuaternarios, con un espesor de 20 m. La recarga se produce por infiltración directa de las precipitaciones, con valores anuales entorno a los 4,4 hm<sup>3</sup> y, por flujos subterráneos de unidades adyacentes, con un valor aproximado de 0,4 hm<sup>3</sup>. La descarga es fundamentalmente artificial por bombeos del acuífero carbonático con volúmenes entorno a los 4,7 hm<sup>3</sup>., de acuerdo con los datos contenidos en el Plan Hidrológico de las Islas Baleares (Govern Balear, 2001).

El acuífero carbonático ha sido generalmente asignado al conjunto de calizas y dolomías del Jurásico inferior, mientras que el acuífero detrítico se ha asimilado al conjunto de materiales cuaternarios que tapizan el fondo de los valles (IGME et al, 1995), (MOPU, 1988).

Durante la realización de la cartografía MAGNA de la 2ª serie (IGME 1997) se definieron varias unidades acuíferas, con variaciones notables en función de la unidad tectónica en la que se encuentran:

- 1) Unidad tectónica de Eivissa. Un acuífero constituido por materiales mesozoicos, en concreto por las calizas y dolomías jurásicas y cretácicas, cuyos límites impermeables están definidos por los sedimentos margosos del Cretácico inferior o del Mioceno inferior. A este tipo de acuíferos se asimilarían el conjunto de materiales carbonáticos mesozoicos pertenecientes a la unidad tectónica de Eivissa, y que afloran en el sector suroriental de la zona de estudio, orlando toda la línea de costa en este sector. Se trata de un acuífero libre con cierto grado de confinamiento cuando se encuentra recubierto por los materiales margosos del Terciario y del Cretácico inferior de permeabilidad muy baja. La permeabilidad es secundaria, por



fisuración y karstificación. La recarga de este acuífero inferior se realiza por infiltración directa del agua de lluvia. Su principal descarga se produce a través de manantiales, localizados fundamentalmente en las zonas próximas a la costa y a favor de líneas tectónicas importantes, directamente al mar y, por último, vertiendo a los materiales cuaternarios que constituyen los depósitos aluviales de los torrentes de Labritja y del río Santa Eulària. El flujo subterráneo por lo tanto es radial hacia los sectores de descarga. Los valores medios de transmisividad son altos oscilando entre 200 y 5000 m<sup>2</sup>/día, caudales específicos del orden de 2-50 l/s/m y coeficientes de almacenamiento un 1%.

Estas aguas presentan una composición bicarbonatada, sin mezclas con otros tipos de aniones.

- 2) Unidad Olistostrómica. De acuerdo con la cartografía geológica MAGNA (IGME 1997), el resto del sector de estudio se encontraría dentro de la Unidad Olistostrómica. Esta es una zona muy complicada a nivel estratigráfico, y sobre ella se asientan de forma exclusiva el conjunto del área de riego y los pozos y sondeos que forman la red de control empleada para el seguimiento de la evolución piezométrica y de calidad.

Litológicamente está constituida por la Unidad Olistostrómica formada por arcillas de naturaleza impermeable y por bloques de distinta entidad, fundamentalmente de naturaleza calcárea-dolomítica. En esta zona se definirían de este modo tres acuíferos, uno constituido por los bloques de la Unidad Olistostrómica, otro superior cuaternario, y un tercero localizado en el muro de la Unidad Olistostrómica.



El acuífero de la Unidad Olistostrómica estaría constituido por bloques de distinto tamaño, de materiales fundamentalmente dolomíticos. Esta disposición daría lugar a acuíferos semiconfinados, con grandes variaciones piezométricas de unos bloques a otros.

La recarga se efectúa por la infiltración directa de la lluvia y lateralmente por aportaciones de los acuíferos cuaternarios, fundamentalmente del Torrent de Labritja, que en este sector es perdedor.

Bajo esta unidad olistográfica, que presenta una potencia muy difícil de calcular, con grandes variaciones de unos puntos a otros, se localizaría un acuífero formado por los tramos inferiores de la serie miocena, y posiblemente por el techo del acuífero mesozoico calcáreo, aunque este acuífero se encuentre ya a una gran profundidad dificultando su explotación.

Los acuíferos cuaternarios están constituidos por los depósitos aluviales del Torrent de Labritja, Torrent de Argentera, por los sedimentos detríticos de los numerosos torrentes que labran el relieve en esta zona, así como los depósitos de laderas.

Litológicamente están constituidos por materiales detríticos, dependiendo su permeabilidad del grado de evolución de dichos depósitos, así la permeabilidad aumenta en ciertos sectores de los aluviales, en donde no se acumulan finos dejando los niveles de gravas más o menos limpios. En las zonas con predominio de depósitos de laderas las permeabilidades son en general bajas al aumentar los finos. La potencia de este acuífero libre es del orden de unos 15 m.



La recarga se produce directamente por la lluvia y por aportaciones laterales, mientras que la descarga se realiza directamente al mar y a los acuíferos inferiores. Las facies químicas de estas aguas son sulfatadas debido a la presencia de yesos en la Unidad Olistostrómica, cloruradas-sulfatadas y bicarbonatadas-cloruradas, por influjo de la intrusión marina.

El caudal específico de los pozos efectuados en este acuífero oscila entre 0,1 y 1 l/s/m.

## **5.2. Redes de control piezométrico y de calidad**

Para el seguimiento de los parámetros piezométricos y de calidad en los acuíferos infrayacentes a los polígonos de riego se realizó una red de control específica, en la que se englobaron una veintena de puntos cuya distribución espacial puede verse en la Figura 2 y sus características principales se resumen en la Tabla 1.

En su mayoría corresponden a sondeos con profundidades que oscilan entre e 32 m y 200 m, situándose el promedio de perforación en 100 m. Las cotas del terreno en la embocadura varían desde los 35 m en los más cercanos a la línea de costa y los 80 m en el sector más septentrional y alejado de la misma.

Tres cuartas parte se emplean para riego agrícola en el sector, además de para uso doméstico. El resto corresponde a sondeos de abastecimiento urbano a la localidad de Santa Eulària des Riu, siendo estos sondeos los que presentan una mayor explotación, especialmente durante los meses de verano.



Todos los puntos seleccionados, excepto tres, se encuentran en el inventario del IGME, varios de ellos incluidos además en las redes de control de piezometría y calidad habitual en la isla de Eivissa, por lo que existen series históricas de datos que abarcan desde el año 1972 para la piezometría, y desde 1975 para la calidad.

Además de los registros de piezometría y calidad habituales realizados por el IGME con periodicidad semestral en la isla de Eivissa, se han realizado dos campañas específicas durante los años 2002 y 2003, en las cuales de forma adicional con la finalidad de caracterizar la situación de partida de los acuíferos en el sector de riego, se tomaron muestras de agua para análisis bacteriológicos y de contenido en metales pesados.

### **5.3. Piezometría de la zona de estudio**

Existen registros históricos de niveles piezométricos que se remontan al año 1972, momento en que se comenzaron a poner en marcha las redes de control del IGME. Para el presente estudio se han tenido en cuenta los valores históricos para conocer la situación “natural” de los acuíferos de la zona, si bien el análisis principal se ha centrado en los años inmediatamente anteriores a la fecha prevista de comienzo del riego en el sector. Se incluyen en la Tabla 2 los registros correspondientes al período 2000-2005, habiéndose realizado mapas de piezometría para cada una de las campañas, con registro suficiente, en este intervalo temporal, que se recogen en el Anexo II.

En líneas generales los niveles registrados presentan un gradiente que se dirige desde el sector septentrional, con valores de cota de agua históricos promedio en torno a los 23 m sobre el nivel del mar (353050049), hasta cotas próximas a cero o negativas en los pozos de abastecimiento a la localidad de



Santa Eulària des Riu, situados a poco más de 1 km de la línea de costa, con una pendiente media cercana al 0,5%.

Las variaciones interanuales registradas son muy notables, y atribuibles en la mayoría de los casos al grado y régimen de explotación al que se ven sometidos los sondeos. En este sentido destaca la presencia de un fuerte cono de bombeo generado por las extracciones de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu, y que recogen los mapas de isopiezas del Anexo II. Las máximas fluctuaciones se recogen en el punto 353110040, donde la cota máxima alcanzada en el registro histórico correspondió a 10 msnm en el año 1998, y la mínima de 60 m por debajo de la cota cero, registrada en octubre de 2003, y con un registro histórico promedio de 23,5 m por debajo del nivel del mar.

Los pozos más inmediatos situados al noreste, también explotados para el abastecimiento urbano a la localidad de Santa Eulària des Riu, presenta comportamientos similares. Considerando en su conjunto los sondeos 353110026, 27, 28, y 29, los niveles históricos más altos registrados se sitúan entre los 30 y 35 msnm, mientras que los mínimos durante bombeo desciende hasta 20 ó 25 m por debajo del nivel del mar.

En el sector septentrional, donde los bombeos son exclusivamente para el riego o el uso doméstico, las fluctuaciones son muchos menores. Así, el punto más septentrional (353050049), con un promedio de nivel de 23 msnm, presenta un registro histórico máximo de 43,75 m en el año 1998, y un mínimo de -4,12 m en el año 2001, correspondiente a un nivel dinámico.

El sector suroccidental del acuífero corresponde a la zona aguas arriba del río Santa Eulària en el área cartografiada, y viene representada por los sondeos



353110075 y 76. Los registros históricos arrojan valores promedio del nivel piezométrico en torno a los 5 msnm, con fluctuaciones de entre 20 m y -1 m.

El sondeo 353050047 se encuentra claramente desconectado hidráulicamente del acuífero existente en el área de riego, marcando la presencia de un umbral hidrogeológico relacionado con la estructura geológica de la zona (IGME, 1997). Los niveles en este punto presentan valores más elevados que los situados inmediatamente al oeste, con un nivel promedio superior a los 50 msnm, y una menor fluctuación interanual de los niveles, con máximos de 60 m, y mínimos de 45 m.

En el sector central de la zona de estudio sólo se han podido obtener dos registros piezométricos, sin que existan datos históricos en las bases del IGME. Estos valores son 22,75 msnm para mayo de 2002 y 22,95 msnm para agosto de 2003.

De acuerdo con los datos de piezometría, existe un acuífero con niveles comprendidos entre los 25-20 m en los sectores norte y central, descendiendo progresivamente hacia el sur. Los mapas de isopiezas muestran la presencia ocasional de conos de bombeo cuando se miden niveles dinámicos en el sector norte de los polígonos de riego (puntos 353050049 y 353050201). El sector sur, en el entorno de las explotaciones para el abastecimiento a Santa Eulària des Riu, se registra un continuo cono de bombeo, con depresiones muy acusadas. En parte la intensidad de este cono de bombeo se debe, no sólo a la cuantía de las extracciones y su concentración, sino que también se ve fuertemente influenciado por la presencia de los materiales del Cretácico inferior y Jurásico superior que se extienden desde este punto hacia la costa y que actúan como barrera impermeable, incrementando por tanto el efecto del descenso (Figura 4).



#### **5.4. Caracterización hidrogeoquímica**

El IGME mantiene en la isla de Eivissa un control periódico de la calidad química de las aguas subterráneas con datos, en el área de estudio, que se remontan al año 1976. En la Tabla 3 se recogen los resultados analíticos del período comprendido entre los años 2000 y 2005, empleados para la caracterización hidrogeoquímica de las aguas subterráneas en el acuífero subyacente al área de riego.

La analítica incluye los parámetros mayoritarios correspondientes a concentración de ión cloruro, sulfato, bicarbonato, carbonato, nitrato, sodio, magnesio, calcio, potasio, así como sílice, nitrito, amonio, fosfato y demanda química de oxígeno. También se incluyen los parámetros físico-químicos de pH y conductividad eléctrica.

Además de esta analítica convencional, se llevaron a cabo dos campañas en la red de control específica que incluyen un seguimiento de los parámetros bacteriológicos (Tabla 5) y de presencia de metales pesados (Tabla 4), y que se llevaron a cabo en mayo de 2002 y agosto de 2003

##### **5.4.1. Facies hidrogeoquímicas**

La representación gráfica mediante diagramas de Piper (Anexo III) y Stiff (Anexo IV) de las analíticas históricas ha permitido establecer una caracterización de las tipologías de aguas existentes en el acuífero subyacente al área de riego de Santa Eulària des Riu. En algunos casos, se ha podido observar además, cuando el registro histórico es suficientemente amplio, la evolución desde unas tipologías a otras a lo largo del tiempo.



En líneas generales se han podido reconocer seis tipologías (Figura 5), correspondiendo algunas de ellas a pequeñas variaciones dentro de un grupo mayoritario de aguas de naturaleza mixta:

1. Aguas sulfatadas cálcicas: constituyen el grupo más destacable, dado su marcado predominio del anión sulfato, que supera ampliamente el nivel de referencia de 250 mg/L establecido en el REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. En este grupo se encuentran los sondeos 353110026, 353110027, 353110028, que corresponden a los principales sondeos de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu.
2. Aguas sulfatadas sódicas: representadas únicamente por el punto 353110035 en el límite meridional de la zona de estudio, y fuera de la unidad acuífera que nos ocupa.
3. Aguas mixtas con predominio de anión sulfato – cálcicas: dentro de este grupo se engloban algunos sondeos próximos a las captaciones anteriores, también de abastecimiento a Santa Eulària des Riu (353110040), los sondeos de la zona central entre las dos áreas de riego (353050165 y Can Pol), y un sondeo situado en el extremo noroccidental del área de estudio (353050049). En todos ellos predomina la presencia de anión sulfato, en cantidades por encima de los 250 mg/L.
4. Aguas bicarbonatadas-cloruradas cálcico-magnésicas: son las aguas más próximas a las bicarbonatadas cálcicas, propias de las litologías carbonáticas sin influencia de otras litologías, intrusión u otro tipo de contaminación. Se localizan en el extremo suroccidental del área de estudio, en el valle del río Santa Eulària dentro de la zona de estudio.



5. Aguas bicarbonatadas-cloruradas sódico-cálcicas: se encuentran representadas tanto en el polígono de riego septentrional, por los sondeos 353050186 y 353050201, así como por el sondeo 353110003 del polígono de riego meridional. Son aguas predominantemente carbonatadas pero con un contenido marcado en ión cloruro, si bien nunca se manifiesta con concentraciones que lleguen a los 250 mg/L que constituyen el límite de potabilidad.
  
6. Aguas cloruradas-bicarbonatadas cálcicas: se distribuyen de forma similar a las anteriores, siendo su mineralización muy próxima a ellas pero con un ligero predominio de la concentración en miliequivalentes de ión cloruro frente al bicarbonato.

## **5.5. Problemas de calidad de las aguas subterráneas**

### **Ión cloruro**

Los problemas de calidad de las aguas más frecuentes en acuíferos próximos a la línea de costa proceden de la presencia de concentraciones elevadas de ión cloruro debidas a la intrusión marina. Esta intrusión genera habitualmente una salinidad excesiva que impide, en ocasiones, su uso como agua potable, o incluso su empleo para el riego debido a un riesgo excesivo de salinización del suelo.

En el caso del sector de estudio, es destacable la escasa concentración de ión cloruro en las aguas analizadas, teniendo en cuenta además que los sondeos más intensamente explotados corresponden al abastecimiento a la población de Santa Eulària des Riu, que por otra parte son los más cercanos a la línea de



costa (ubicados algunos de ellos a apenas un kilómetro de la misma) y en los que se están generando conos de bombeo que alcanza varias decenas de metros bajo el nivel del mar.

Tomando como referente las analíticas correspondientes al mes de mayo del año 2002, periodo en el que se registraron las concentraciones más altas de sales disueltas en las aguas subterráneas de este sector, el mapa de distribución espacial de la concentración de ión cloruro (Figura 6) permite comprobar como los valores más elevados no corresponden con los sondeos más próximos a la línea de costa, ni con los más intensamente explotados. También es significativo el hecho de que tan sólo un punto supera ligeramente el valor límite para aguas potables, fijado en 250 mg/L (RD 140/2003 de 7 de febrero), alcanzando el valor máximo registrado de 376 mg/L.

Este hecho viene a apoyar la existencia de un límite hidrogeológico que aísla el acuífero del mar, formado por la presencia de margas del Cretácico y yesos del Keuper que pertenecen a la unidad tectónica de Eivissa, impidiendo la entrada de agua de mar en la unidad acuífera de Santa Eulària des Riu en este sector.

La evolución de la concentración de ión cloruro en los pozos muestreados, correspondiente al período 2000-2005 (Figura 7) permite comprobar como la concentración media de este ión se sitúa en torno a los 125 mg/L, siendo superada la concentración máxima para aguas potables en un solo punto y en un único evento temporal.

### **Ión sulfato**

Por el contrario, la concentración de ión sulfato presenta valores muy elevados en varios de los sondeos de control, tomando como valor de referencia la concentración de 250 mg/L establecida como parámetro indicador en la



legislación de aguas potables. La Figura 8 muestra la distribución espacial de la concentración de ión sulfato para el mismo espacio temporal que el analizado en la concentración de ión cloruro. En el se observa que casi el 50% de los puntos muestreados superan este límite indicador, correspondiendo los valores más altos a los sondeos de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu.

El gráfico de la Figura 9 permite verificar rápidamente como las concentraciones de ión sulfato son superiores al valor paramétrico mencionado en al menos 8 puntos de los 19 controlados durante el período temporal 2000-2005. Las concentraciones pueden llegar a superar los 800 mg/L en los sondeos de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu.

Estas altas concentraciones de ión sulfato parecen tener su origen en la presencia de materiales yesíferos del Keuper, que han sido cartografiados en las proximidades de los sondeos. Las aguas subterráneas explotadas en estos sondeos se encontrarían así contaminadas de forma natural por la presencia de estas litologías evaporíticas.

### **Ión nitrato**

Otro de los parámetros químicos que inducen a la contaminación de las aguas subterráneas de forma común en los sectores de explotación agrícola, es la presencia de ión nitrato, procedente de forma mayoritaria del empleo de fertilizantes agrícolas. En el sector de estudio no se han detectado concentraciones elevadas de ión nitrato durante el período 2000-2005 (Figura 10), situándose la concentración media por debajo de los 20 mg/L en la mayoría de los pozos de la red de control. Sólo se registran valores puntualmente superiores a los 50 mg/L, utilizando un valor paramétrico para



aguas potables, en tres muestras, donde se alcanzaron valores próximos a los 70 mg/L.

### **Aptitud de las aguas para riego**

En cuanto a la aptitud de las aguas subterráneas para el riego, de acuerdo con la clasificación de Riverside (Figura 11) todas las aguas analizadas en el período 2000-2005 indican un peligro alto o muy alto de salinización del suelo, y un peligro bajo de alcalinización.

### **Metales pesados**

Se ha realizado un seguimiento preliminar del contenido en metales pesados en las aguas (Tabla 4). No se han detectado valores anómalos en la concentración de estos elementos, si bien quedan sin determinar con precisión las concentraciones de plomo y manganeso, cuya concentración se encuentra por debajo del umbral de medida de la instrumentación de laboratorio, no adaptada en ese momento al cambio en los valores paramétricos límite para las aguas potables de acuerdo con la entrada, durante el período de muestreo, de la nueva legislación (RD 140/2003).

En cualquier caso no existen indicios de contaminación en los elementos analizados.

### **Análisis bacteriológico**

El resultado de tres campañas de control bacteriológico (Tabla 5) indica la presencia de *coliformes fecales* y *streptococos fecales* en al menos diez de los 15 pozos analizados, que en buena medida pueden ser fruto de la



contaminación externa de la muestra en el proceso de manipulado durante o posteriormente a su recogida.

## **6. MODELO DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

De acuerdo con los datos aportados por los registros históricos de piezometría, la cartografía geológica y los procedentes de los sondeos que incorporan descripción del material atravesado durante su perforación, el esquema de funcionamiento hidrogeológico se recoge en los perfiles de la Figura 4.

El acuífero principal subyacente a los polígonos de riego corresponde a un acuífero carbonatado de carácter libre conectado hidráulicamente con el recubrimiento cuaternario detrítico que tapiza el fondo de valles y torrentes, generalmente improductivo excepto en períodos de precipitaciones intensas.

La continuidad de los niveles piezométricos entre ambos polígonos de riego, así como la presencia de materiales carbonáticos en todos los sondeos con registro en el sector, hacen difícil corroborar la hipótesis de una Unidad Olistostrómica, en la cual los carbonatos corresponderían a bloques aislados e independientes de calizas y dolomías del Muschelkalk englobados en sedimentos detríticos del Mioceno inferior. Ello daría lugar a valores piezométricos dispares entre sondeos próximos, así como a la presencia de numerosos sondeos con resultado negativo desde el punto de vista de la explotación. Dada la continuidad registrada en los valores piezométricos de la mayoría de los sondeos del sector de riego, se puede establecer la presencia de un horizonte acuífero de una cierta entidad y extensión dentro del área de estudio. Este hecho viene apoyado por las litologías descritas durante la perforación en algunos de los sondeos que forman parte de la red de control, y que se recogen sintéticamente en la Figura 4. De esta manera podemos hablar



de la existencia de un acuífero carbonático subyacente al recubrimiento cuaternario que tapiza el fondo del valle por el que discurre el Torrent de Labritja, probablemente formado por las dolomías del Muschelkalk, y/o del Lías inferior.

La recarga se produce por la infiltración directa del agua de lluvia caída en la cuenca de drenaje, así como por infiltración del agua circulante por los torrentes en períodos de precipitaciones intensas.

La descarga tiene lugar principalmente por las extracciones para el riego y el abastecimiento urbano, o por transferencia a otros sectores de la unidad hidrogeológica de Santa Eulària des Riu cuando la piezometría supera la cota de los umbrales hidrogeológicos existentes. En este sector no se produce descarga al mar debido a la presencia de una barrera impermeable formada por el conjunto de materiales del Jurásico superior y Cretácico inferior de la unidad estructural Eivissa, que afloran a lo largo del tramo final del río Santa Eulària.

Tal y como puede verse en los perfiles hidrogeológicos (Figura 4), la presencia de esta barrera impermeable es la responsable de que no se hayan detectado hasta la fecha procesos de intrusión marina en los sondeos de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu, pese a registrarse en los mismos fuertes conos de bombeo, incrementados de forma natural por la presencia de dicha barrera impermeable, y que llegan a alcanzar los 60 m bajo el nivel del mar.



## 7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente informe se establecen las características geológicas e hidrogeológicas de un sector próximo a la localidad de Santa Eulària des Riu , en la isla de Eivissa, englobado en el Plan General de Transformación de la Zona Regable de Santa Eulària des Riu . Asimismo, se caracteriza la calidad química de las aguas subterráneas en sus condiciones naturales de partida, estableciendo una situación cero que sirva de referente para un control posterior de la evolución de la calidad durante la puesta en marcha del plan de riego con aguas residuales depuradas procedentes de la EDAR de Santa Eulària des Riu.

Geológicamente, el sector de estudio se encuentra a caballo entre dos unidades estructurales de la isla de Eivissa. Por un lado, la unidad Llentrisca-Rey, formada principalmente por materiales terciarios detríticos con bloques carbonáticos de origen olistostrómico, fundamentalmente correspondientes a la facies Muschelkalk del Triásico medio. Sobre este sector se sitúan los polígonos de riego previstos en el plan de transformación agrícola. Bordeando la zona de costa, en el margen suroriental de la zona de estudio, se encuentra un conjunto de materiales carbonáticos de edad Cretácico y Jurásico superior, fuertemente tectonizados, y cabalgantes sobre la unidad anterior, correspondientes a la unidad tectónica de Eivissa.

Hidrogeológicamente, el principal acuífero en este sector de riego, está conformado por un conjunto de materiales dolomíticos y calizos, de edad Muschelkalk y/o Lías inferior. Este se encuentra conectado hidráulicamente con el recubrimiento detrítico cuaternario que tapiza el fondo del valle, con una potencia máxima comprendida entre los 15 y los 20 m.



El estudio de la piezometría realizado sobre una red de control formada por una veintena de puntos con registros históricos de niveles, indica valores de cota de agua que varían desde los 23 m sobre el nivel del mar en el sector interior de la unidad, descendiendo progresivamente hacia la línea de costa, registrándose una fuerte depresión originada por los bombeos de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu ubicados a poco más de un kilómetro de la línea de costa, y donde se registran cotas de varias decenas de metros bajo el nivel del mar.

La química de las aguas muestreadas indica que no existen procesos de intrusión marina, registrándose valores muy bajos de contenido en ión cloruro. La presencia de los materiales cretácicos muy poco permeables de la unidad de Eivissa, bordeando el sector costero en el entorno de la localidad de Santa Eulària des Riu, es la responsable de la desconexión del acuífero con el mar en este sector, impidiendo que se produzca un proceso de intrusión marina pese a los fuertes conos de bombeo generados por los sondeos de abastecimiento a la localidad de Santa Eulària des Riu.

