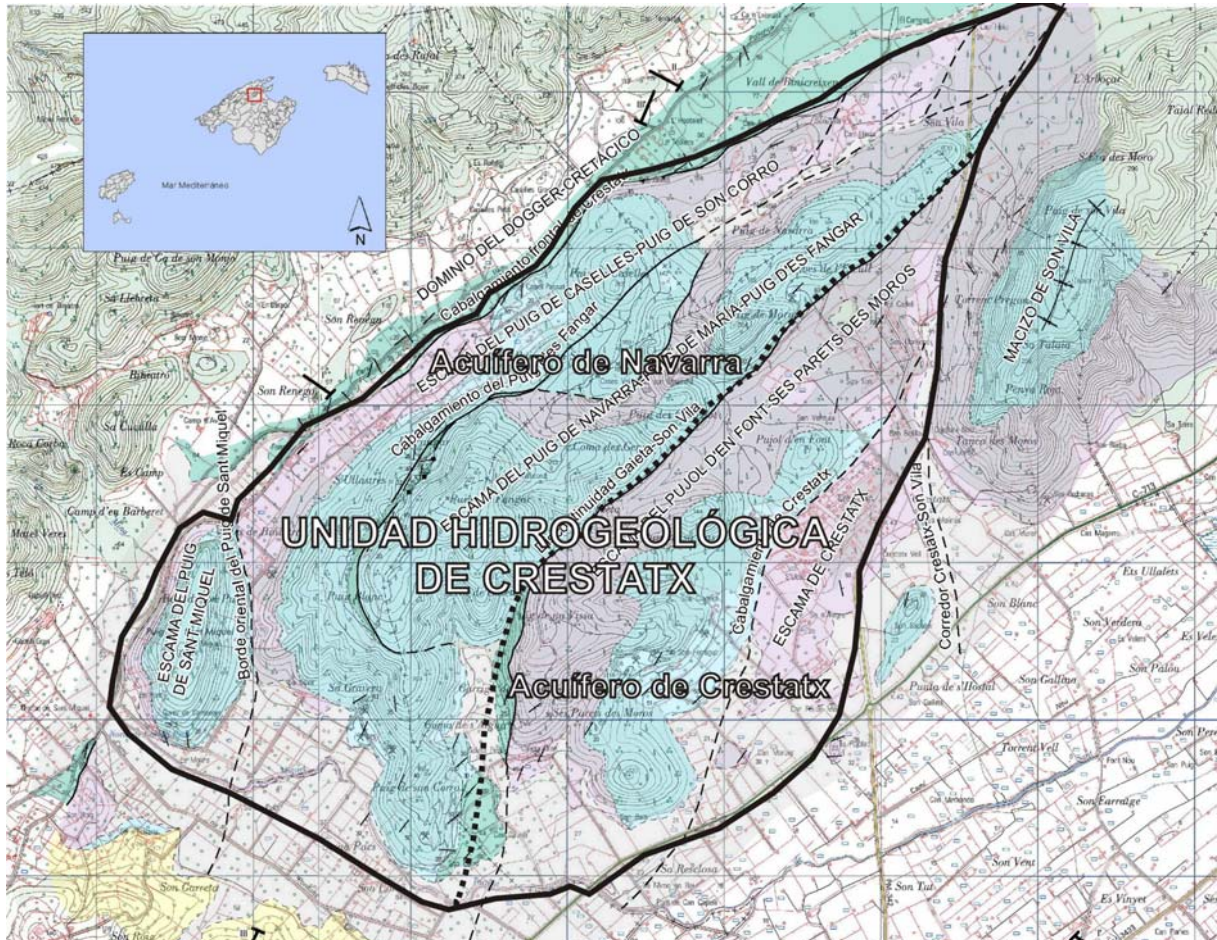


ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD CUATRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE EL IGME Y EL GOBIERNO BALEAR SOBRE INVESTIGACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS



ESTABLECIMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)

SEPTIEMBRE 2008

Este informe ha sido elaborado dentro del Convenio de colaboración suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y el Gobierno Balear, para el estudio de las aguas subterráneas en el archipiélago balear cuyo seguimiento administrativo realizan D^a Rosa María Mateos (IGME) y D. Alfredo Barón (Gobierno Balear). El informe se integra dentro del proyecto titulado "ACTUACIONES DE USO CONJUNTO Y RECARGA ARTIFICIAL ENCAMINADAS A MEJORAR LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y EL USO SOSTENIBLE DE LOS ACUÍFEROS LIGADOS A LA ARTERIA TRANSVERSAL DE LA ISLA DE MALLORCA". Los trabajos realizados han sido dirigidos por D. José Antonio de la Orden (IGME) y D. José Manuel Murillo Díaz (IGME).

La elaboración del informe ha corrido a cargo de D. Óscar Blasco, de la empresa EPTISA, bajo la forma de asistencia técnica titulada "Propuesta para el desarrollo de la actividad cuatro del convenio específico entre el IGME y el Gobierno Balear sobre investigación en aguas subterráneas" (nº CANOA 46.102.002) dirigida y supervisada por los directores de los trabajos, D. José Antonio de la Orden (IGME) y D. José Manuel Murillo Díaz (IGME).



INFORME	Identificación: H6/002/2011
	Fecha: Mayo 2011
TÍTULO ESTABLECIMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)	
PROYECTO ACTUACIONES DE USO CONJUNTO Y RECARGA ARTIFICIAL ENCAMINADAS A MEJORAR LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y EL USO SOSTENIBLE DE LOS ACUÍFEROS LIGADOS A LA ARTERIA TRANSVERSAL DE LA ISLA DE MALLORCA. CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE EL IGME Y EL GOBIERNO BALEAR	
RESUMEN Como paso previo a la modelación matemática del flujo subterráneo en el acuífero de Crestatx, se ha elaborado un modelo conceptual del mismo. El informe incluye un estudio detallado de las características geológicas de la unidad, en el que se concluye que existen dos masas de agua subterránea dentro de la misma sin conexión hidráulica entre ellas. Se propone un modelo de funcionamiento hidrogeológico de la masa de agua subterránea, teniendo en cuenta las indefiniciones que aún persisten sobre los límites físicos al sur, suroeste y sureste de la unidad, en su contacto con el Llano de Inca-Sa Pobla, y la extensión de la unidad de Crestatx bajo el mismo.	
Revisión Nombre: José Antonio de la Orden Unidad: Dep. Investigación y Prospectiva Geocientífica Fecha: Diciembre 2009	Autores: EPTISA Responsable: José Antonio de la Orden José Manuel Murillo Díaz

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	1.1. ANTECEDENTES	1
	1.2. OBJETIVO	1
2.	REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN EXISTENTE	2
3.	ÁMBITO DEL ESTUDIO Y NOMENCLATURA	6
4.	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMÉTRICA.....	7
	4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y RASGOS FISIAGRÁFICOS	7
	4.2. MARCO GEOLÓGICO.....	8
	4.2.1. Las Cordilleras Béticas	8
	4.2.2. Las islas Baleares.....	10
	4.2.3. Mallorca	10
	4.3. LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA DE CRESTATX Y ZONAS LIMÍTROFES.....	12
	4.3.1. Triásico superior (Keuper) (TK).....	13
	4.3.2. Triásico superior – Jurásico inferior (1)	13
	4.3.3. Lías-Dogger (2).....	16
	4.3.4. Dogger – Cretácico inferior (3)	17
	4.3.5. Mioceno: calizas arrecifales (4).....	19
	4.3.6. Plioceno: conglomerados (5).....	20
	4.3.7. Plioceno: calcarenitas (6).....	20
	4.3.8. Cuaternario (7)	20
	4.4. ESTRUCTURA DEL ÁREA DE CRESTATX Y ZONAS LIMÍTROFES.....	21
	4.4.1. Antecedentes	21
	4.4.2. Interpretaciones previas	22
	4.4.3. Las estructuras observadas en este Estudio.....	25
	4.4.4. Las estructuras deducidas	26
	4.4.5. Interpretación realizada en este Estudio	27
	4.4.6. Relación entre el macizo de Crestatx y el Llano de Inca-Sa Pobra.....	29

5.	INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	30
5.1.	POZOS DE EXPLOTACIÓN DE ACASA EN CRESTATX	30
5.2.	POZOS DE ABASTECIMIENTO A CAMPANET	33
5.3.	FUENTES Y MANANTIALES	33
5.4.	POZOS DE EXPLOTACIÓN DE ACASA EN SON BARBAS'HORT DES MORO	35
6.	PIEZOMETRÍA	36
6.1.	RED DE CONTROL	36
6.2.	ISOPIEZAS	38
7.	HIDROQUÍMICA.....	41
8.	BALANCE HÍDRICO Y RECARGA NATURAL	43
9.	MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO	44
9.1.	ACUÍFERO DE NAVARRA.....	44
9.1.1.	Definición.....	44
9.1.2.	Carácter de los límites.....	45
9.1.3.	Recarga, descarga y circulación	45
9.1.4.	Explotación.....	46
9.2.	ACUÍFERO DE CRESTATX	46
9.2.1.	Definición.....	46
9.2.2.	Carácter de los límites.....	46
9.2.3.	Recarga, descarga y circulación	46
9.2.4.	Explotación.....	47
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ámbito del estudio.....	6
Figura 2. Mapa y cortes geológicos	14
Figura 3. Inventario de puntos de agua	31
Figura 4. Evoluciones piezométricas	37
Figura 5. Isopiezas representativas	40
Figura 6. Evolución del contenido en cloruros	42
Figura 7. Evolución del contenido en nitratos	42

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Testigos de los pozos de abastecimiento de Crestatx	30
Foto 2. Pozo de abastecimiento en Crestatx	33
Foto 3. Chimenea de acceso a las galerías.....	34
Foto 4. Interior de la chimenea y de la galería.....	34
Foto 5. Cantera de Campanet.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Tabla resumen del inventario de puntos de agua
Anexo 2.	Medidas piezométricas

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y el Govern Balear vienen suscribiendo convenios técnicos de colaboración desde hace más de 10 años, actuando en los mismos el IGME como organismo asesor y experto en materia de aguas subterráneas.