A pesar de ello, se registran concentraciones muy elevadas de ión sulfato en numerosos sondeos, especialmente en los de abastecimiento antes mencionados. Esta contaminación viene dada por la presencia de litologías yesíferas del Keuper en el entorno de los sondeos, y por la intensa explotación a la que se ven sometidos. Los diagramas de Piper (Anexo III) para estos puntos de abastecimiento muestran una clara evolución de las aguas desde las facies bicarbonatadas cálcicas en origen, a principios de los años 70, hasta las actuales claramente sulfatadas cálcicas

El resto de parámetros químicos presenta contenidos normales para las aguas subterráneas, incluyendo la concentración de ión nitrato, que sólo



puntualmente registra valores superiores a los 50 mg/L, siendo el valor predominante inferior a los 20 mg/L.

Tampoco se han registrado concentraciones destacables de metales pesados en el sector de riego.

**En Palma de Mallorca a 31 de julio de 2006**

**Fdo. José M<sup>a</sup> López García**



## BIBLIOGRAFÍA

- IGME (1997) Hoja geológica plan MAGNA 2ª serie nº 799-I Santa Eulària des Riu , y 773-III Sant Joan Bautista. Inédito
- VIDAL, L. M. y MOLINA, E. (1888). “Reseña física y geológica de las islas de Eivissa y Formentera” Bol. Com. Mapa Geol. España, Madrid, T VII, 9 figs, pp 67-113.
- NOLAN, H. (1887). “Sur les terrains triasiques et jurassiques des îles Baléares”. C. R. Ac. Sc. 117.
- NOLAN, H. (1895). “Sur le Jurassique et le Crétacé des îles Baleares”. C. R. Sc. 117. 812-823.
- FALLOT, P. (1910). “Sur quelques fossiles pyriteux du Gault des Baléares”. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, IX, fasc. 2, 62-90.
- FALLOT, P. (1948). “Les Cordilleres Betiques”. *Est. Geol. Madrid y Barcelona*, 83-172.
- RANGHEARD, Y. (1971). “Etude géologique des îles d’Eivissa et de Formentera (Baléares). *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 82 1-340.
- FOURCADE, E.; CHAUVE, P. y CHABRIER, G. (1982). “Stratigraphie et tectonique de l’île d’Eivissa, témoin du prolongement de la nappe subbétique aux Baléars (Espagne)”. *Eclogae geol. Helv.* 75, 2, 415-436.
- BOURGOIS, J. (1978). “La transversale de Ronda. Cordillères bétiques. Espagne. Données géologiques pour un modèle d’évolution de l’arc de Gibraltar”. *Thèse Univ. Besançon*.
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2001) Plan Hidrológico de las Islas Baleares. Conselleria de Medi Ambient
- IGME – Junta d’Aigües de Balears (1995) Informe sobre el estado de las Unidades Hidrogeológicas en las Islas Baleares. Inédito
- MOPU (1988) Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e islas baleares y síntesis de sus características. Islas Baleares.



## Tablas



**TABLA 1. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE LA RED ESPECÍFICA DE CONTROL**

REGISNAC	NOMBRE	X UTM	Y UTM	COTA	CUENCA	UH	MUNICIPIO	NATURALEZA	PROF.	TIPO OBRA	AÑO	EQUIPO	POTENCIA	CAPACIDAD	USO AGUA	ORGANIS.	SHB-CAS-AAS
353050011		370560	4320431	58		20	3 Santa Eulària des Riu	Pozo con sondeo	70	Excavación y rotación	1957	Explosión, eje vertical	16 cv	50 Tm/hora	Agricultura		
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79		20	3 Santa Eulària des Riu	Sondeo	82	Rotación	1981	Eléctrica sumergida	10 cv	30 Tm/hora	Agricultura	Particular	SHB-4880
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78		20	3 Sant Joan	Sondeo	100	Rotación		Eléctrica sumergida	10 cv	36 Tm/hora	Venta y agricultura	IGME	DIB-17519
353050165		370008	4318599	48		20	3 Sant Joan	Sondeo	70	Rotación	1976	Eléctrica sumergida	10 cv	36 Tm/hora	Agricultura	Particular	SHB-1179
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45		20	3 Sant Joan	Sondeo	120	Rotación	1992	Eléctrica sumergida		20 Tm/hora	Agricultura	IGME	CAS-593
353050201		370034	4320660	64,05		20	3 Sant Joan	Sondeo	200	Rotopercusión	1989			3,6 Tm/hora	Agricultura	Particular	CAS-792
353110003		370320	4317367	50		20	3 Santa Eulària des Riu	Pozo con sondeo	32	Excavación y rotación	1967	Eléctrica sumergida			Agricultura		
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46		20	3 Santa Eulària des Riu	Sondeo	78	Rotación		Explosión, eje vertical		64 Tm/hora	Abastecimiento (no urbano)	Particular	
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37		20	3 Santa Eulària des Riu	Sondeo	80	Rotación		Explosión, eje vertical		64 Tm/hora	Abastecimiento (no urbano)	Particular	SHB-2122
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54		20	3 Santa Eulària des Riu	Sondeo	80	Rotación		Sin equipo			Abastecimiento (no urbano)	Particular	
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218														
353110032		370010	4316437	53		20	3 Santa Eulària des Riu	Sondeo	98	Rotación	1978	Eléctrica sumergida	27 cv	36 Tm/hora	Agricultura	Particular	SHB-2456
353110035	Can Pitango	371099	4314271														
353110040	Can Basora	370903	4316301	35		20	3 Santa Eulària des Riu	Sondeo	127	Percusión	1983	Eléctrica sumergida		55 Tm/hora	Abastecimiento urbano	IGME	
353110075	Can Xicu Amau - Cubas	368767	4316096														
353110076	Can Llauredó Ayt.	369206	4315783														
353110077	Granja Consell	373873	4317281														
	Can Salvadó	369800	4316890	42		20	3 Santa Eulària des Riu		100								
	Can Sopes	370170	4317030	42		20	3 Santa Eulària des Riu		110			Eléctrica sumergida		15 Tm/hora	Doméstico y agricultura		
	Can Pol	370220	4318710	49		20	3 Sant Joan		140			Eléctrica sumergida		15 Tm/hora	Agricultura		



TABLA 2. NIVELES PIEZOMÉTRICOS (2000-2005)

Número	Toponimia	Coord. X utm	Coord. Y utm	Cota (m)	Prof (m)	Fecha medida	Prof. nivel (m)	Cota nivel (m)
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	10-oct-00	29,93	49,07
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	10-oct-00	57,04	20,96
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	10-oct-00	47,91	18,54
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	10-oct-00	47,25	-1,25
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	10-oct-00	38,62	-1,62
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	10-oct-00	>34	
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	10-oct-00	71,80	2,20
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	10-oct-00	55,07	4,93
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	17-oct-00	87,20	7,80
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	25-oct-00	12,21	0,79
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	16-may-01	30,59	48,41
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	16-may-01	82,12	-4,12
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	16-may-01	51,59	14,86
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	16-may-01	49,02	-3,02
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	16-may-01	40,75	-3,75
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	16-may-01	55,05	-1,05
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	16-may-01	73,40	0,60
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	16-may-01	73,37	-38,37
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	16-may-01	89,65	5,35
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	19-may-01	57,73	2,27
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	29-may-01	14,44	-1,44
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	368767	4316096	55	90	01-jun-01	54,10	0,90
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	04-oct-01	60,30	-14,30
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	04-oct-01	51,75	-14,75
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	04-oct-01	>55,05	
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	04-oct-01	89,70	-15,70
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	04-oct-01	61,67	-1,67
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	04-oct-01	>73,37	
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	04-oct-01	>89,75	
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	10-oct-01	30,48	48,52
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	10-oct-01	70,60	7,40
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	10-oct-01	57,98	8,47
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	368767	4316096	55	90	15-oct-01	>54,4	
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	15-oct-01	15,57	-2,57
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	10-jun-02	19,26	59,74
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	10-jun-02	64,73	13,27
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	10-jun-02	46,47	19,98
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	11-jun-02	54,54	-8,54
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	11-jun-02	48,60	-11,60
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	11-jun-02	60,67	-6,67



Número	Toponimia	Coord. X utm	Coord. Y utm	Cota (m)	Prof (m)	Fecha medida	Prof. nivel (m)	Cota nivel (m)
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	11-jun-02	83,25	-9,25
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	11-jun-02	58,33	1,67
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	11-jun-02	73,35	-38,35
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	11-jun-02	89,46	5,54
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	22-jun-02	9,75	3,25
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	15-oct-02	21,92	57,08
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	15-oct-02	53,72	24,28
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	15-oct-02	45,86	20,59
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	15-oct-02	58,50	-12,50
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	15-oct-02	52,28	-15,28
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	15-oct-02	64,90	-10,90
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	15-oct-02	86,45	-12,45
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	15-oct-02	87,40	-52,40
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	15-oct-02	91,08	3,92
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	18-oct-02	57,95	2,05
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	368767	4316096	55	90	22-oct-02	>39,27	
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	22-oct-02	10,90	2,10
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	03-jun-03	22,85	56,15
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	03-jun-03	55,60	22,40
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	03-jun-03	44,93	21,52
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	03-jun-03	52,85	-6,85
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	03-jun-03	44,15	-7,15
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	03-jun-03	58,88	-4,88
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	03-jun-03	80,78	-6,78
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	03-jun-03	79,08	-44,08
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	03-jun-03	88,95	6,05
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	06-jun-03	54,83	5,17
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	06-jun-03	11,62	1,38
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	07-oct-03	80,06	-2,06
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	07-oct-03	62,12	-16,12
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	07-oct-03	55,10	-18,10
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	07-oct-03	>67,7	
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	07-oct-03	92,20	-18,20
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	07-oct-03	94,47	-59,47
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	07-oct-03	95,80	-0,80
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	10-oct-03	26,15	52,85
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	10-oct-03	50,12	16,33
353110035	Can Pitango	371099	4314271	60	110	10-oct-03	58,75	1,25
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	368767	4316096	55	90	15-oct-03	>55,9	
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	16-oct-03	12,65	0,35
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	46	78	14-may-04	57,02	-11,02



Número	Toponimia	Coord. X utm	Coord. Y utm	Cota (m)	Prof (m)	Fecha medida	Prof. nivel (m)	Cota nivel (m)
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	14-may-04	51,20	-14,20
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	14-may-04	81,95	-7,95
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	368767	4316096	55	90	25-may-04	>55,90	
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	05-nov-04	>67,69	
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	79	82	14-abr-05	21,10	57,90
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	78	100	14-abr-05	43,06	34,94
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	66,45	120	14-abr-05	38,98	27,47
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	37	80	14-abr-05	49,41	-12,41
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	54	80	14-abr-05	57,37	-3,37
353110029	Can Juan Sala 4	371691	4317218	74	100	14-abr-05	77,70	-3,70
353110040	Can Basora	370903	4316301	35	127	14-abr-05	61,20	-26,20
353110076	Can Llauradó Ayt.	369206	4315783	95	164	14-abr-05	84,35	10,65
353110077	Granja Consell	373873	4317281	13	80	14-abr-05	9,54	3,46
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	368767	4316096	55	90	19-abr-05	46,38	8,62



TABLA 3. ANÁLISIS QUÍMICOS DE ELEMENTOS MAYORES (2000-2005)

Numero de inventario	Nombre	Fecha de muestreo	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc μS/cm	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l
353050049	Can Pep Andreu	16-oct-00	1,3	112	320	382	0	19	71	58	178	3	7,5	1251	14,5	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	10-oct-00	1,3	132	450	320	0	22	79	64	180	3	7,3	1362	14,7	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	10-oct-00	1,3	158	405	336	0	17	77	71	184	3	7,4	1391	14,3	0	0	0
353110040	Can Basora	10-oct-00	1,3	152	301	382	0	37	91	64	168	4	7,4	1325	14,5	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	17-oct-00	1,1	142	138	392	0	10	90	46	121	3	7,4	1064	13,2	0	0	0
353110077	Granja Consell	25-oct-00	1,7	160	1350	181	0	1	111	87	499	5	7,2	3403	32,5	0	0	0
353050047	Can Salvador Etxero	01-jun-01		196	89	295	0	43	97	42	105	4	7,8	1176	16,6	0	0	3,15
353050049	Can Pep Andreu	30-may-01		96	174	293	0	16	60	52	102	3	7,8	1010	14,2	0	0	1,52
353110026	Can Juan Sala 1	18-may-01		123	335	299	0	22	94	68	145	4	7,7	1373	14,4	0	0	2,15
353110027	Venda La Iglesia 2	22-may-01		129	348	305	0	17	100	63	139	4	7,9	1348	14,4	0	0	1,26
353110028	Can Juan Sala 3	18-may-01		123	329	303	0	20	94	68	144	4		1387		0		
353110040	Can Basora	17-may-01		145	227	314	0	35	100	65	116	4	7,7	1317	14,5	0	0	1,14
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	01-jun-01		143	148	354	0	12	80	57	86	5	7,9	1179	14,1	0	0	1,55
353110076	Can Llauradó Ayt.	17-may-01		130	143	244	0	12	94	46	56	3	7,9	945	13,5	0	0	1,79
353110077	Granja Consell	30-may-01		137	1184	255	0	1	107	92	455	5	7,7	2510	39,2	0	0	3,14
353050049	Can Pep Andreu	09-oct-01	0,5	120	358	270	0	22	55	69	158	3	7,6	1282	13	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	03-oct-01	0,5	143	600	240	0	21	99	78	224	4	7,3	1570	13,9	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	03-oct-01	0,3	150	516	242	0	15	98	71	202	4	7,5	1549	14,4	0	0	0
353110029	Can Juan Sala 4	03-oct-01	0,6	136	382	380	0	18	83	68	186	3	7,5	1297	13,9	0	0	0
353110040	Can Basora	04-oct-01	0,5	165	292	272	0	35	100	65	132	4	7,5	1317	13,9	0	0	0
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	16-oct-01	0,4	155	198	314	0	13	112	55	103	5	7,6	1168	13,5	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	04-oct-01	0,3	145	134	312	0	11	91	46	101	3	7,6	1055	13	0	0	0



Numero de inventario	Nombre	Fecha de muestreo	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc μS/cm	SiO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/l
353110077	Granja Consell	16-oct-01	0,7	187	1260	247	0	4	123	86	500	6	7,6	3343	33,2	0	0	0
353050011		15-may-02	1	173	183	260	0	70	95	38	132	3	7,3	1136	16,1	0	0	0
353110003		16/05/2002	0,7	242	177	300	0	74	102	68	128	4	7,4	1408	15,5	0	0	0
353050047	Can Salvador Etxero	15-may-02	0,7	193	96	233	0	30	81	38	113	4	7,4	1034	18,5	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	16-may-02	0,8	108	260	291	0	29	57	61	126	3	7,5	1095	15,5	0	0	0
353050165		16-may-02	1	140	342	272	0	23	84	62	148	3	7,5	1216	15,2	0	0	0
353050186	Sa Plan de Joan	15-may-02	0,7	164	183	283	0	15	121	49	76	3	7,5	1072	15,3	0	0	0
353050201		16-may-02	0,6	144	156	224	0	38	98	57	64	3	7,8	970	19,3	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	17-may-02	0,7	151	576	131	0	20	101	77	144	4	7,7	1382	15,4	0	0	0
353110027	Venda La Iglesia 2	17-may-02	0,4	136	502	308	0	15	85	71	184	3	7,5	1398	15,2	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	17-may-02	0,7	137	452	277	0	16	84	73	164	3	7,4	1351	15,1	0	0	0
353110032		16-may-02	0,6	145	124	332	0	19	90	48	104	3	7,5	1029	14	0	0	0
353110040	Can Basora	17-may-02	0,7	167	305	310	0	44	100	64	140	4	7,5	1295	14,8	0	0	0
	Can Pol	17/05/2002	1,7	376	420	116	0	27	128	91	160	4	7,8	1746	14,3	0	0	0
Can Salvadó	Can Salvadó	16/05/2002	0,5	131	93	221	0	12	88	44	46	3	7,8	830	13,8	0	0	0
Can Sopes	Can Sopes	16/05/2002	0,7	177	144	334	0	70	95	59	120	4	7,6	1210	14,7	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	14-jun-02	0,7	110	235	291	0	29	52	50	137	3	7,4	1053	15,3	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	13-jun-02	0,7	133	845	306	0	20	93	73	314	4	7,5	1930	14,8	0	0	0
353110027	Venda La Iglesia 2	13-jun-02	0,7	140	426	292	0	15	78	65	201	3	7,4	1416	15,5	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	13-jun-02	3,6	153	46	560	0	11	87	63	117	4	7,3	1190	31,8	5,5	0	0
353110029	Can Juan Sala 4	13-jun-02	0,6	144	349	298	0	16	79	62	177	3	7,4	1399	15,3	0	0	0
353110040	Can Basora	13-jun-02	0,7	176	242	314	0	47	92	62	148	4	7,4	1339	15,2	0	0	0
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	11-jun-02	0,6	157	167	380	0	11	100	50	110	4	7,5	1121	15,3	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	13-jun-02	0,6	143	115	233	0	12	83	45	73	3	7,7	915	13,6	0	0	0



Numero de inventario	Nombre	Fecha de muestreo	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc μS/cm	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l
353110077	Granja Consell	21-jun-02	0,5	147	1270	250	0	4	125	78	495	6	7,4	3383	34,3	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	21-oct-02	0,4	111	250	428	0	28	73	42	186	3	7,2	1279	15,5	0	0	0
353050186	Sa Plan de Joan	16-oct-02	0,5	137	167	388	0	14	98	40	138	3	7,3	1168	15,2	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	15-oct-02	0,3	156	632	432	0	1	103	82	275	4	7,2	1711	13,6	0	0	0
353110029	Can Juan Sala 4	15-oct-02	0,6	135	376	444	0	16	86	57	224	4	7,2	1489	15,7	0	0,1	0
353110040	Can Basora	15-oct-02	0,3	172	260	404	0	45	103	60	164	4	7,3	1398	15,2	0	0	0
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	22-oct-02	0,5	163	143	360	0	13	111	42	120	5	7,2	1144	14,7	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	15-oct-02	0,6	138	117	400	0	11	91	41	123	3	7,3	1004	13,8	0	0	0
353110077	Granja Consell	22-oct-02	0,4	145	1270	260	0	3	121	75	508	4	7,2	3481	36,3	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	04-jun-03	1,1	102	241	340	0	22	54	52	158	4	7,4	1182	14,5	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	03-jun-03	0,6	149	644	290	0	16	101	81	252	4	7,2	1708	15	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	03-jun-03	0,7	142	692	290	0	12	97	83	270	4	7,2	1752	15,3	0	0	0
353110029	Can Juan Sala 4	03-jun-03	0,6	127	460	320	0	13	85	66	210	4	7,3	1467	14,9	0	0	0
353110040	Can Basora	03-jun-03	0,7	161	324	285	0	35	98	62	160	4	7,3	1392	14,5	0	0	0
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	12-jun-03	0,7	150	184	269	0	11	104	51	91	4	7,5	1122	15	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	03-jun-03	0,6	131	136	330	0	11	89	40	112	3	7,4	1066	13,6	0	0	0
353110077	Granja Consell	07-jun-03	0,4	147	1420	292	0	1	119	85	520	4	7,3	3173	34,8	0	0	0
353050047	Can Salvador Etxero	12-ago-03	0,7	196	107	340	0	26	58	36	179	4	7,5	1244	19	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	12-ago-03	0,7	104	166	310	0	19	51	45	130	2	7,5	1066	14,9	0	0	0
353050186	Sa Plan de Joan	12-ago-03	0,7	229	161	510	0	20	163	61	119	5	7,5	1623	19,8	0	0	0
353050201		12-ago-03	0,6	123	201	352	0	14	108	52	105	3	7,6	1137	23,1	0	0	0
353110003		12-ago-03	1,2	226	158	340	0	50	89	55	169	4	7,4	1422	15,8	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	12-ago-03	0,7	161	738	304	0	15	96	89	300	4	7,5	2493	16,2	0	0	0



Numero de inventario	Nombre	Fecha de muestreo	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc μS/cm	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l
353110027	Venda La Iglesia 2	12-ago-03	0,5	133	378	332	0	15	83	57	198	3	7,6	1418	15,5	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	12-ago-03	0,8	135	422	325	0	15	85	62	206	4	7,5	1504	15,6	0	0	0
353110032		12-ago-03	1,1	145	118	310	0	14	57	44	120	3	7,7	1060	14,8	0	0	0
353110040	Can Basora	12-ago-03	0,9	167	278	338	0	35	102	57	166	4	7,5	1418	15,1	0	0	0
	Can Pol	12/08/2003	1	186	290	350	0	21	59	66	205	3	7,4	1563	14,8	0	0	
Can Salvadó	Can Salvadó	12/08/2003	0,6	130	112	360	0	11	57	41	117	3	7,5	1026	14,2	0	0	
Can Sopes	Can Sopes	12/08/2003	0,8	149	128	320	0	32	58	45	138	3	7,4	1128	15	0	0	
353050049	Can Pep Andreu	07-oct-03	0,9	142	275	384	0	14	54	52	197	3	7,3	1178	14,3	0	0	0
353050186	Sa Plan de Joan	10-oct-03	0,7	161	205	384	0	15	87	43	153	2	7,3	1107	14	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	07-oct-03	0,7	195	892	346	0	15	106	101	326	6	7,6	2674	15,6	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	07-oct-03	0,8	220	788	346	0	11	110	99	322	6	7,2	2834	15,9	0	0	0
353110029	Can Juan Sala 4	07-oct-03	0,8	174	446	362	0	17	82	63	222	3	7,2	1434	14,9	0	0	0
353110040	Can Basora	07-oct-03	0,8	206	270	332	0	35	105	60	158	4	7,3	1385	14,4	0	0	0
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	15-oct-03	0,5	152	189	372	0	13	104	52	118	5	7,4	1176	14,3	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	07-oct-03	0,8	164	165	380	0	13	93	45	125	4	7,4	1065	13,2	0	0	0
353110077	Granja Consell	15-oct-03	0,5	149	1510	310	0	4	115	88	538	6	7,2	3513	33,6	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	20-may-04	0,6	113	285	204	0	18	52	52	110	2	7,4	1188	14,9	0	0	0
353050186	Sa Plan de Joan	20-may-04	0,6	149	185	221	0	9	90	45	76	3	7,5	1148	14,8	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	14-may-04	0,6	171	824	225	0	12	114	90	252	5	7,2	2485	15,5	0	0	0
353110075	Can Xicu Arnau - Cubas	25-may-04	0,6	159	200	246	0	6	106	50	70	5	7,4	1159	14,7	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	25-may-04	0,8	144	148	233	0	6	89	43	70	3	7,3	1073	13,2	0	0	0
353110077	Granja Consell	28-may-04	0,6	161	1350	169	0	3	95	90	468	4	7,1	3595	35	0	0	0
353050049	Can Pep Andreu	15-abr-05	0,8	97	234	260	0	23	53	48	132	3	7,8	1139	15,1	0	0	0



Numero de inventario	Nombre	Fecha de muestreo	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc μS/cm	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l
353110026	Can Juan Sala 1	14-abr-05	0,8	122	500	332	0	9	87	83	188	4	7,5	1767	15,6	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	14-abr-05	0,6	126	730	268	0	9	86	81	236	4	7,4	1766	15,7	0	0	0
353110029	Can Juan Sala 4	14-abr-05	0,6	110	390	360	0	8	59	73	188	4	7,5	1675	8,7	0	0	0
353110076	Can Llauradó Ayt.	14-abr-05	0,6	128	154	344	0	10	83	44	121	3	7,6	1110	13,7	0	0	0
353110077	Granja Consell	14-abr-05	0,5	146	1500	310	0	5	109	87	536	6	7,3	3694	34,6	0	0	0



Numero de inventario	Nombre	Coord. X utm	Coord. Y utm	Fecha de muestreo	Pb µg/L	Zn µg/L	Cu µg/L	Mn µg/L	Ni µg/L	Cd µg/L
353110003		370320	4317367	16-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
353050011		370560	4320431	15-may-02	<150	50	<75	<50	100	30
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	15-may-02	<150	280	<75	<50	<100	<30
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	16-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
353050165		370008	4318599	16-may-02	<150	210	<75	<50	<100	<30
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	15-may-02	<150	980	<75	<50	<100	<30
353050201		370034	4320660	16-may-02	<150	120	<75	<50	<100	<30
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	17-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	17-may-02	<150	50	<75	<50	<100	<30
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	17-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
353110032		370010	4316437	16-may-02	<150	70	<75	<50	<100	<30
353110040	Can Basora	370903	4316301	17-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
	Can Pol	370220	4318710	17-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
Can Salvadó	Can Salvadó	369800	4316890	16-may-02	<150	<130	<75	<50	<100	<30
Can Sopos	Can Sopos	370170	4317030	16-may-02	<150	<8	<75	<50	<100	<30
Valor límite en aguas potables (en cursiva parámetro indicador)					25	2000	50	20	5	

Numero de inventario	Nombre	Coord. X utm	Coord. Y utm	Fecha de muestreo	Pb µg/L	Zn µg/L	Cu µg/L	Mn µg/L	Ni µg/L	Cd µg/L
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	12-ago-03	<30	162	<15	<10	<20	<5
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	12-ago-03	<30	10	<15	<10	<20	<5
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	12-ago-03	<30	108	<15	<10	<20	<5
353050201		370034	4320660	12-ago-03	<30	74	<15	<10	<20	<5
353110003		370320	4317367	12-ago-03	<30	<2	<15	<10	<20	<5
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	12-ago-03	<30	60	<15	<10	<20	<5
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	12-ago-03	<30	18	<15	<10	<20	<5
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	12-ago-03	<30	20	<15	<10	<20	<5
353110032		370010	4316437	12-ago-03	<30	18	<15	<10	<20	<5
353110040	Can Basora	370903	4316301	12-ago-03	<30	38	<15	<10	<20	<5
	Can Pol	370220	4318710	12-ago-03	<30	2,6	<15	<10	<20	<5
Can Salvadó	Can Salvadó	369800	4316890	12-ago-03	<30	58	<15	<10	<20	<5
Can Sopos	Can Sopos	370170	4317030	12-ago-03	<30	2	<15	<10	<20	<5
Valor límite en aguas potables (en cursiva parámetro indicador)					25	2000	50	20	5	

Numero de inventario	Nombre	Coord. X utm	Coord. Y utm	Fecha de muestreo	Pb µg/L	Zn µg/L	Cu µg/L	Mn µg/L	Ni µg/L	Cd µg/L
353050011					<30	<36	<15	<10	<20	<5
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	4-dic-04	<30	160	<15	<10	<20	<5
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	4-dic-04	<30	30	<15	<10	<20	<5
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	4-dic-04	<30	140	<15	<10	<20	<5
353050201		370034	4320660	4-dic-04	<30	1840	<15	<10	<20	<5
353110003		370320	4317367	4-dic-04	<30	49	<15	<10	<20	<5
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	4-dic-04	<30	23	<15	<10	<20	<5
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	4-dic-04	<30	280	<15	<10	<20	<5
353110029				4-dic-04	<30	17	<15	<10	<20	<5
353110040	Can Basora	370903	4316301	4-dic-04	<30	44	<15	<10	<20	<5
	Can Pol	370220	4318710	4-dic-04	<30	12	<15	<10	<20	<5
Can Salvadó	Can Salvadó	369800	4316890	4-dic-04	<30	170	<15	<10	<20	<5
Can Sopos	Can Sopos	370170	4317030	4-dic-04	<30	<8	<15	<10	<20	<5
Valor límite en aguas potables (en cursiva parámetro indicador)					25	2000	50	20	5	

TABLA 4. ANALÍTICA DE METALES PESADOS



Numero de inventario	Nombre	Coord. X utm	Coord. Y utm	Fecha de muestreo	TENSIOACTIVOS ppm	AER. MESOFILOS UFC/ml	STREP. FECALES UFC/ml	COLIS. TOTALES (lim. 0) UFC/ml	COLIS. FECALES (lim. 0) UFC/ml	CLOSTRIDIOS (lim. 0) UFC/ml
353050011		370560	4320431	15-may-02	<0,04	260	6	51	13	25
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	15-may-02	<0,04	280	38	0	0	6
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	16-may-02	<0,04	125	2	0	0	2
353050165		370008	4318599	16-may-02	<0,04	46	0	0	0	2
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	15-may-02	<0,04	18	0	0	0	2
353050201		370034	4320660	16-may-02	<0,04	35	0	0	0	8
353110003		370320	4317367	16-may-02	<0,04	82	2	36	0	40
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	17-may-02	<0,04	32	0	0	0	0
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	17-may-02	<0,04	210	8	3	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	17-may-02	<0,04	140	2	0	0	0
353110032		370010	4316437	16-may-02	<0,04	212	0	0	0	3
353110040	Can Basora	370903	4316301	17-may-02	<0,04	61	0	0	0	0
	Can Pol	370220	4318710	17-may-02	<0,04	120	0	28	0	0
Can Salvadó	Can Salvadó	369800	4316890	16-may-02	<0,04	190	0	33	0	6
Can Sopes	Can Sopes	370170	4317030	16-may-02	<0,04	300	140	560	6	8
Valor límite en aguas potables						200	0	0	0	0

Numero de inventario	Nombre	Coord. X utm	Coord. Y utm	Fecha de muestreo	TENSIOACTIVOS ppm	AER. MESOFILOS UFC/ml	STREP. FECALES UFC/ml	COLIS. TOTALES (lim. 0) UFC/ml	COLIS. FECALES (lim. 0) UFC/ml	CLOSTRIDIOS (lim. 0) UFC/ml
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	12-ago-03	<0,04	122	14	23	11	0
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	12-ago-03	<0,04	263	56	309	226	0
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	12-ago-03	<0,04	410	0	0	0	0
353050201		370034	4320660	12-ago-03	<0,04	33	0	0	0	0
353110003		370320	4317367	12-ago-03	<0,04	37	9	0	0	0
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	12-ago-03	<0,04	0	7	0	0	0
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	12-ago-03	<0,04	14	0	0	0	0
353110028	Can Juan Sala 3	371699	4317157	12-ago-03	<0,04	2	0	0	0	0
353110032		370010	4316437	12-ago-03	<0,04	15	0	33	24	0
353110040	Can Basora	370903	4316301	12-ago-03	<0,04	8	0	0	0	0
	Can Pol	370220	4318710	12-ago-03	<0,04	266	2	381	300	0
Can Salvadó	Can Salvadó	369800	4316890	12-ago-03	<0,04	294	5	11	0	0
Can Sopes	Can Sopes	370170	4317030	12-ago-03	<0,04	264	1	116	52	5
Valor límite en aguas potables						200	0	0	0	0

Numero de inventario	Nombre	Coord. X utm	Coord. Y utm	Fecha de muestreo	TENSIOACTIVOS ppm	AER. MESOFILOS UFC/ml	STREP. FECALES UFC/ml	COLIS. TOTALES (lim. 0) UFC/ml	COLIS. FECALES (lim. 0) UFC/ml	CLOSTRIDIOS (lim. 0) UFC/ml
353050011				4-dic-04	<0,04	86	13	54	7	5
353050047	Can Salvador Etxero	371424	4321111	4-dic-04	<0,04	4200	48	252	64	48
353050049	Can Pep Andreu	369627	4321413	4-dic-04	<0,04	43	0	22	6	0
353050186	Sa Plan de Joan	370599	4320968	4-dic-04	<0,04	1510	42	180	124	0
353050201		370034	4320660	4-dic-04	<0,04	22	0	15	5	0
353110003		370320	4317367	4-dic-04	<0,04	232	228	71	51	18
353110026	Can Juan Sala 1	371641	4316910	4-dic-04	<0,04	27300	35	22400		19600
353110027	Venda La Iglesia 2	371306	4317000	4-dic-04	<0,04	45	0	22	0	0
353110029				4-dic-04	<0,04	2700	45	2660	390	0
353110040	Can Basora	370903	4316301	4-dic-04	<0,04	0	0	0	0	0
	Can Pol	370220	4318710	4-dic-04	<0,04	9	0	0	0	0
Can Salvadó	Can Salvadó	369800	4316890	4-dic-04	<0,04	6	0	2	0	0
Can Sopes	Can Sopes	370170	4317030	4-dic-04	<0,04	1340	0	0	0	0
Valor límite en aguas potables						200	0	0	0	0

TABLA 5. ANALÍTICA DE ELEMENTOS MICROBIOLÓGICOS



## Figuras

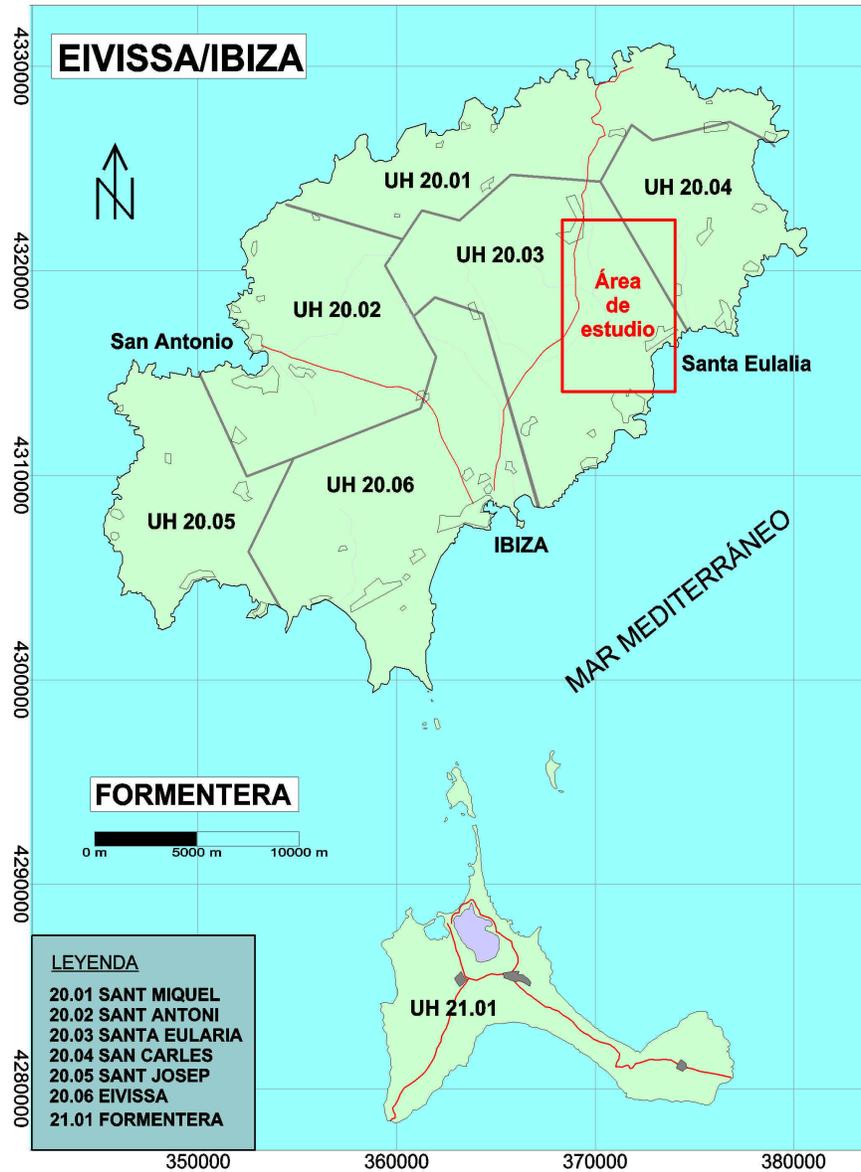


Figura 1. Esquema de situación del área de estudio, y distribución de las Unidades Hidrogeológicas de Eivissa y Formentera

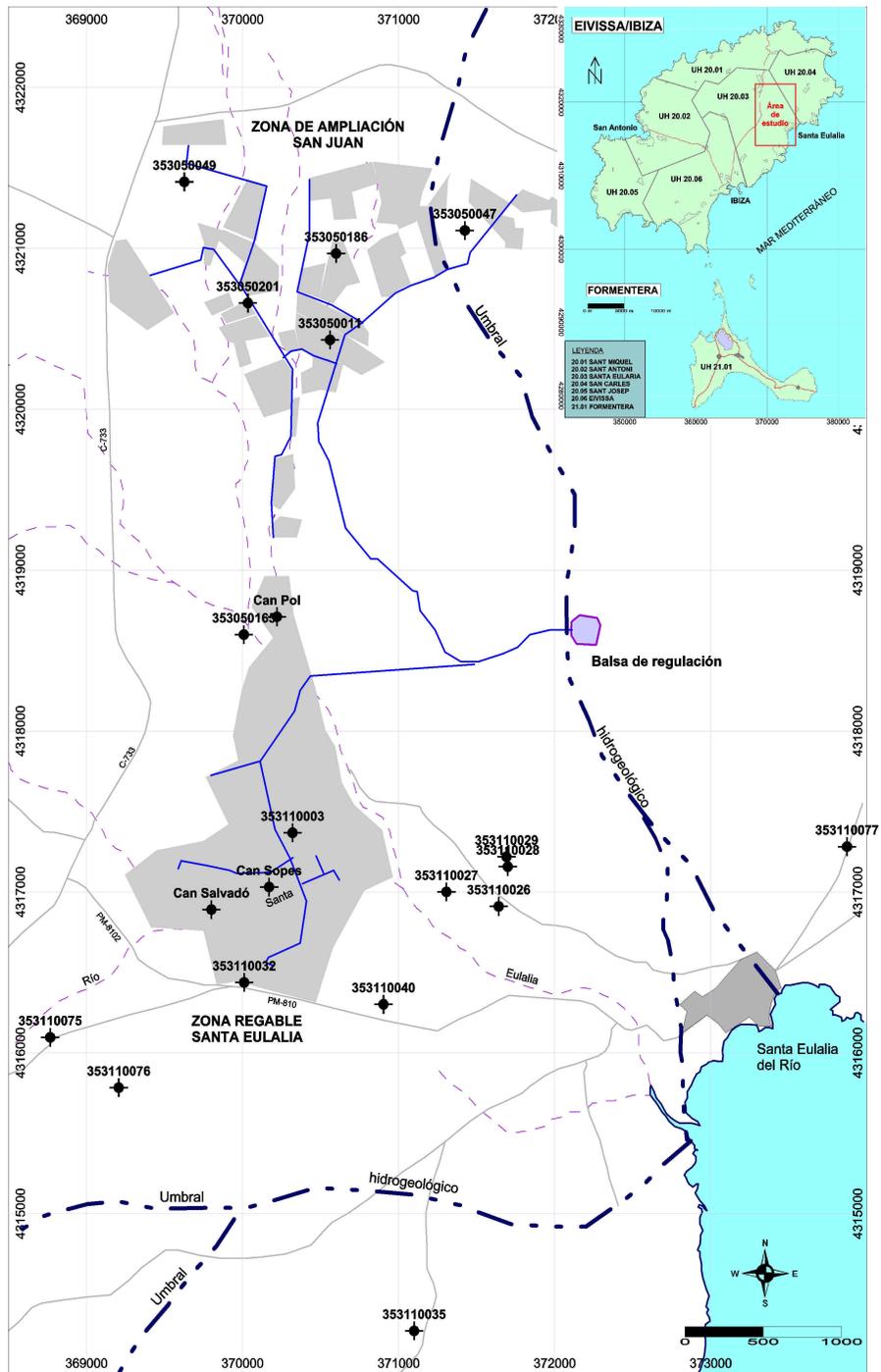


Figura 2. Esquema de situación de los polígonos de riego (sombreado) y distribución de la red de control piezométrico y de calidad.

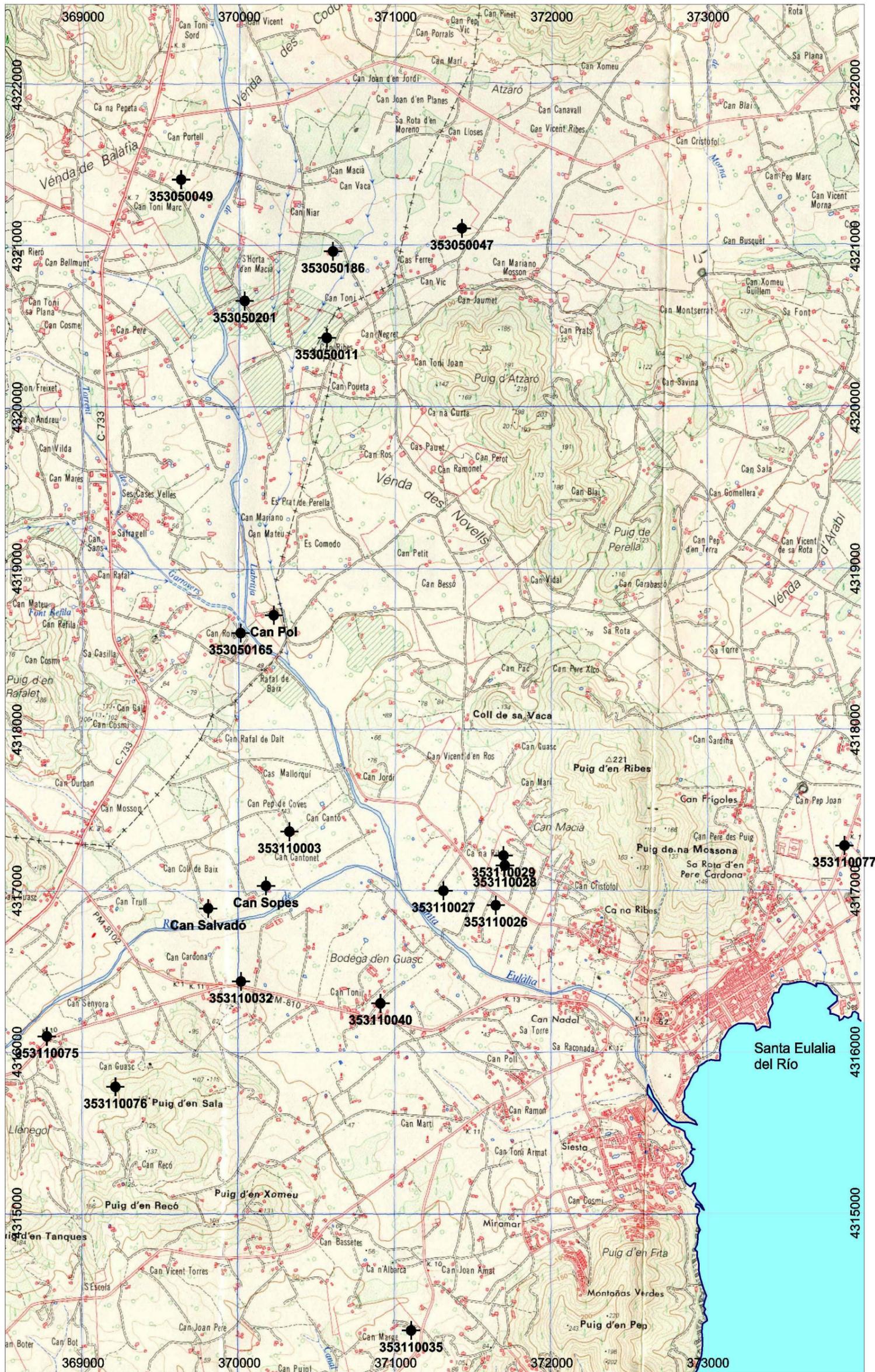


Figura 3. Mapa topográfico del área de estudio, con la situación de los puntos de la red de control piezométrica y de calidad

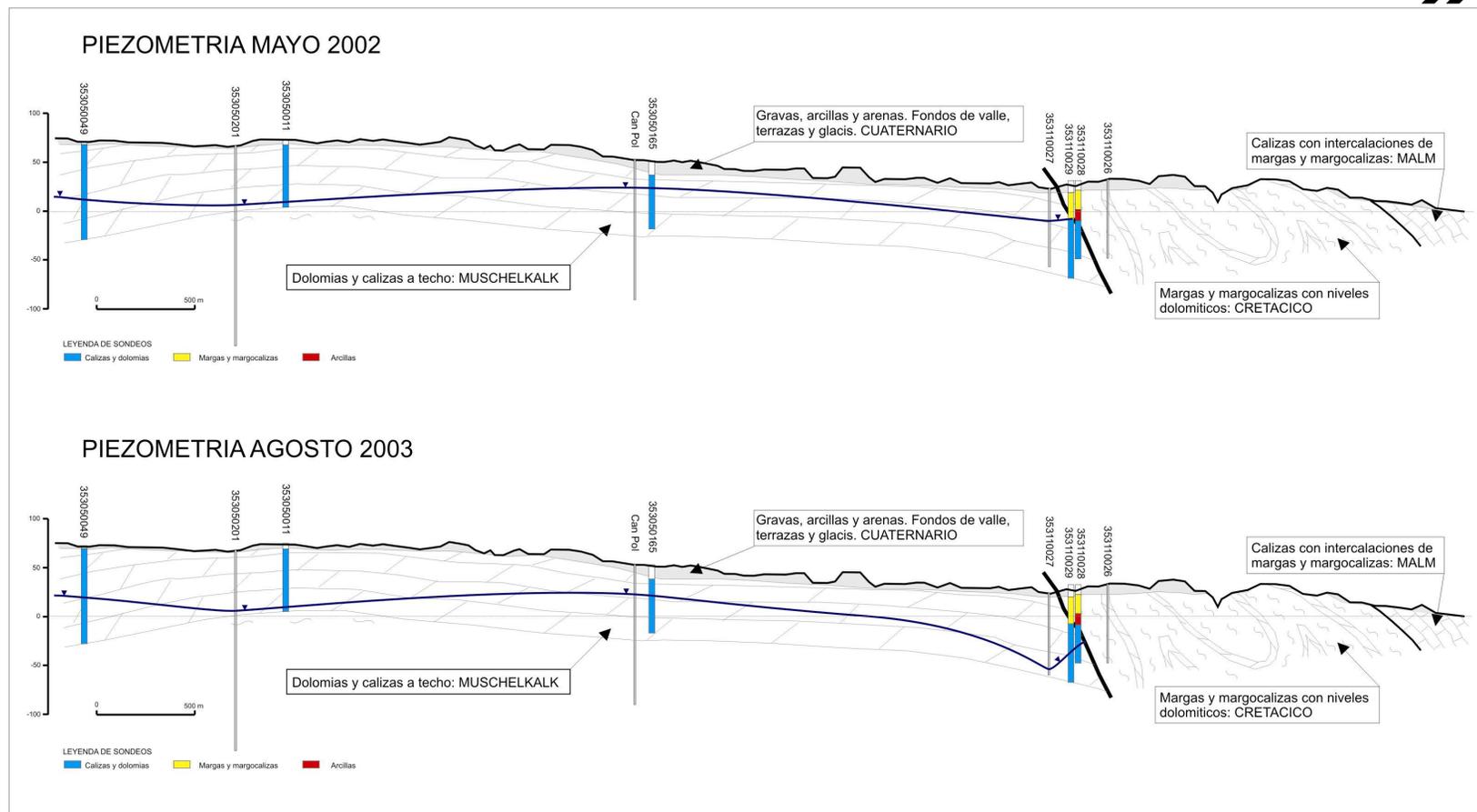


Figura 4. Cortes hidrogeológicos en el área de riego de Santa Eulària des Riu

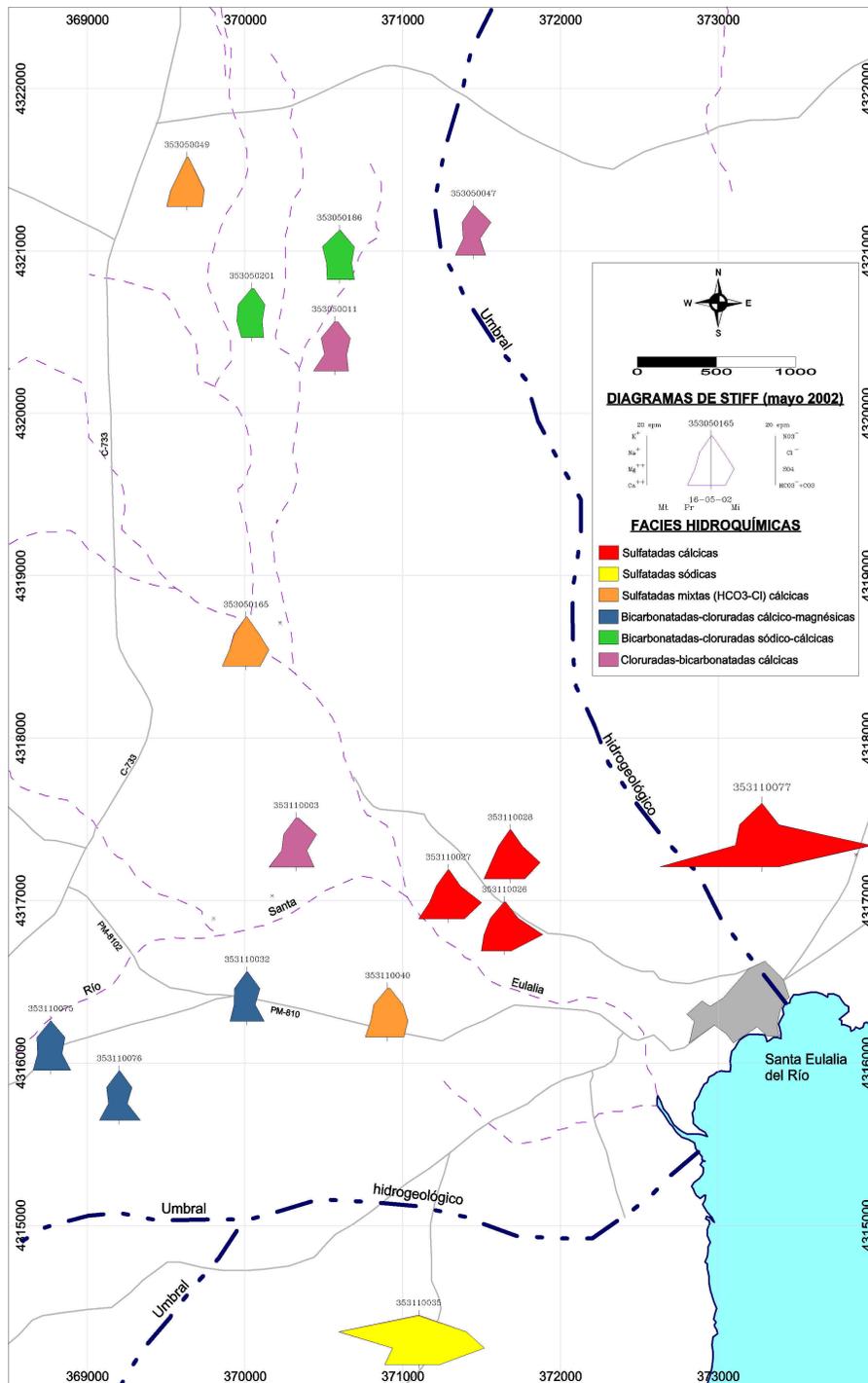


Figura 5. Distribución espacial de las tipologías de aguas subterráneas (Stiff)

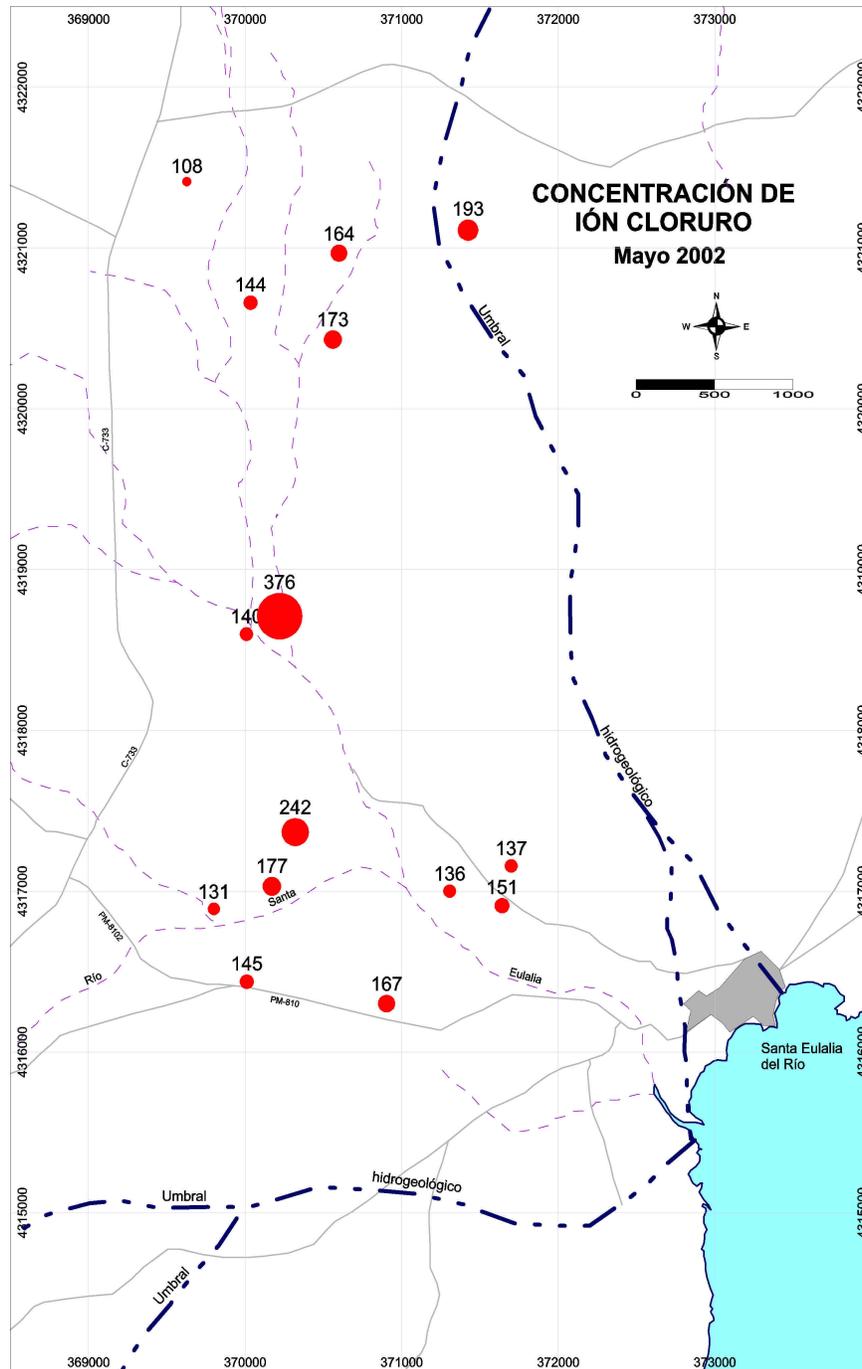


Figura 6. Distribución espacial de la concentración de ión cloruro (mg/L) en mayo de 2002



### CONTENIDO EN IÓN CLORURO (periodo 2000-2005)

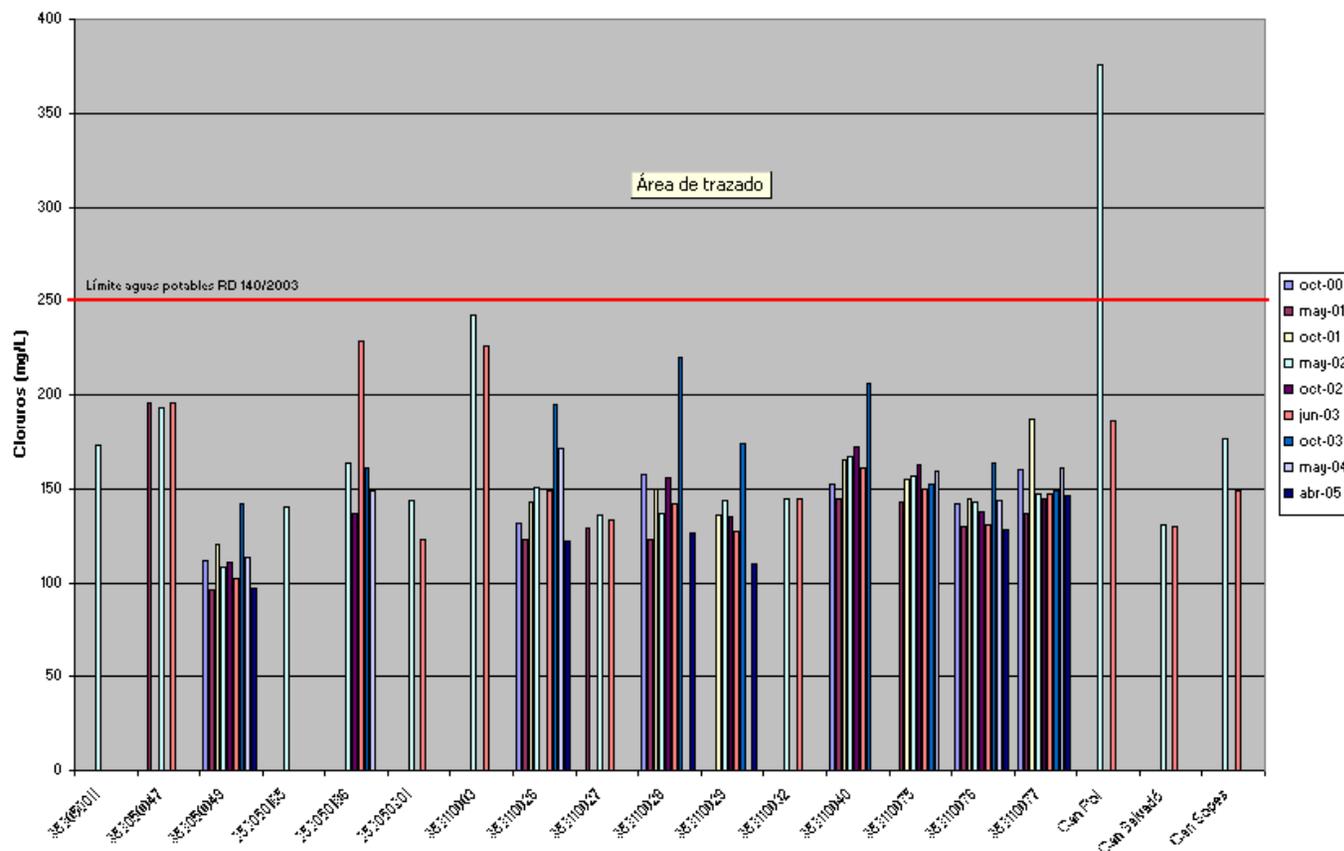


Figura 7. Evolución del contenido en ión cloruro (mg/L) entre los años 2000-2005

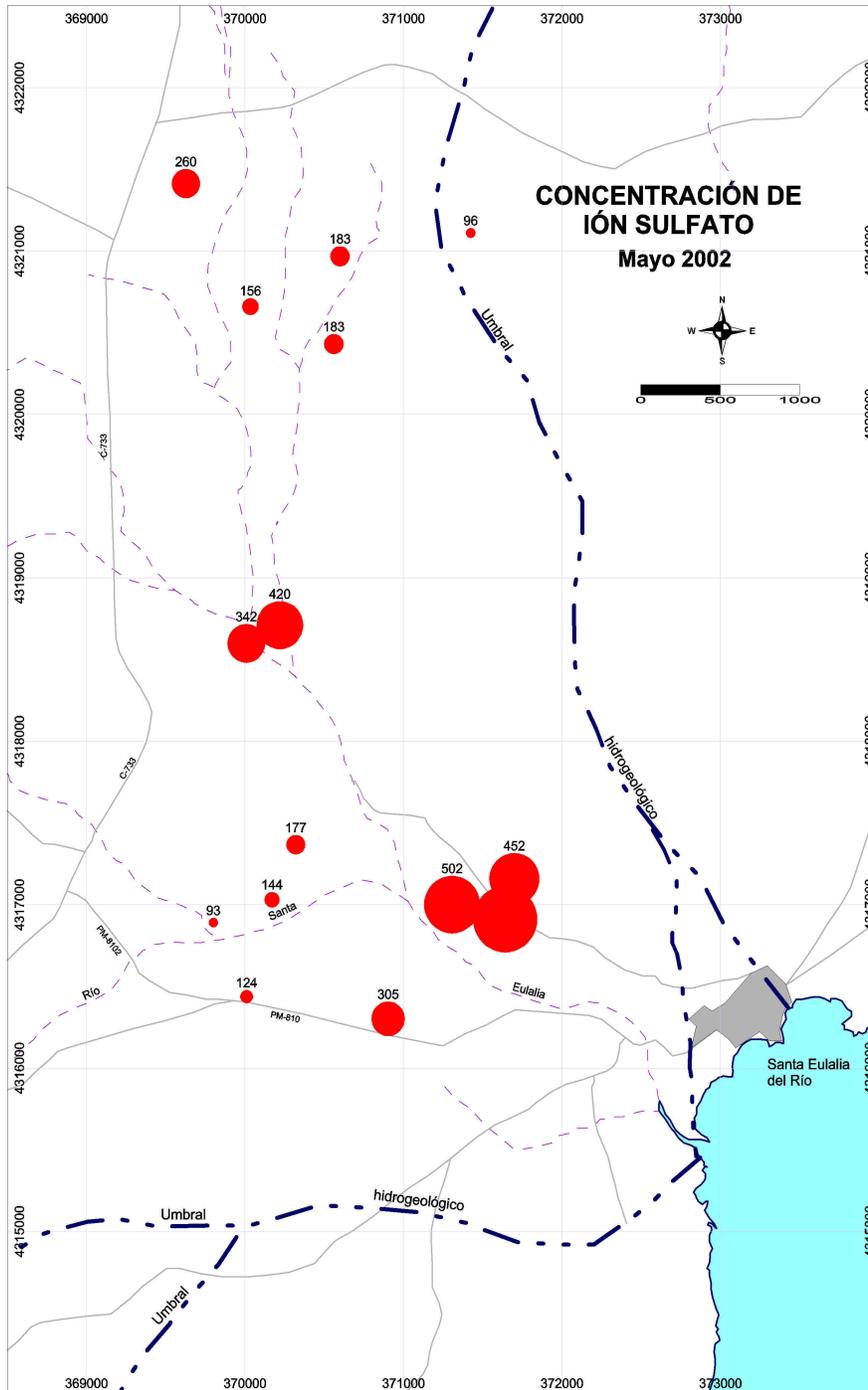


Figura 8. Distribución espacial de la concentración de ión sulfato (mg/L) en mayo de 2002



### CONTENIDO EN IÓN SULFATO (periodo 2000-2005)

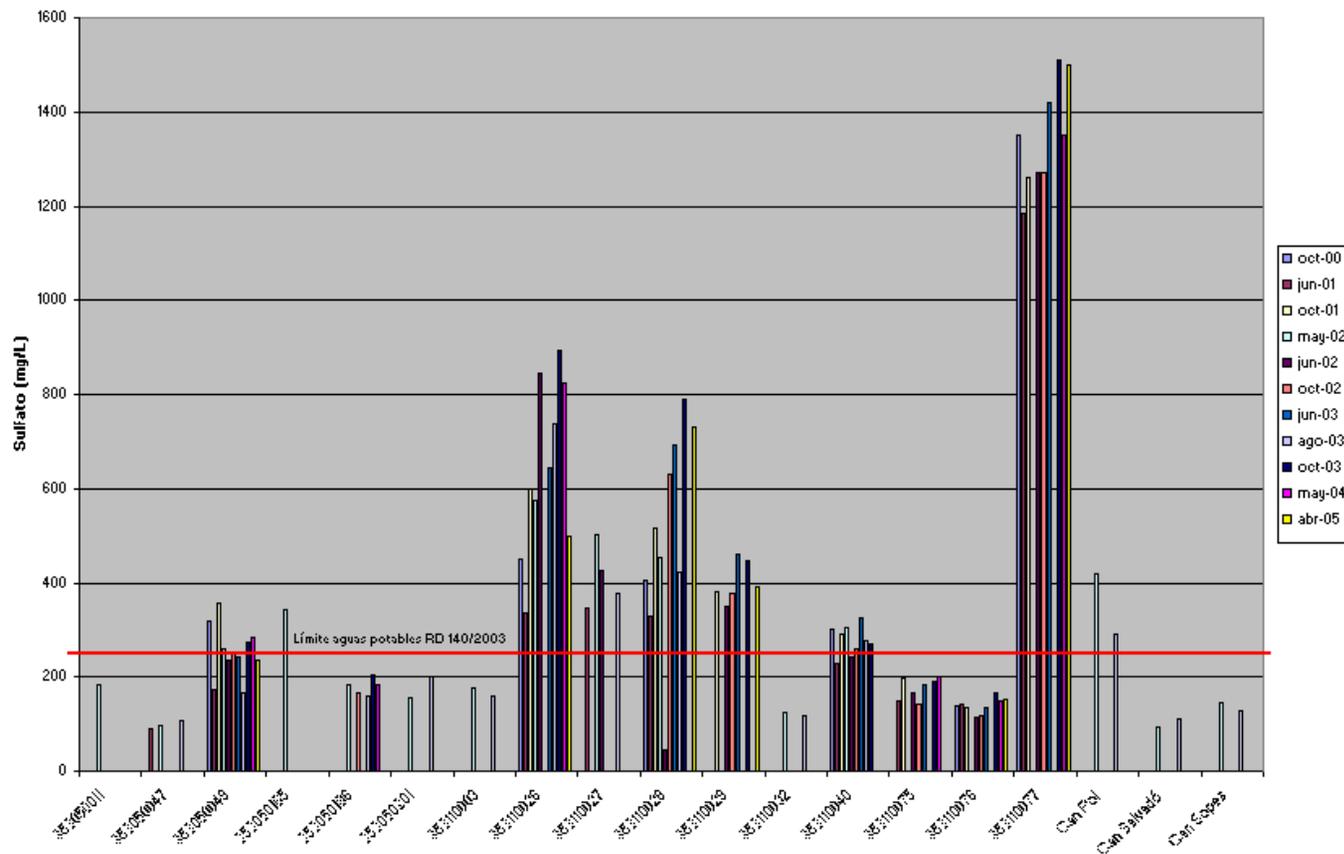


Figura 9. Evolución del contenido en ión sulfato (mg/L) entre los años 2000-2005



### CONTENIDO EN IÓN NITRATO (periodo 2000-2005)

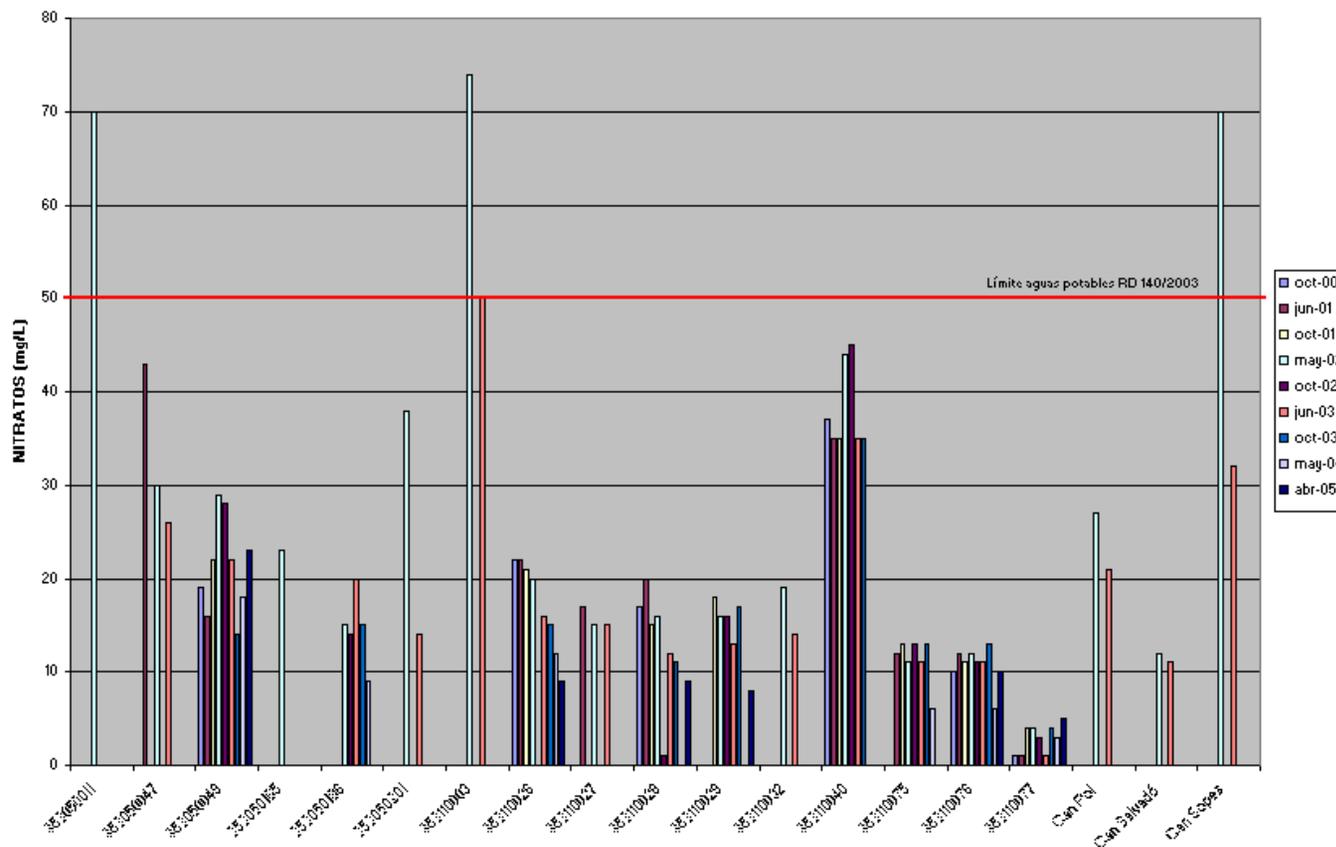


Figura 10. Evolución del contenido en ión nitrato (mg/L) entre los años 2000-2005



DIAGRAMA DE RIVERSIDE

Todos los puntos entre 01-01-00 y 31-12-05

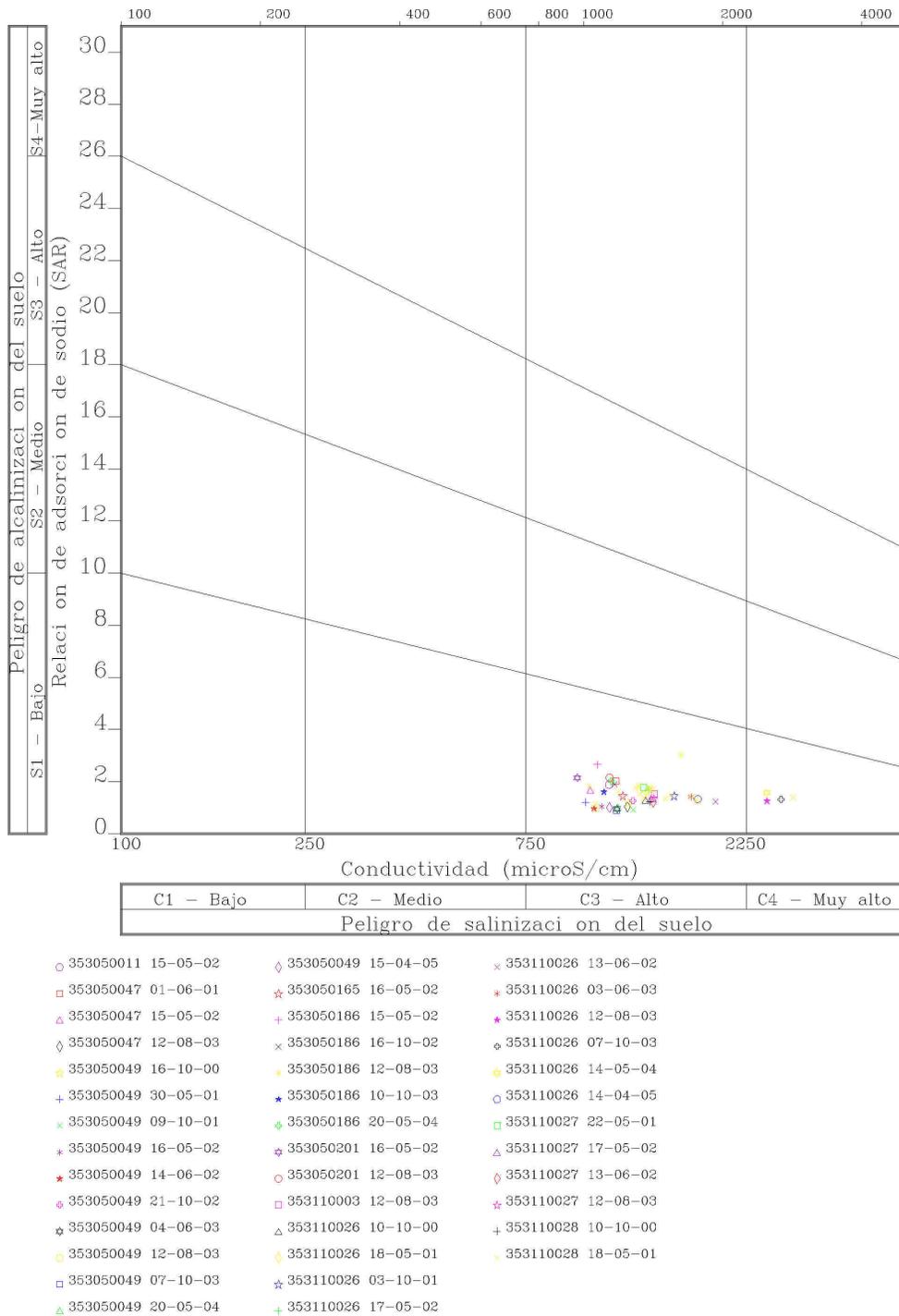


Figura 11. Aptitud de las aguas para el riego (Riverside) entre los años 2000-2005

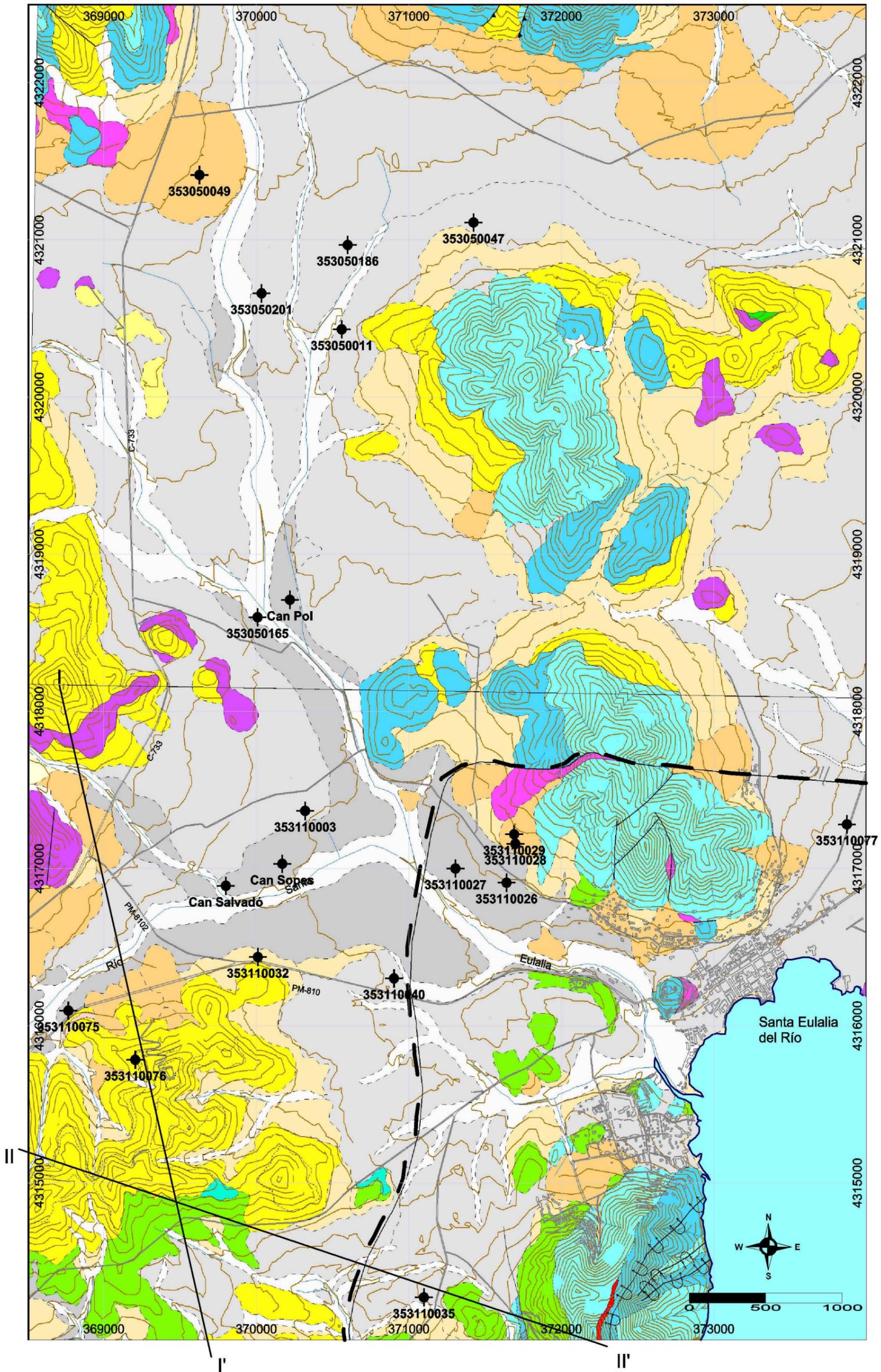


## **Anexo I**

### **Mapa Geológico del área de estudio**

### **Leyenda del mapa geológico**

### **Cortes geológicos**



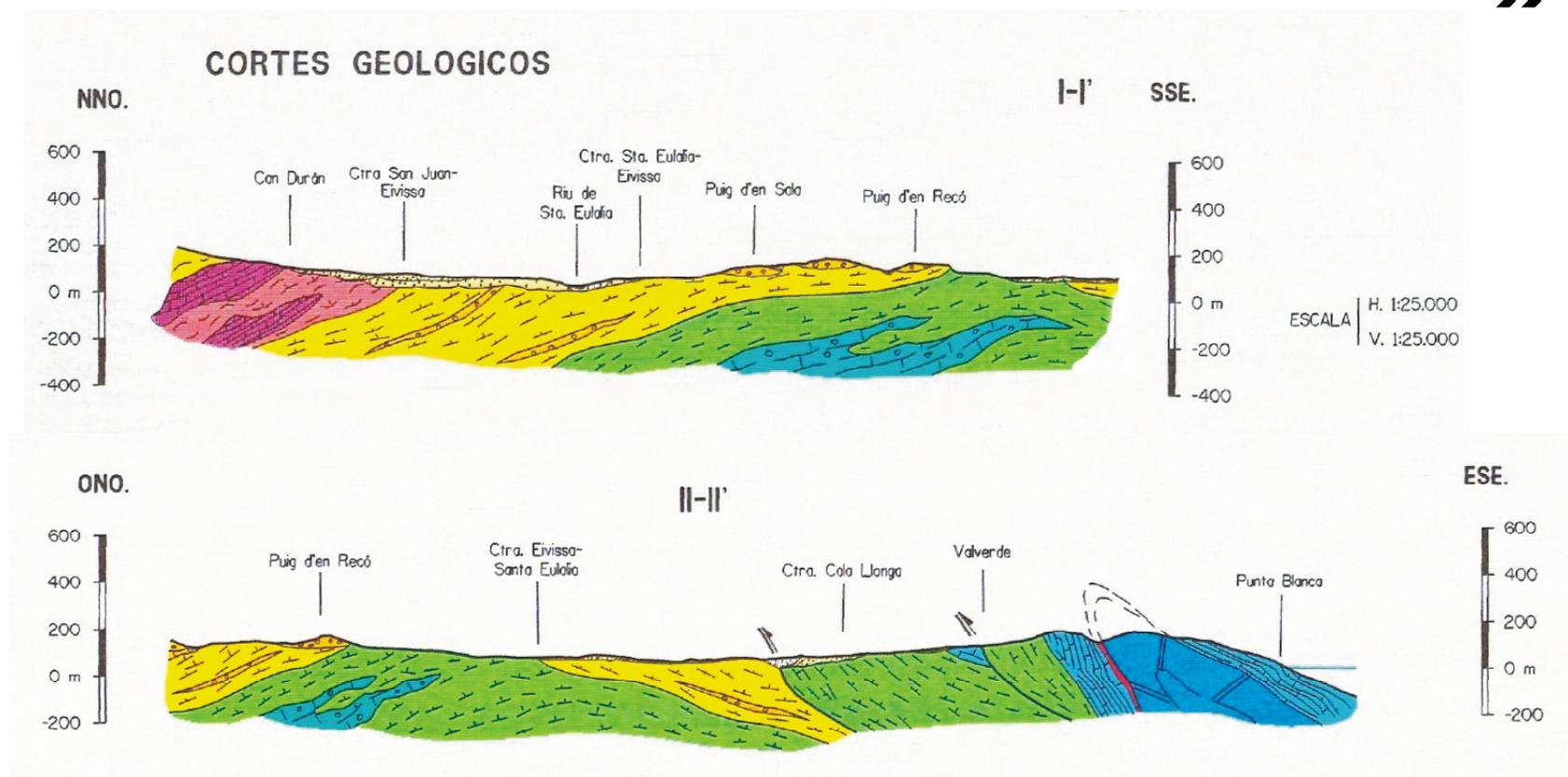
Anexo I.1 Mapa geológico del área de estudio (modificado de la serie MAGNA 1:25.000, IGME 1997)



## Leyenda

	fondos de valle	Cuaternario
	terrazas	
	glacis	
	conos de deyeccion	
	coluviones	
	Margas, areniscas y conglomerados, Kimeridgiense-Langhiense	
	Margas blancas, Cretácico Inferior	
	Calizas tableadas, Malm	
	Dolomías, calizas tableadas y brechas, Rethiense-Lias	
	Arcillas y yesos, Keuper	
	Dolomías y calizas tableadas, Muschelkalk	

Anexo I.2 Leyenda del mapa geológico del área de estudio (Anexo I.1) y de los cortes geológicos (Anexo I.3)



Anexo I.3 Cortes geológicos del área de estudio (modificado de MAGNA 1:25.000, IGME 1997)



## **Anexo II**

**Mapa de isopiezas, octubre 2000**

**Mapa de isopiezas, mayo 2001**

**Mapa de isopiezas, octubre 2001**

**Mapa de isopiezas, mayo 2002**

**Mapa de isopiezas, junio 2002**

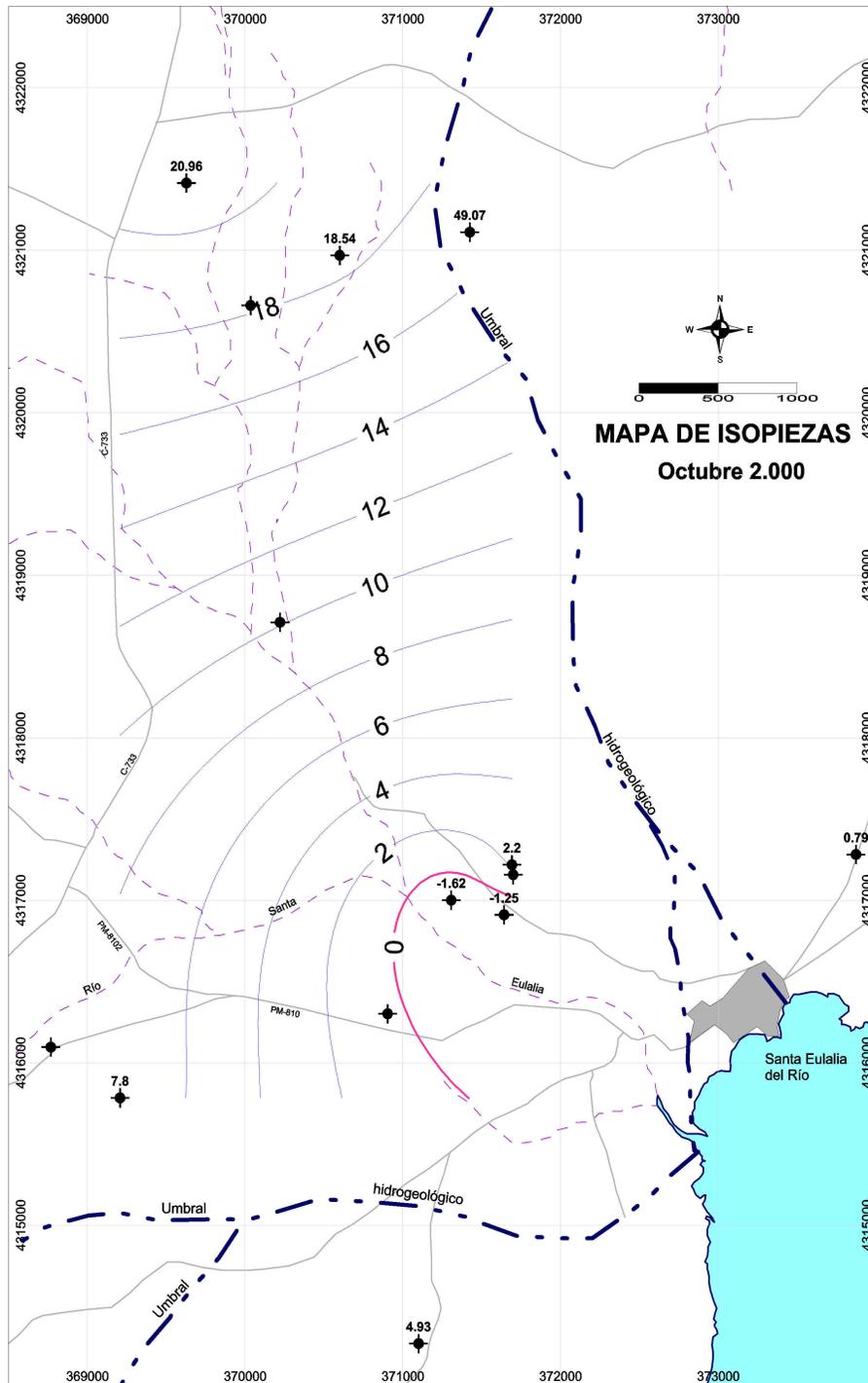
**Mapa de isopiezas, octubre 2002**

**Mapa de isopiezas, junio 2003**

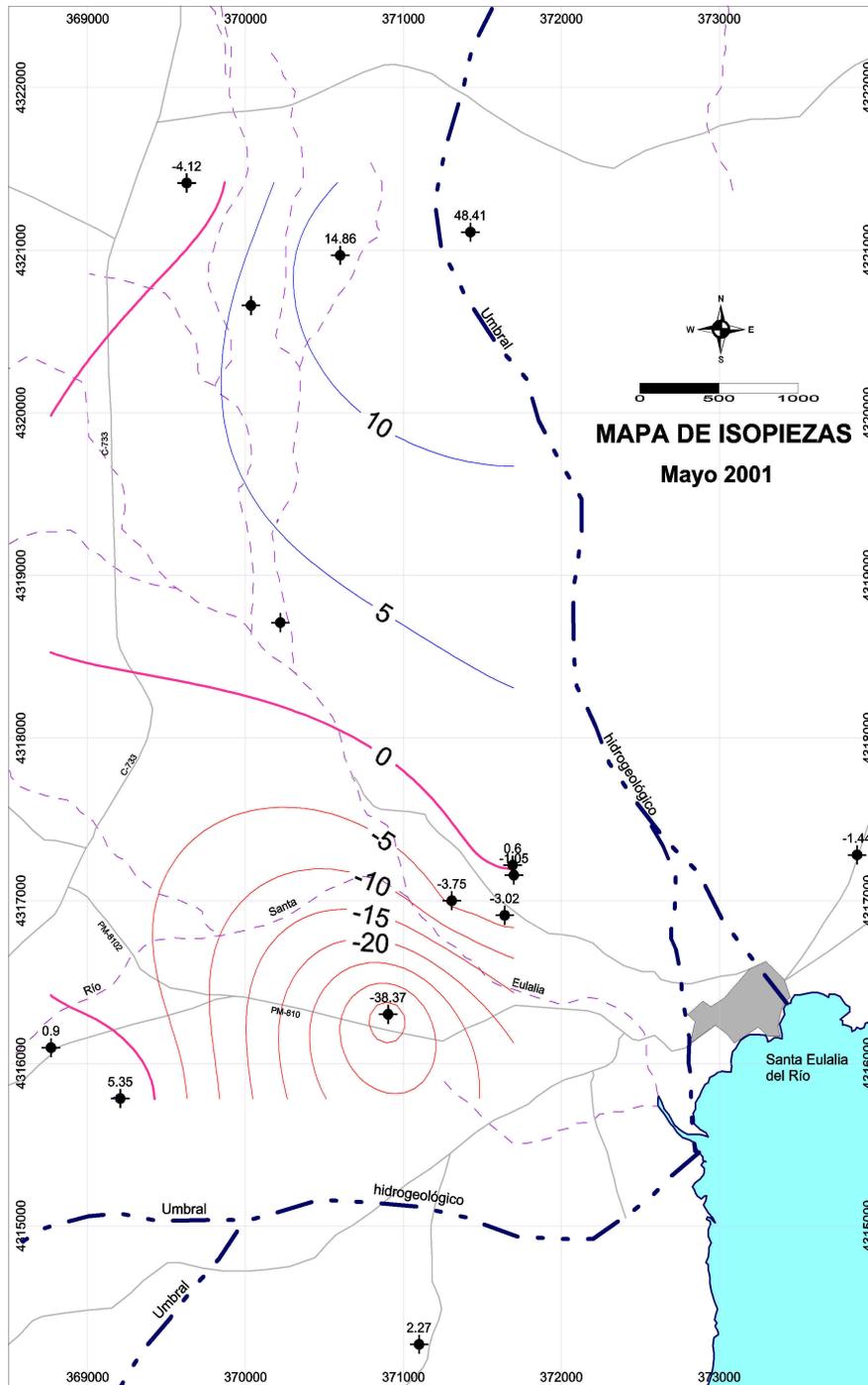
**Mapa de isopiezas, agosto 2003**

**Mapa de isopiezas, octubre 2003**

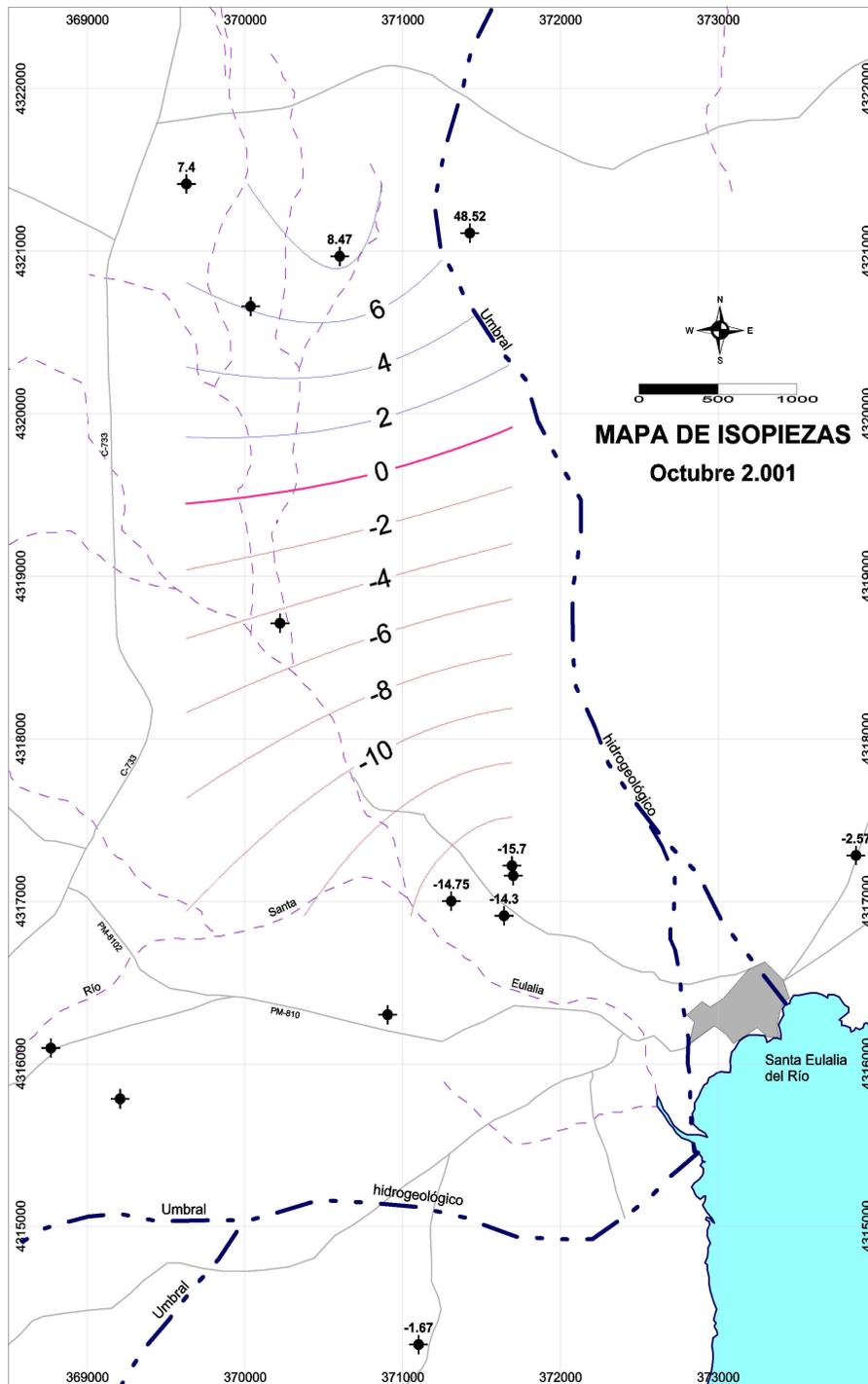
**Mapa de isopiezas, abril 2005**



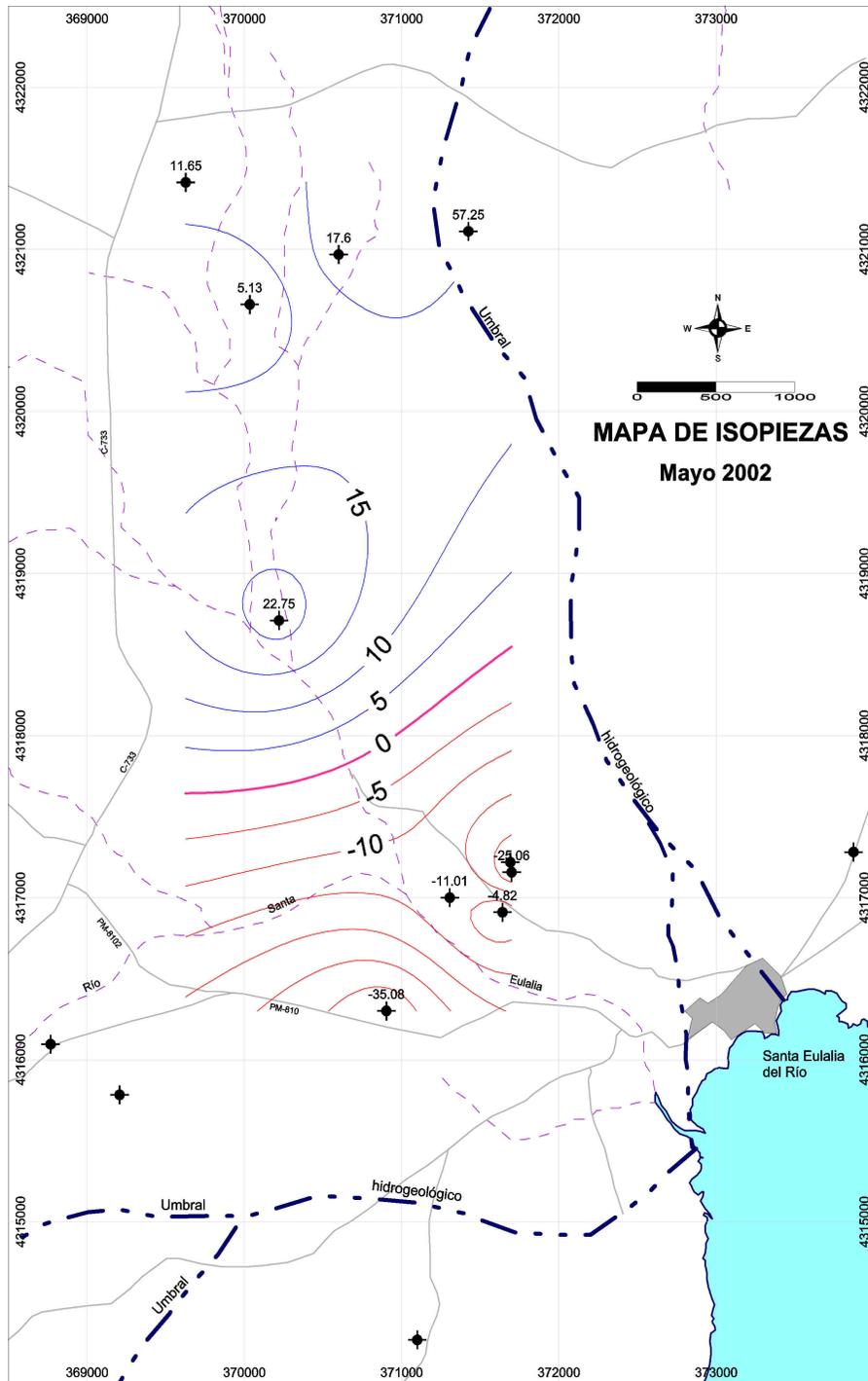
Las isóneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



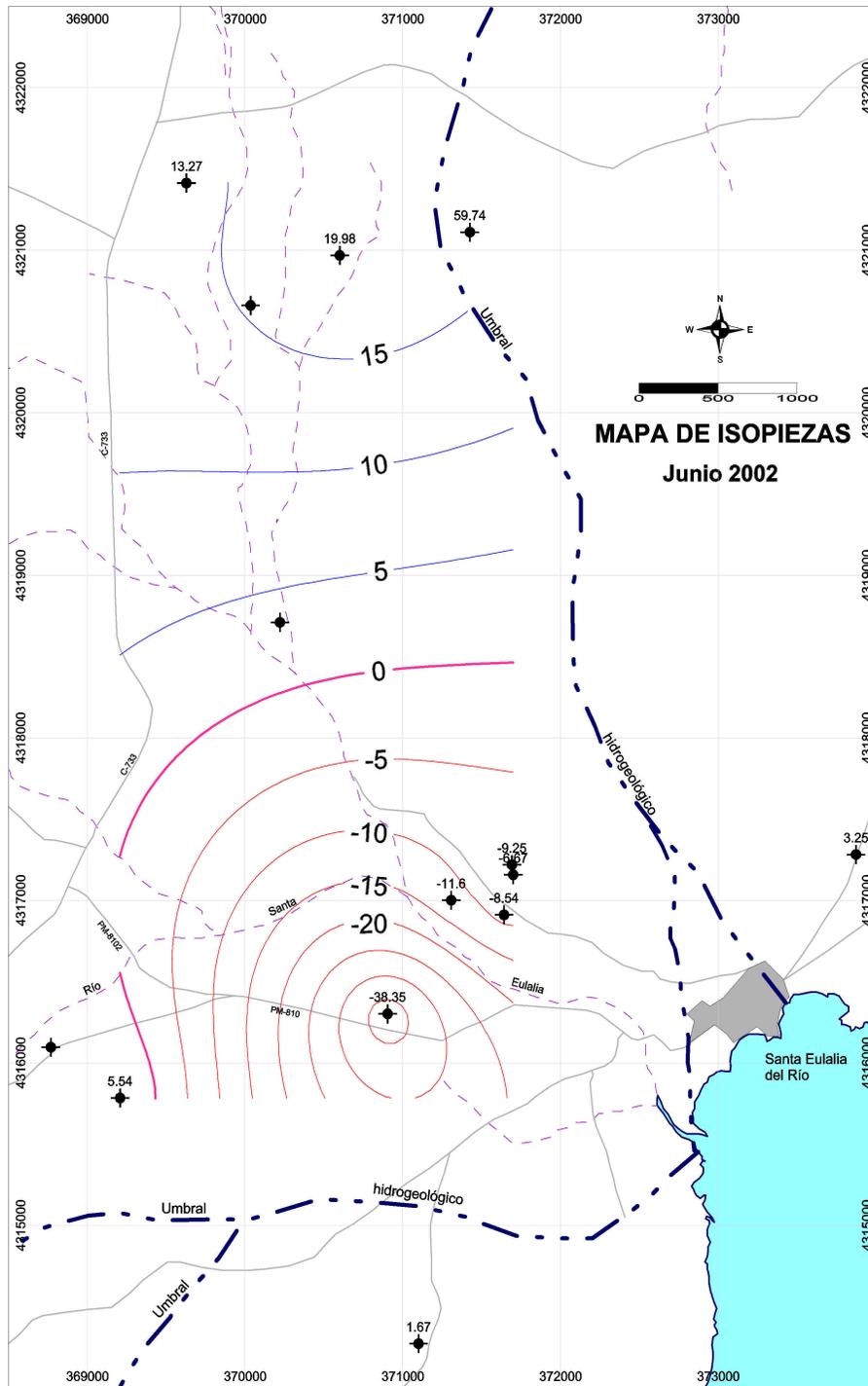
Las isolíneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



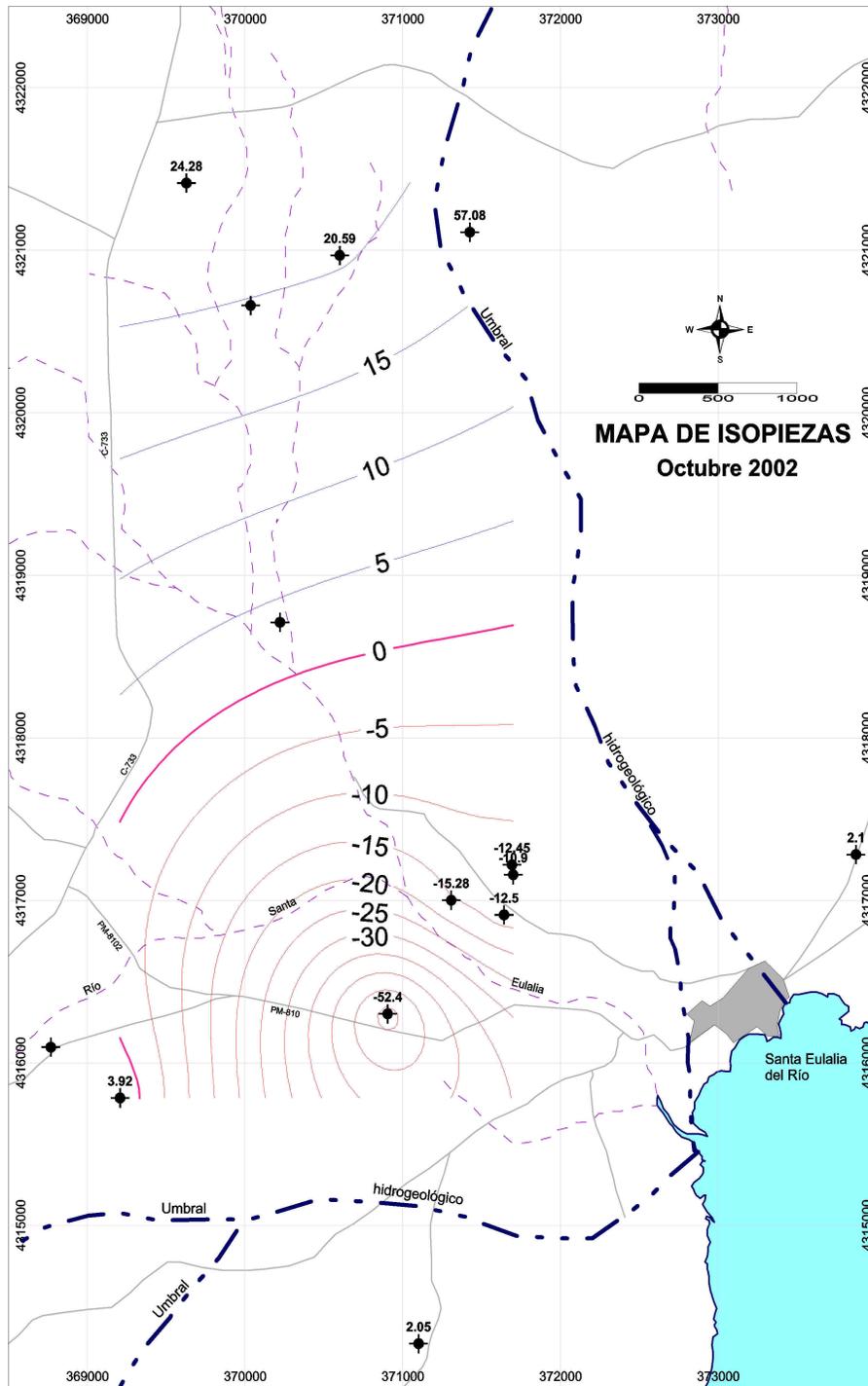
Las isolíneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



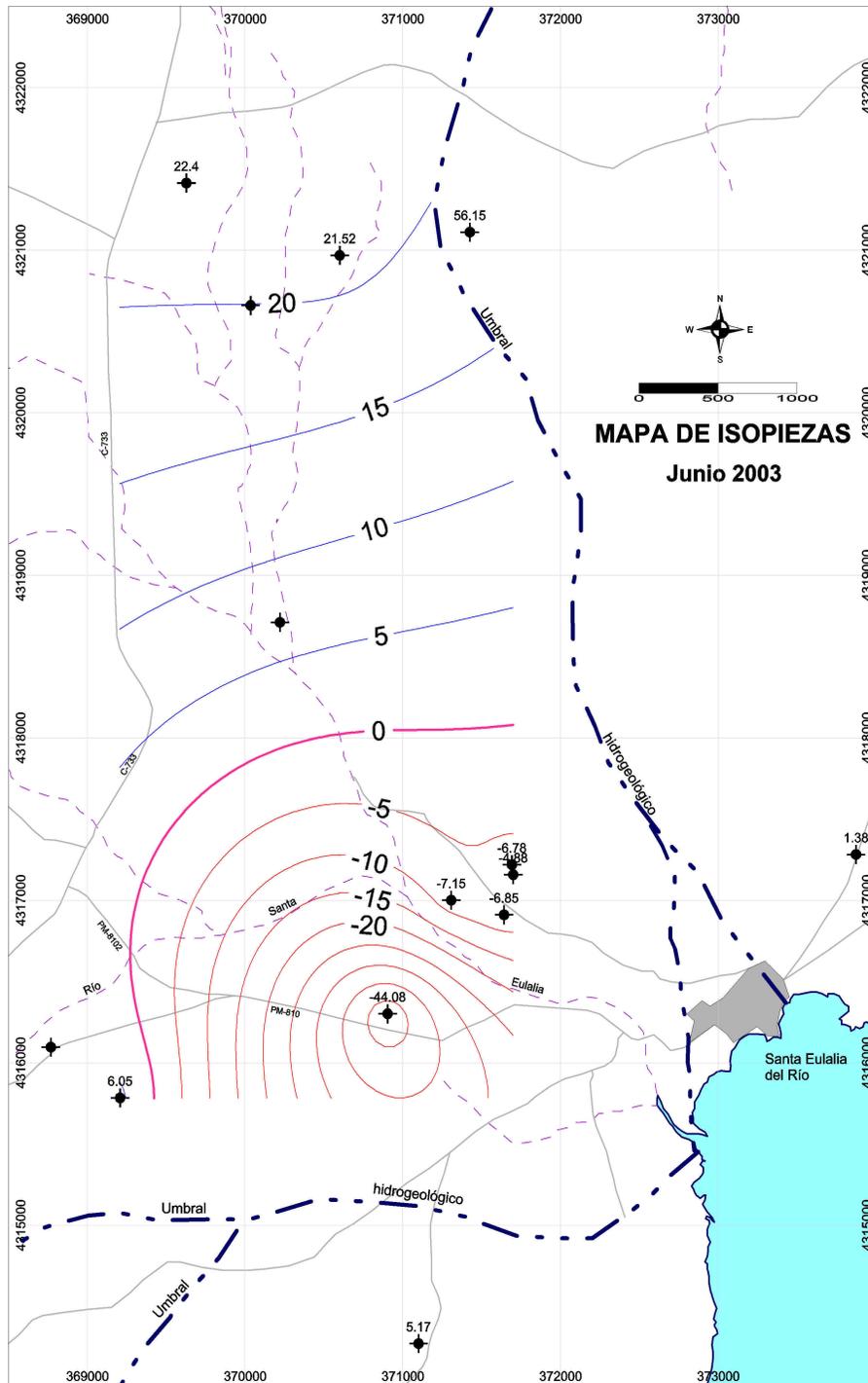
Las isopélicas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



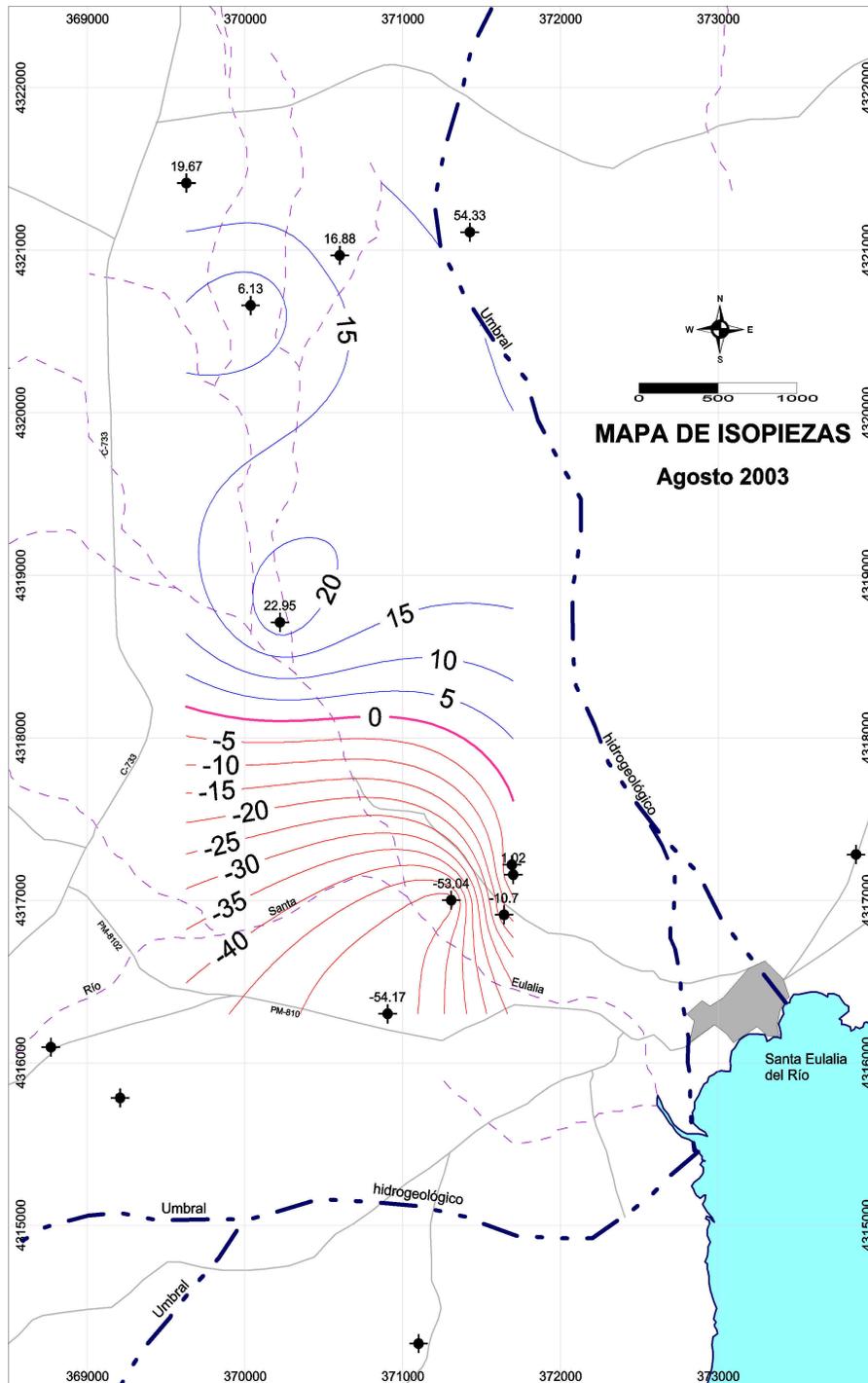
Las isótopas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



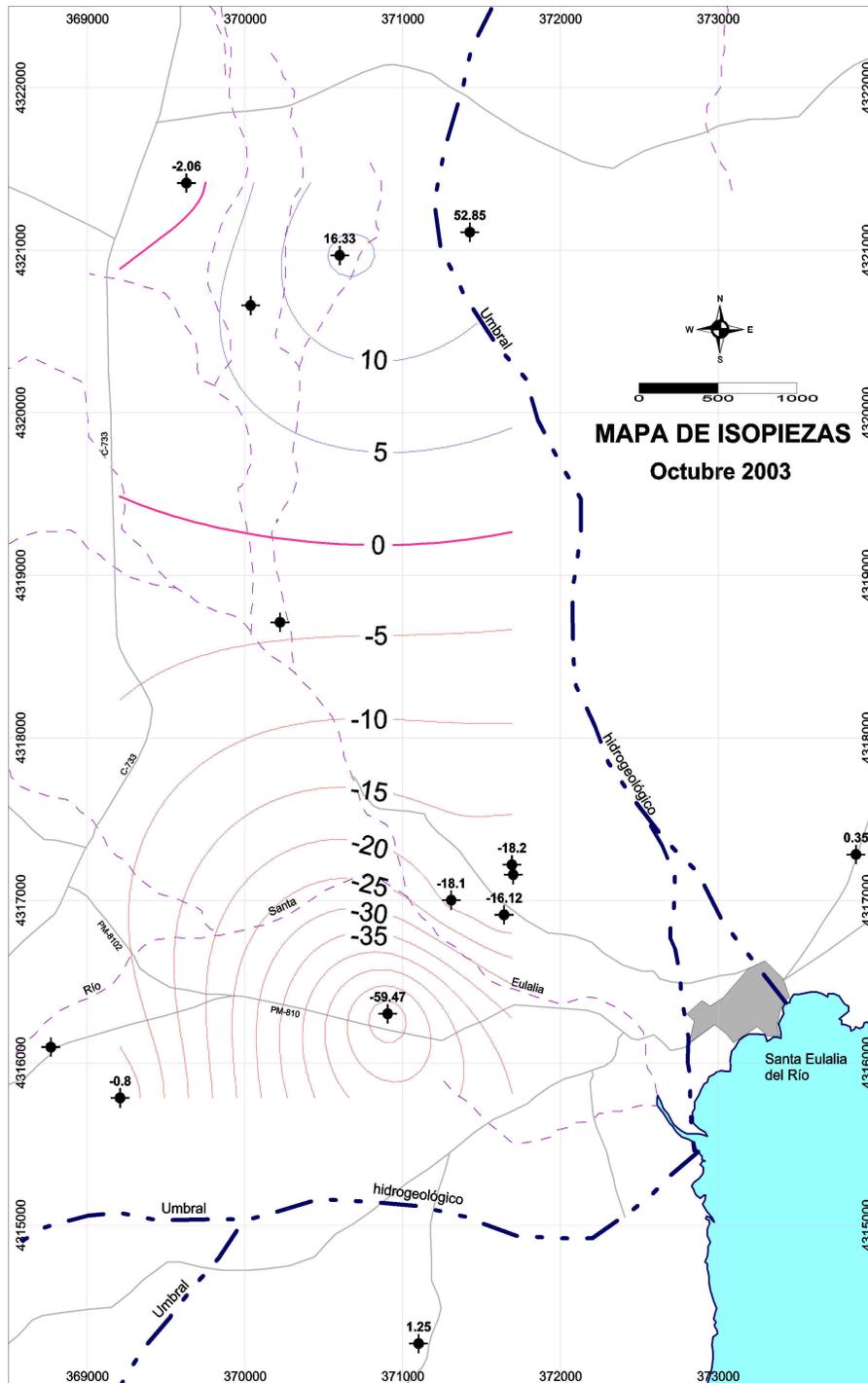
Las isolíneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



Las isolíneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



Las isolíneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)



Las isolíneas corresponden a cota de nivel (metros sobre el nivel del mar)





## **Anexo III**

### **Diagramas de Piper-Hill-Langelier**



Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353050011

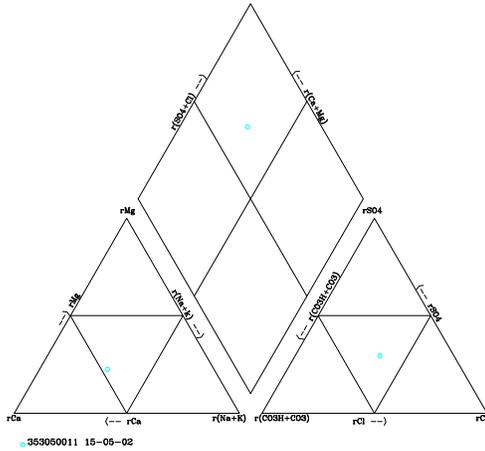


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353050049

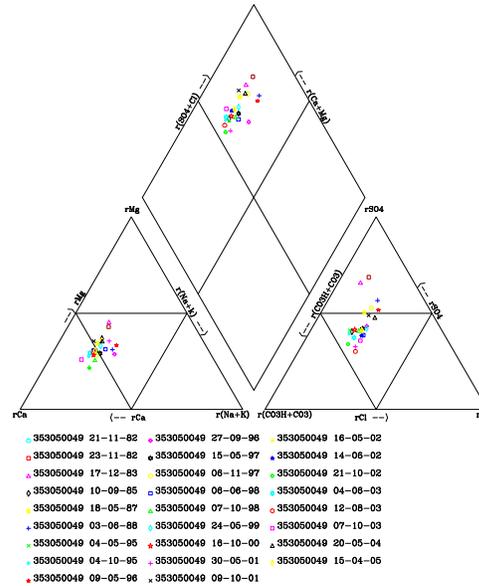


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353050047

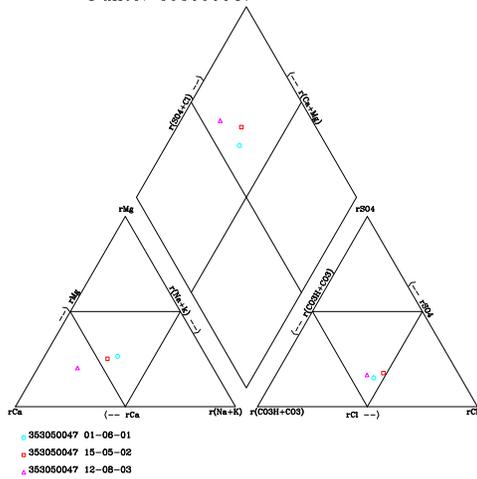


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353050186

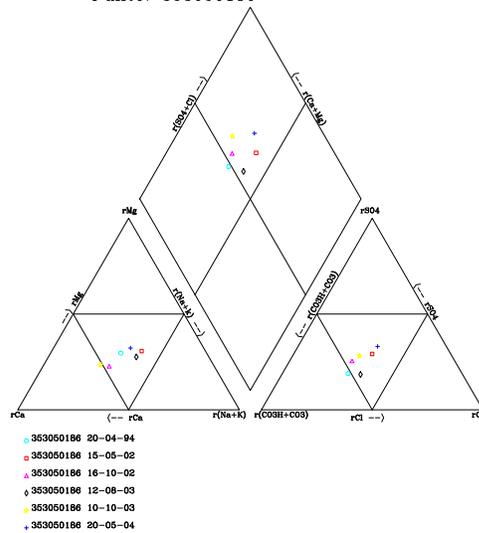




Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353050165

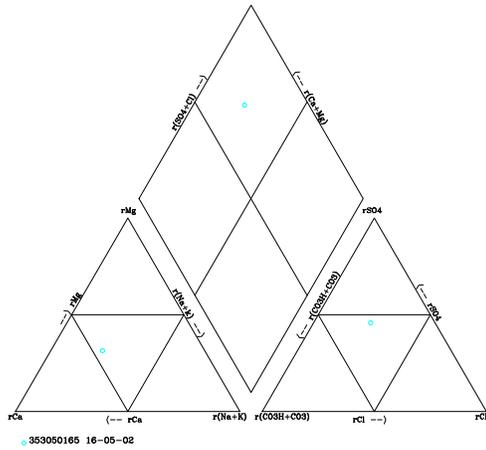


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353050201

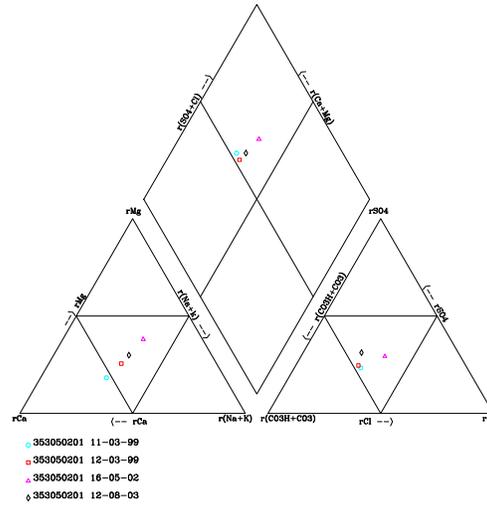


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353110003

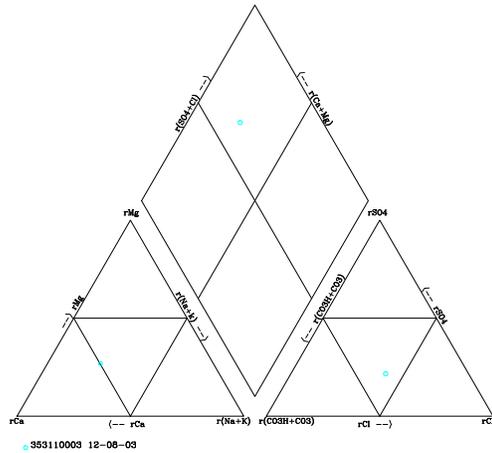


Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353110026

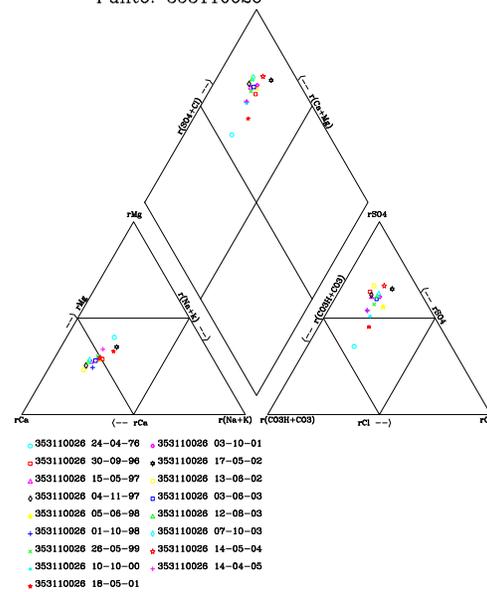
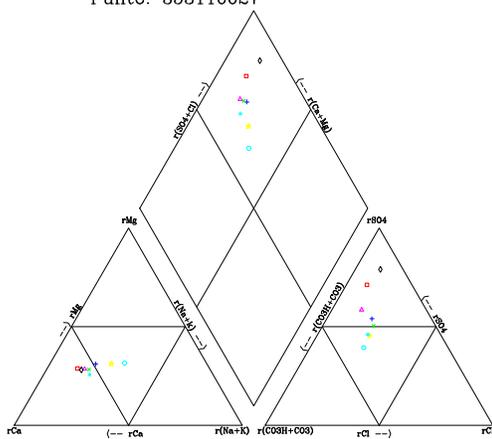




Diagrama de Piper-Hill-Langelier

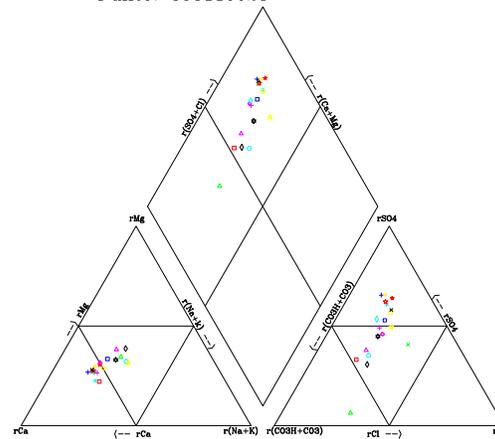
Punto: 353110027



- 353110027 30-07-76
- 353110027 02-05-95
- △ 353110027 05-10-95
- ◇ 353110027 09-05-96
- ◇ 353110027 22-05-01
- ◇ 353110027 17-05-02
- ◇ 353110027 13-06-02
- ◇ 353110027 12-08-03

Diagrama de Piper-Hill-Langelier

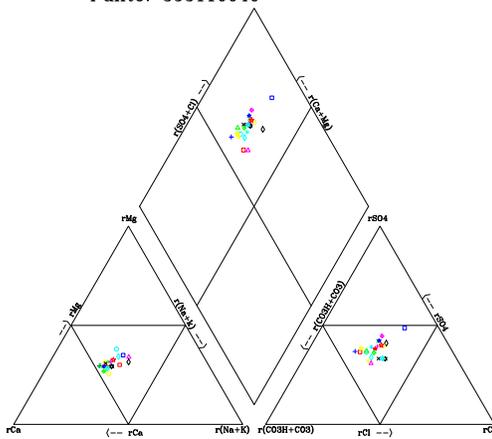
Punto: 353110028



- 353110028 30-07-76
- 353110028 10-12-84
- △ 353110028 18-05-01
- ◇ 353110028 11-09-85
- ◇ 353110028 03-10-01
- ◇ 353110028 18-05-87
- ◇ 353110028 17-05-02
- ◇ 353110028 08-06-88
- ◇ 353110028 13-06-02
- ◇ 353110028 15-05-97
- ◇ 353110028 15-10-02
- ◇ 353110028 05-08-98
- ◇ 353110028 03-06-03
- ◇ 353110028 01-10-98
- ◇ 353110028 12-08-03
- ◇ 353110028 28-05-99
- ◇ 353110028 07-10-03
- ◇ 353110028 10-10-00
- ◇ 353110028 14-04-05

Diagrama de Piper-Hill-Langelier

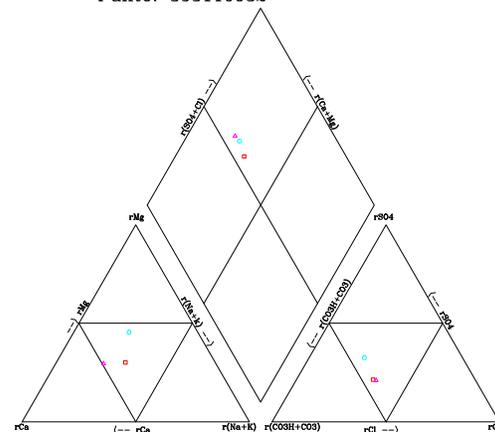
Punto: 353110040



- 353110040 11-09-85
- 353110040 04-11-97
- △ 353110040 15-10-02
- ◇ 353110040 10-07-86
- ◇ 353110040 05-06-98
- ◇ 353110040 03-06-03
- ◇ 353110040 18-05-87
- ◇ 353110040 01-10-98
- ◇ 353110040 12-06-03
- ◇ 353110040 06-06-88
- ◇ 353110040 26-05-99
- ◇ 353110040 07-10-03
- ◇ 353110040 02-05-95
- ◇ 353110040 10-10-00
- ◇ 353110040 05-10-95
- ◇ 353110040 17-05-01
- ◇ 353110040 09-05-96
- ◇ 353110040 04-10-01
- ◇ 353110040 30-09-96
- ◇ 353110040 17-05-02
- ◇ 353110040 15-05-97
- ◇ 353110040 13-06-02

Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Punto: 353110032

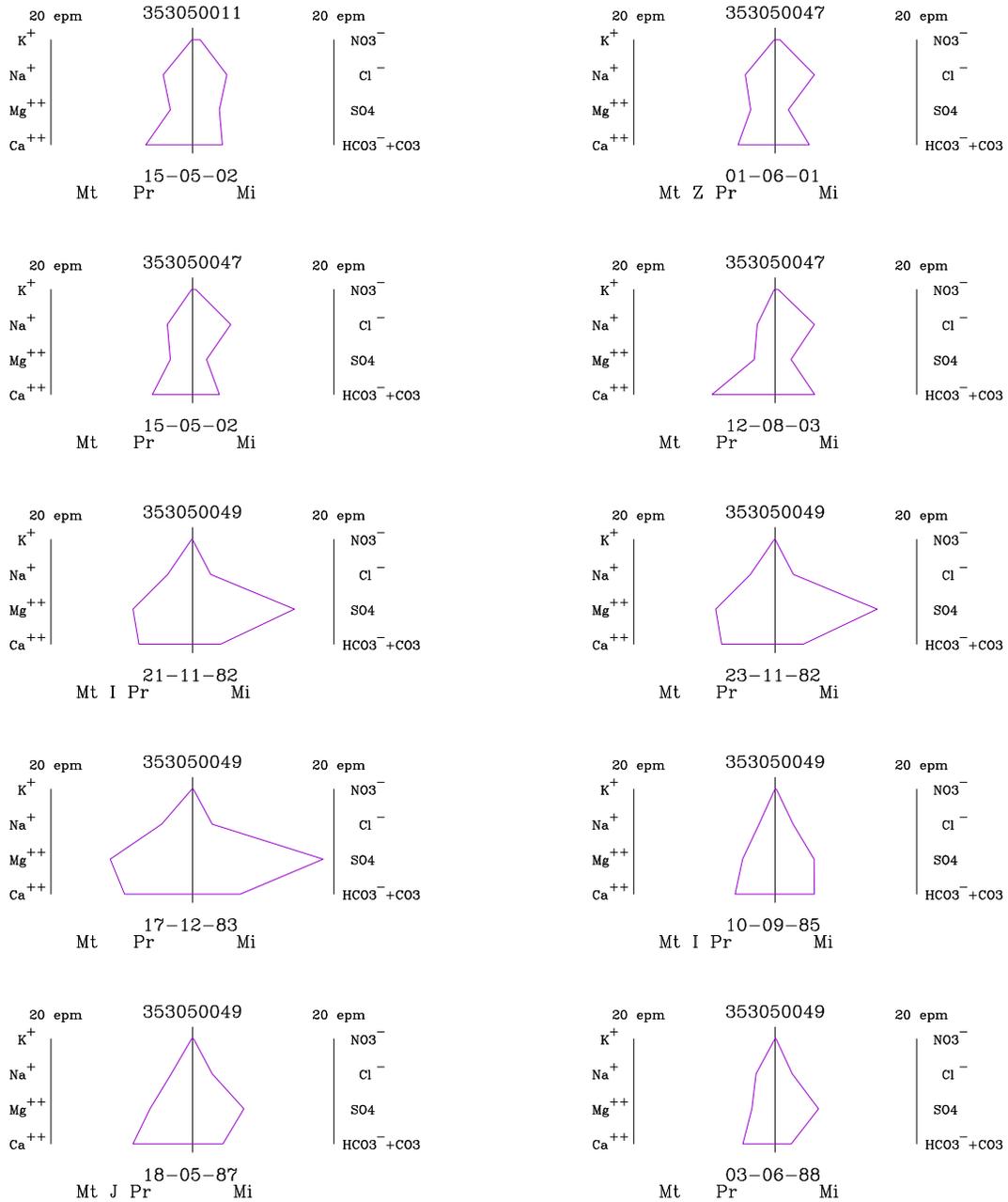


- 353110032 02-07-82
- 353110032 18-05-02
- △ 353110032 12-06-03

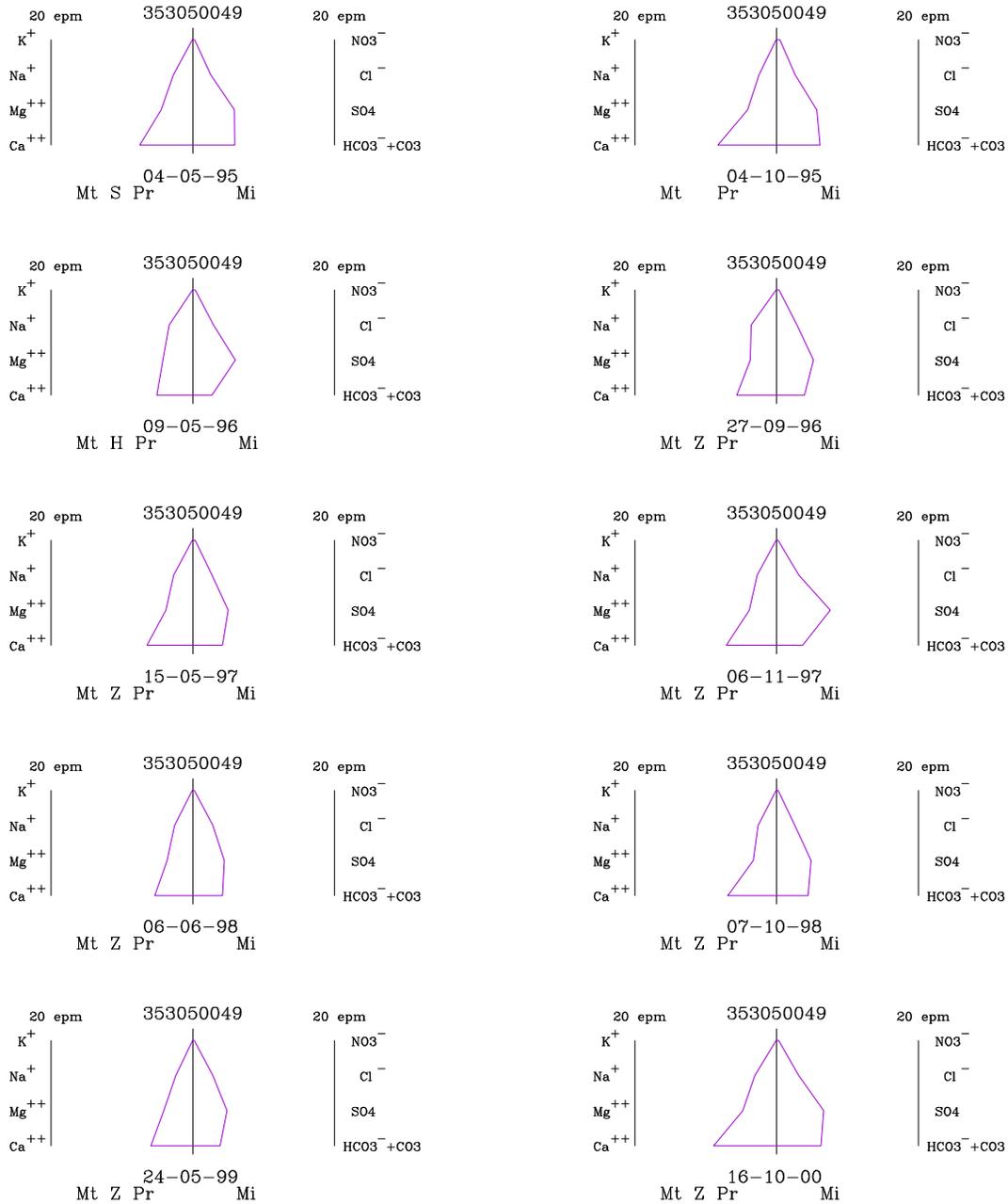


## **Anexo IV**

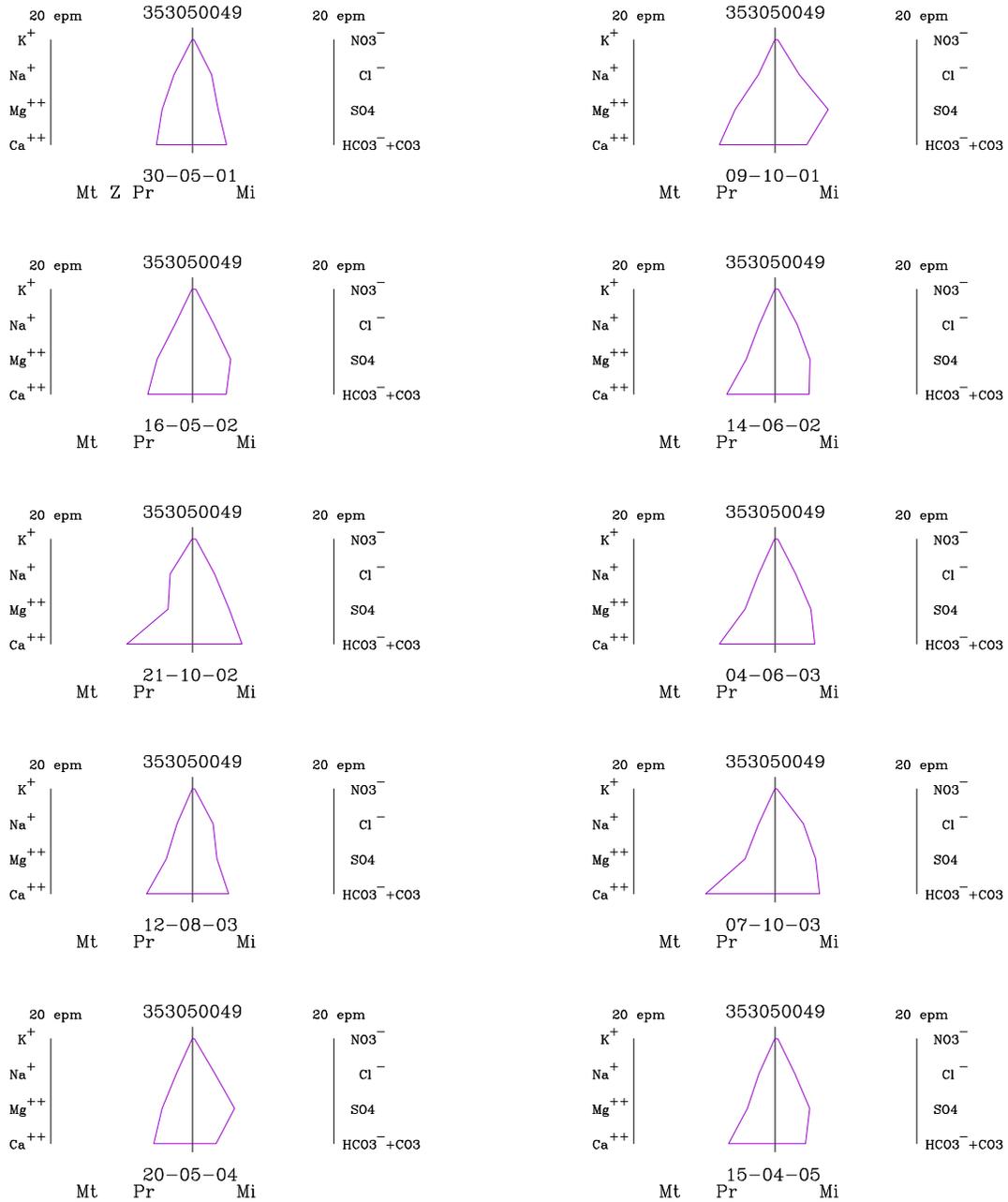
### **Diagramas de Stiff**



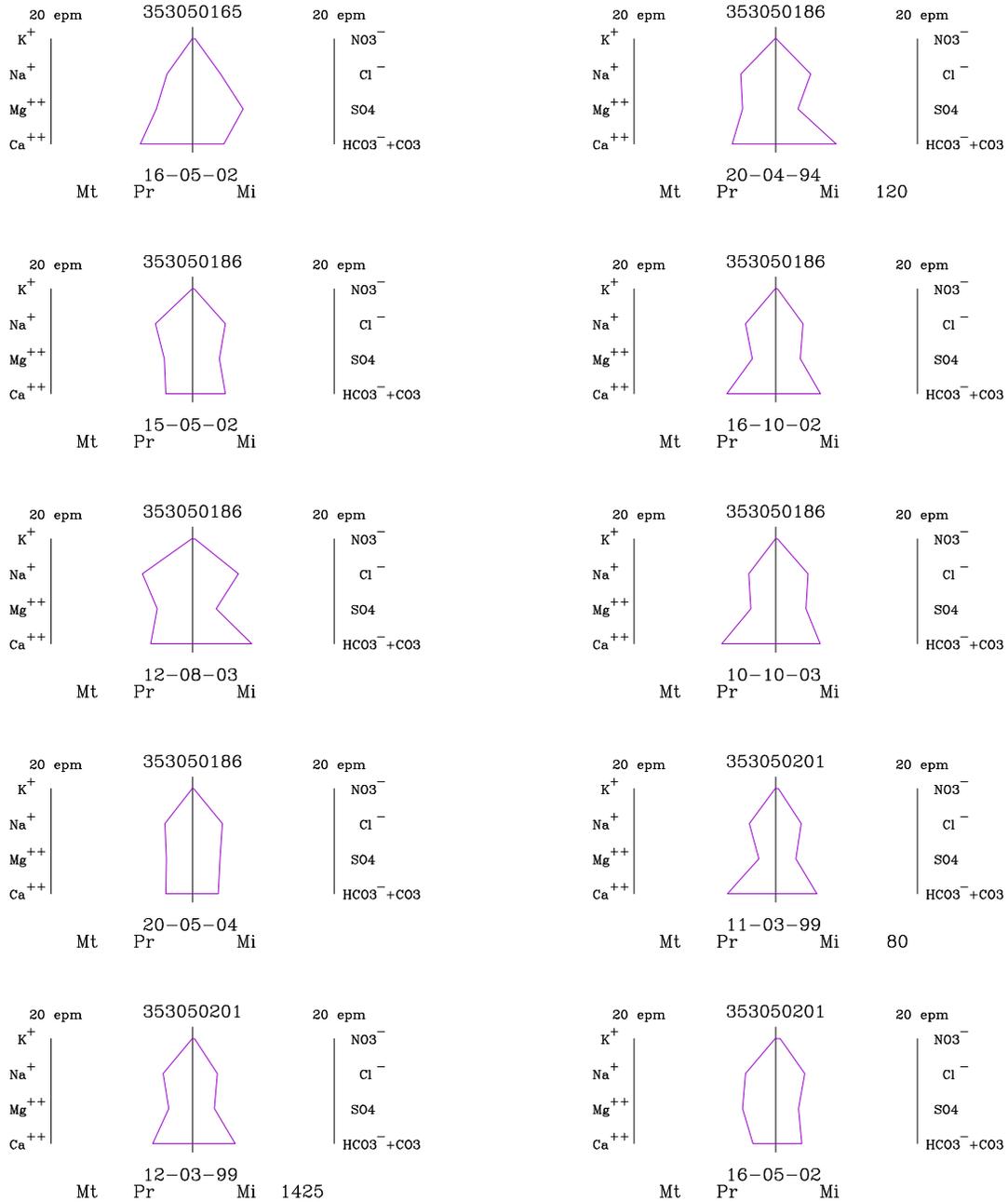
Diagramas de Stiff. Hoja n'umero 1



Diagramas de Stiff. Hoja n'umero 2

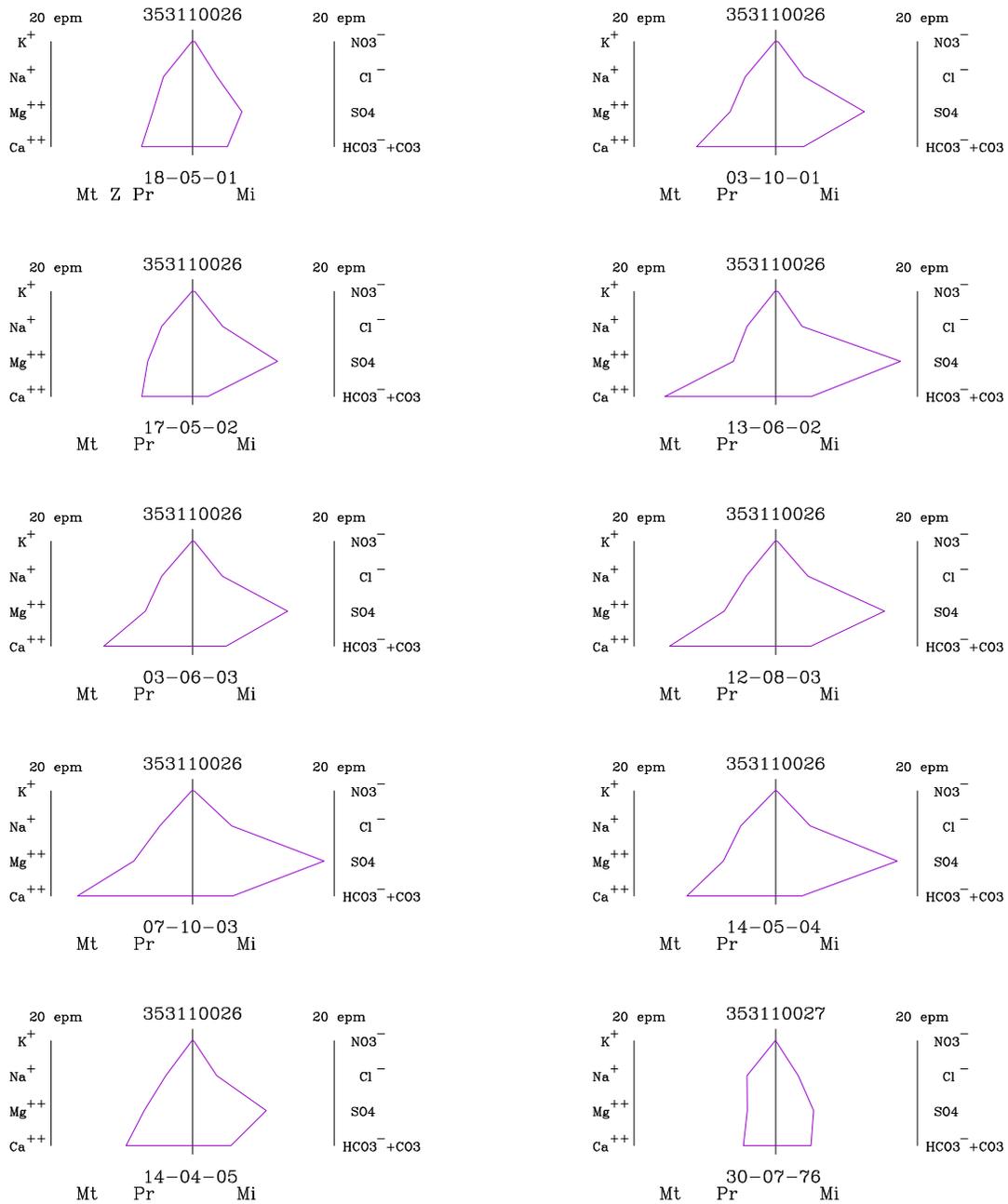


Diagramas de Stiff. Hoja número 3

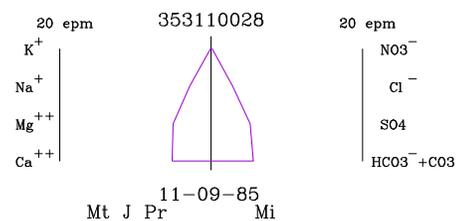
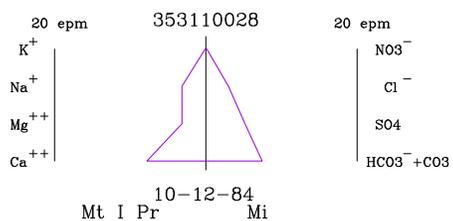
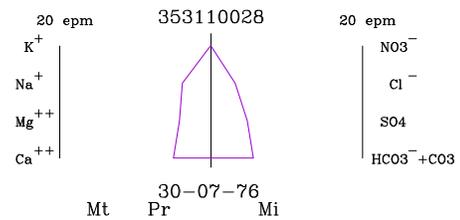
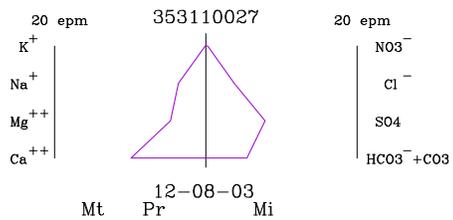
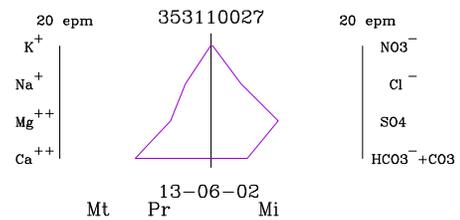
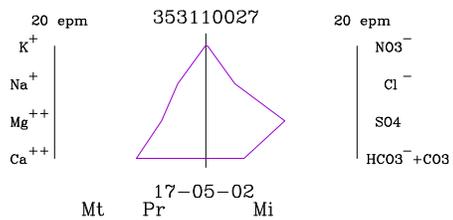
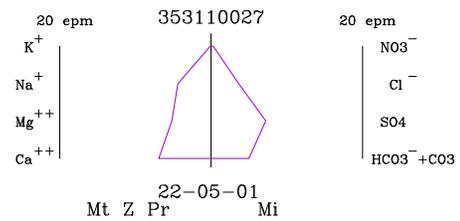
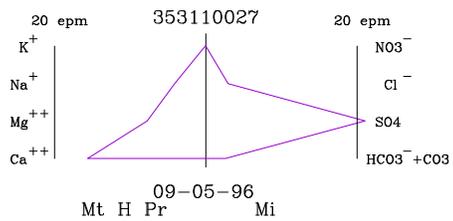
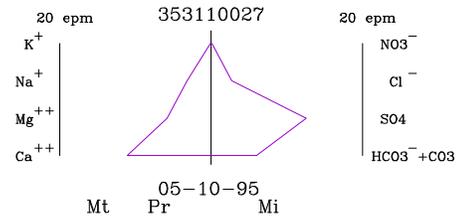
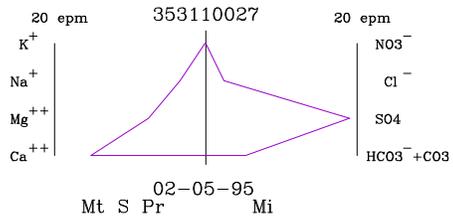


Diagramas de Stiff. Hoja número 4

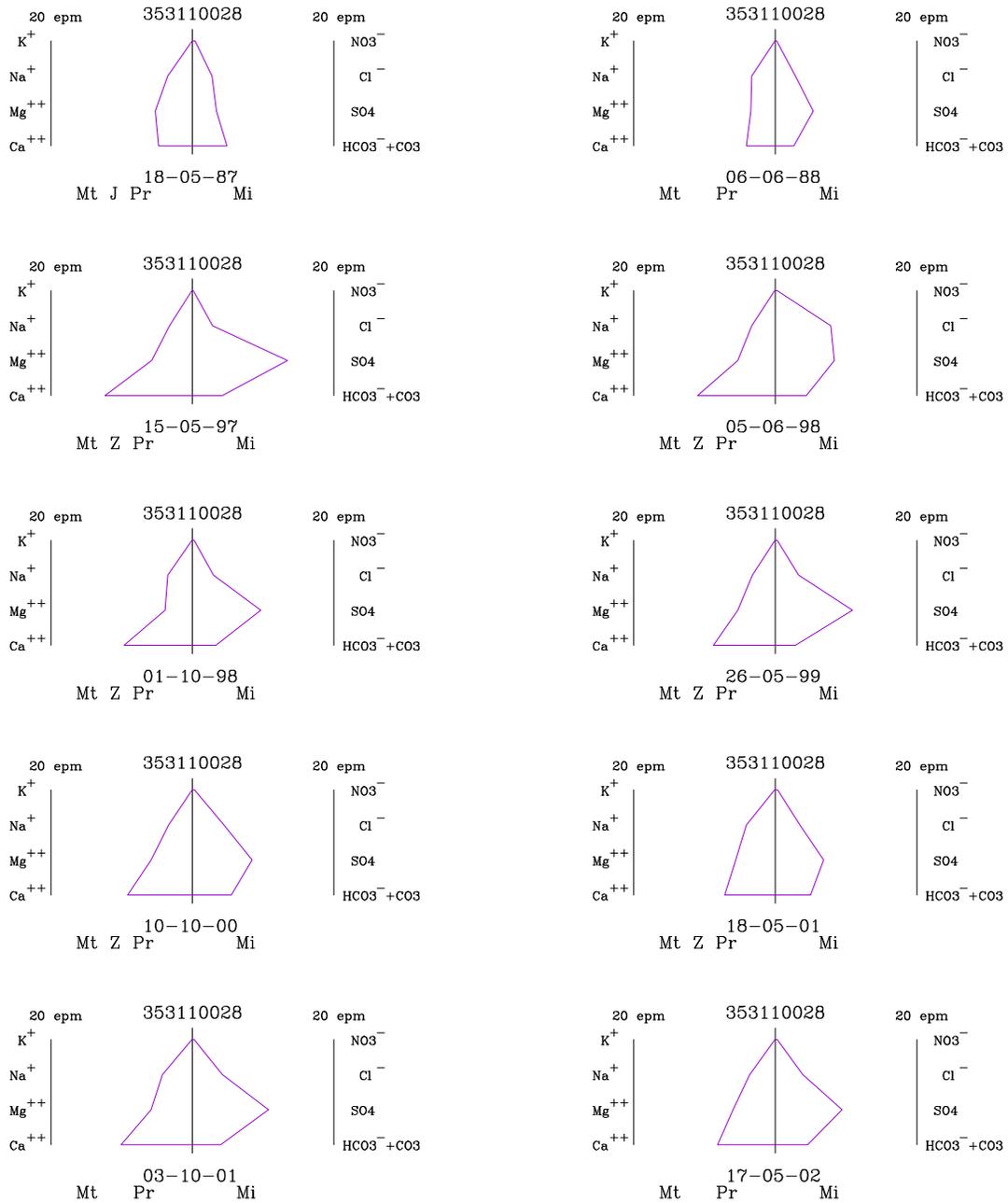




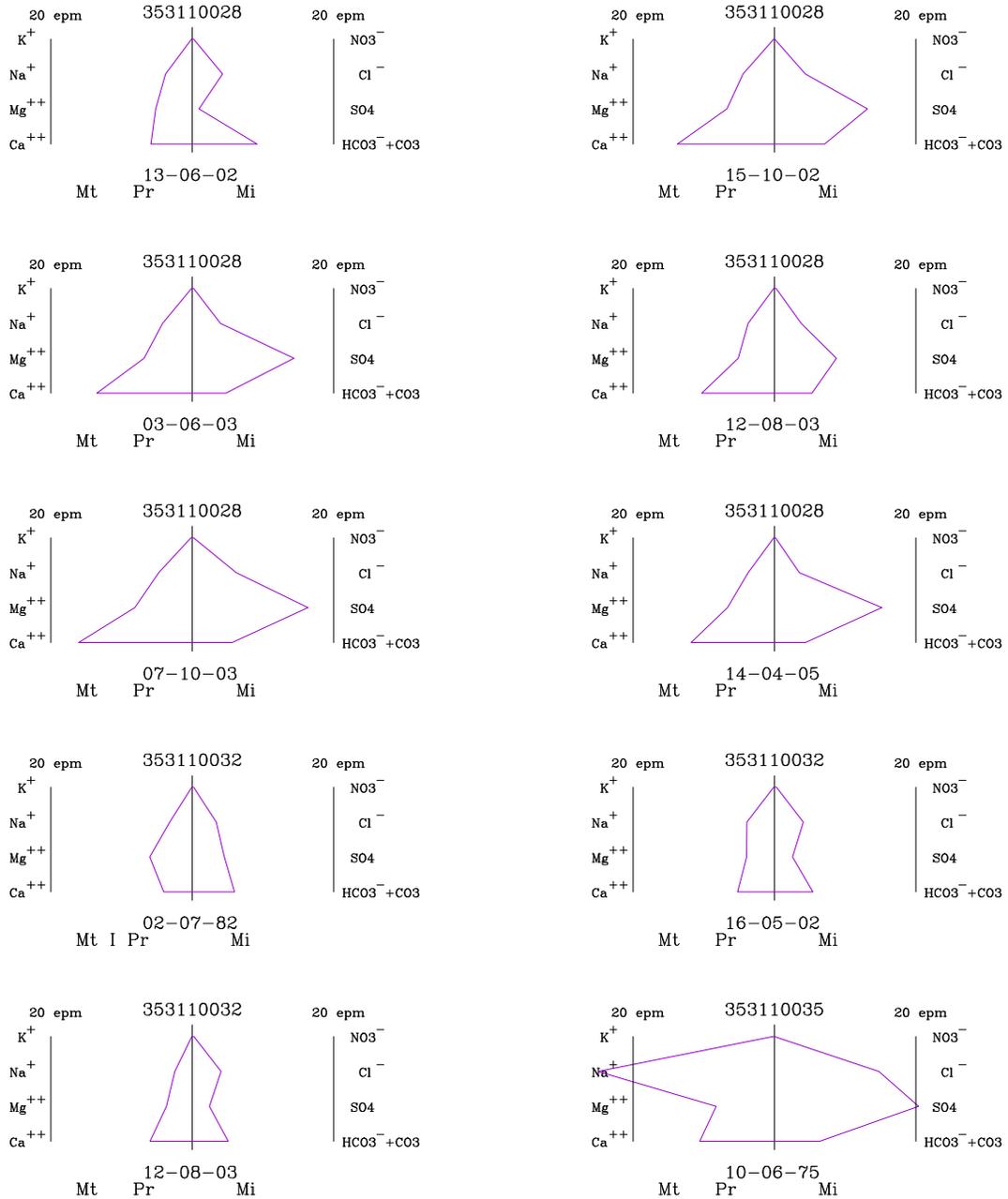
Diagramas de Stiff. Hoja número 6



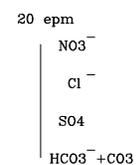
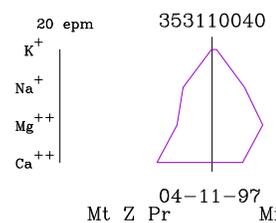
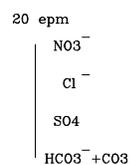
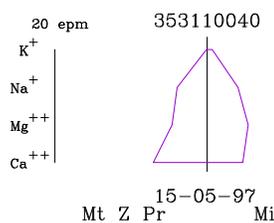
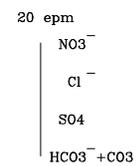
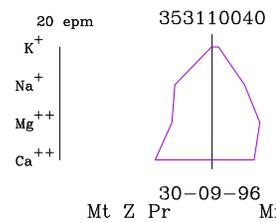
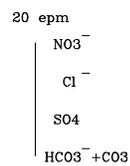
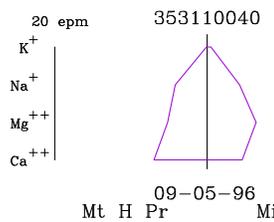
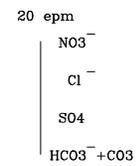
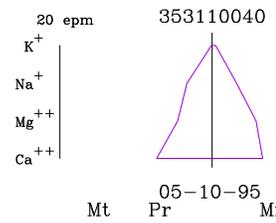
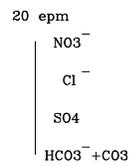
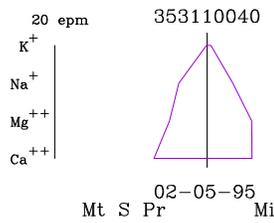
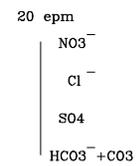
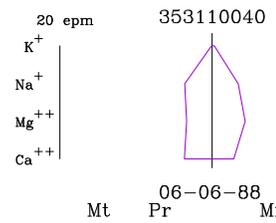
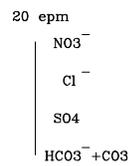
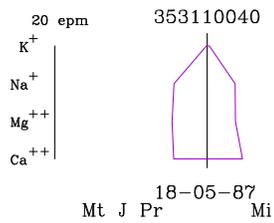
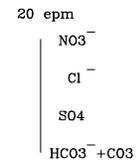
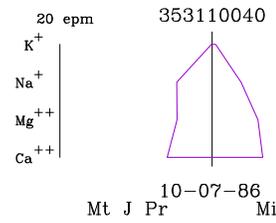
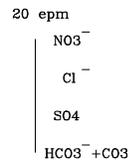
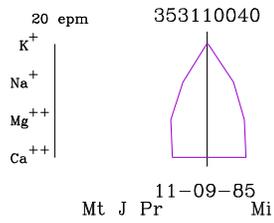
Diagramas de Stiff. Hoja n'umero 7



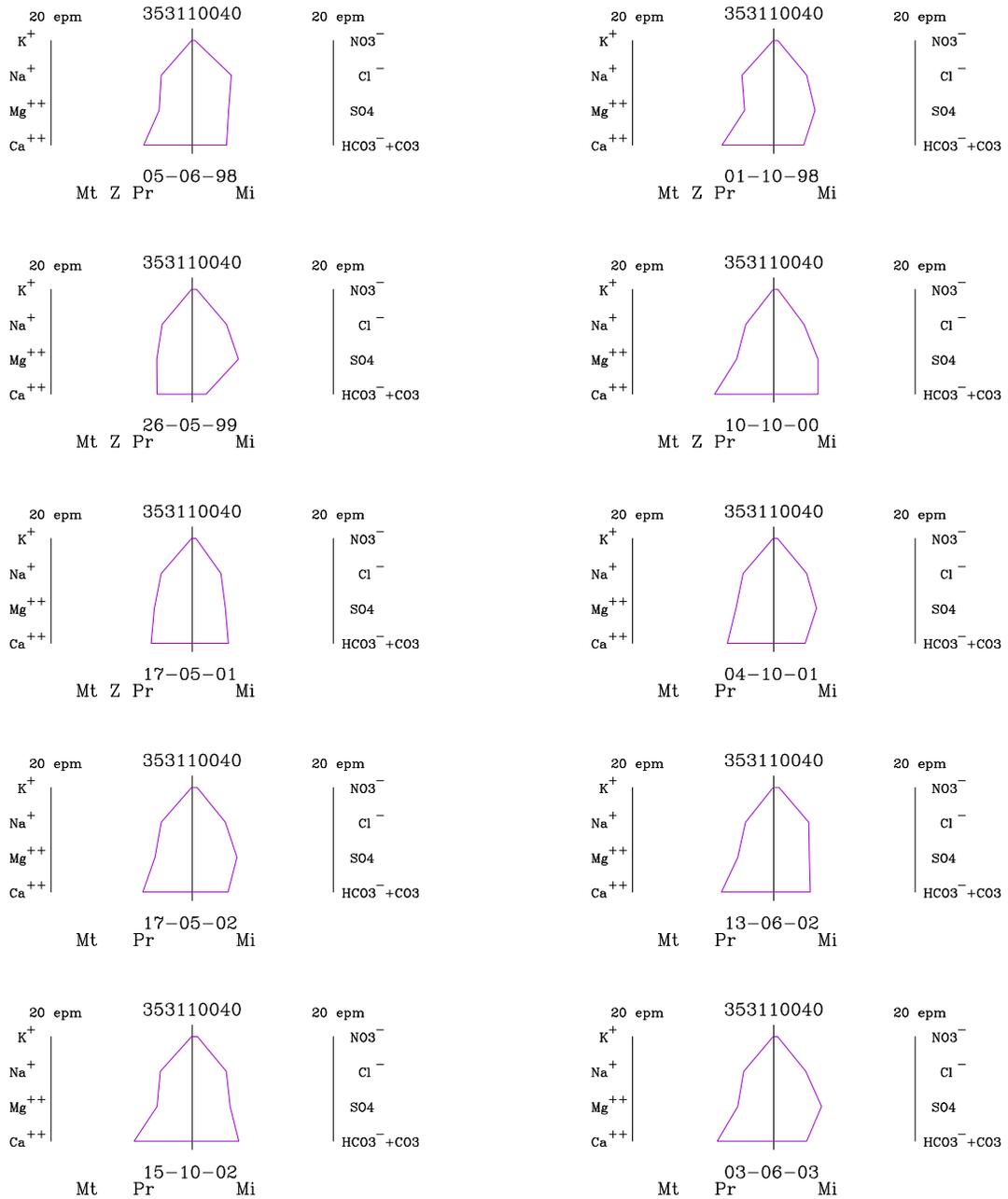
Diagramas de Stiff. Hoja número 8



Diagramas de Stiff. Hoja n'umero 9

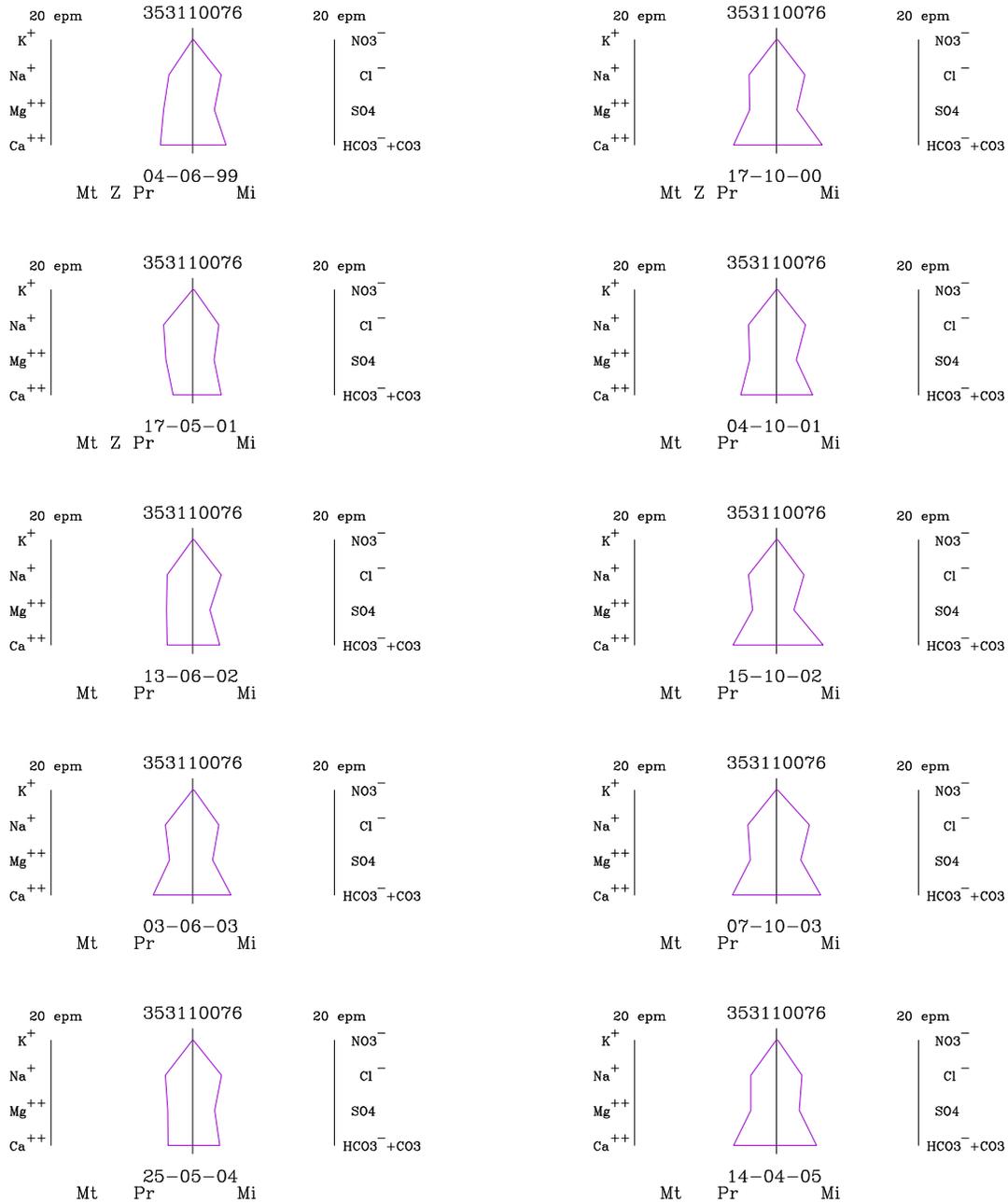


Diagramas de Stiff. Hoja número 10

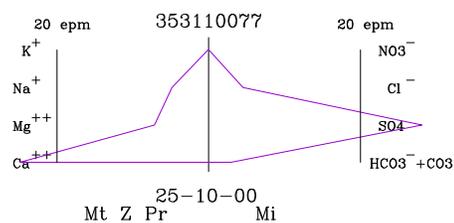
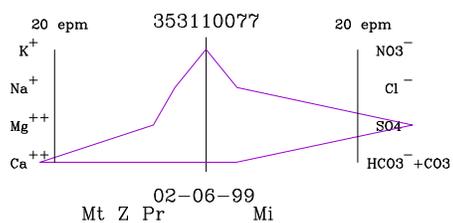
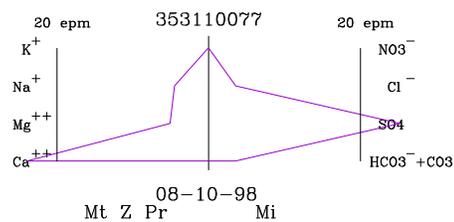
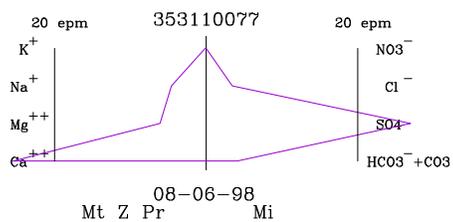
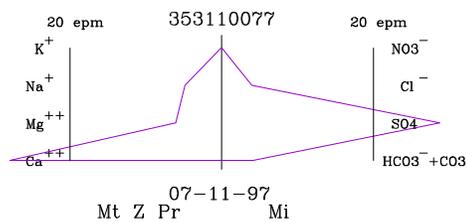
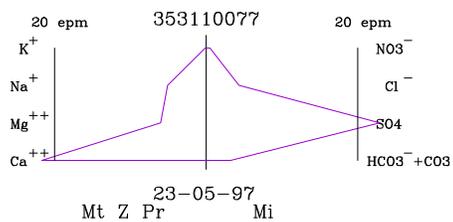
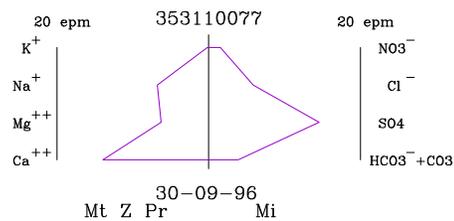
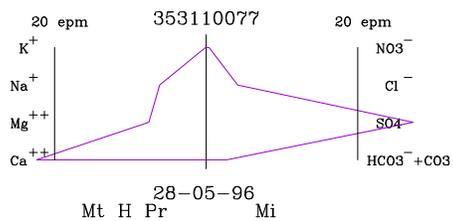
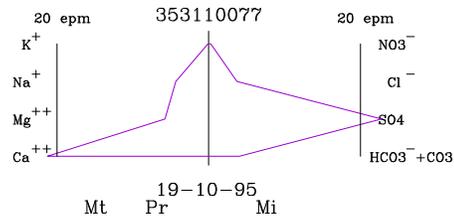
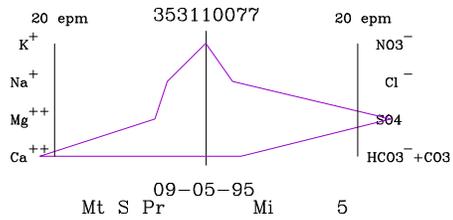


Diagramas de Stiff. Hoja número 11





Diagramas de Stiff. Hoja número 13



Diagramas de Stiff. Hoja número 14