En el Acuerdo Específico de cooperación de los años 2005, 2006, 2007 y 2008 el IGME se incluye la ACTIVIDAD NÚMERO 4 denominada “ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DEL MODELO MATEMÁTICO DE FLUJO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX MEDIANTE LA EVALUACIÓN Y MODULACIÓN DE SU RECARGA NATURAL A ESCALA DIARIA”, en la que se contempla la realización de las siguientes fases: modelo conceptual, modelo de simulación, proceso de ajuste y proceso de simulación.

La presente asistencia técnica, que aborda la realización de la primera fase de la ACTIVIDAD 4 del acuerdo específico citado anteriormente, está contemplada en el Proyecto titulado “Actuaciones de uso conjunto y recarga artificial encaminadas a mejorar la gestión medioambiental y el uso sostenible de los acuíferos ligados a la arteria transversal de la isla de Mallorca”, aprobado por el Director General del IGME con fecha 13 de enero de 2006 y número de CANOA 46.102.

1.2. OBJETIVO

El objetivo de la presente asistencia técnica es la obtención de una serie de datos geológicos, geométricos e hidrogeológicos que permitan definir el modelo conceptual de funcionamiento del acuífero de Crestatx, tanto en lo que respecta a sus afloramientos superficiales como a las formaciones profundas que se extienden bajo la unidad hidrogeológica del Llano de Inca-Sa Pobla y el resto de unidades colindantes, como paso previo a su modelado numérico.

2. REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN EXISTENTE

Hasta la realización del presente estudio son varios los documentos que han tratado aspectos relacionados, directa o indirectamente, con la hidrogeología de la unidad de Crestatx.

Mientras que, en general, sobre el diagnóstico de la situación actual del acuífero, su evolución temporal y las causas que la han provocado existe coincidencia en todos los documentos consultados, no ocurre lo mismo con respecto a la propia identificación, caracterización y denominación de lo que se puede considerar *acuífero* o *unidad* de Crestatx así como de las subdivisiones o subunidades que de él pueden establecerse. Por este motivo, en los comentarios de los documentos consultados se hará especial hincapié en este aspecto.

Por orden cronológico ascendente los documentos consultados han sido los siguientes:

Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Inca, hoja 671. Serie MAGNA (ITGE, 1991)

Establece una estructura relativamente sencilla para la unidad de Crestatx, con un cabalgamiento frontal principal al NO. El conjunto de la escama de Crestatx estaría, a su vez, afectado por fallas inversas de bajo ángulo a través de las que se inyectarían materiales plásticos del Keuper.

La estructura geológica de la mitad occidental de la isla de Mallorca. Tesis doctoral (Gelabert, 1998)

En la zona de Crestatx se identifican 3 escamas cabalgantes principales: **Puig de María-Puig d'es Fangar** (o Navarra), **Crestatx** y **Puig de Son Vila**. Al O se sitúa la pequeña escama de San Miguel.

Caracterización hidrogeológica del Acuífero de Crestatx (Sa Pobla, Mallorca). Estudio previo (DGRH, 2004)

Se mantienen las 3 escamas cabalgantes principales del documento anterior. Según la interpretación piezométrica realizada, funcionan independientemente unas de otras.

Aplicación de la recarga con aguas procedentes de las Fonts Ufanes de Gabelli (Mallorca) (IGME, 2004)

Se trata de un sencillo modelo de flujo para la escama o unidad de Crestatx, realizado con Modflow y paso de tiempo trimestral. El objetivo del estudio es analizar la viabilidad de las diferentes alternativas de recarga artificial y la consecuente gestión del acuífero.

El periodo de calibración del modelo fue de 8 años (1996-2003), y se simularon varias hipótesis de bombeo para 22 años adicionales.

Los datos más importantes considerados por el modelo son:

- Superficie (Acuífero de Crestatx): 14 km²
- Recarga: 30% de la precipitación
- Extracción abastecimiento urbano: 1-1.5 hm³/a

El balance para régimen permanente aportado por el modelo es el siguiente:

- Recarga: 0.91 hm³/a
- Salidas al Llano de Inca: 0.86 hm³/a
- Salidas por galerías: 0.05 hm³/a

Los parámetros del acuífero se ajustaron a una porosidad del 1% y una permeabilidad general de 0.5 m/d y de 2 m/d para la zona circundante a la zona karstificada.

Campaña de AMT en Crestatx (Mallorca) (IGME-Universidad de Baleares, 2005)

Recoge los resultados de una campaña de medidas geofísicas efectuadas con el Método Audiomagnetoteléxico (AMT) que tuvo por objeto la determinación de la potencia de las calizas mesozoicas y la topografía del basamento triásico (Keuper) en la zona de Crestatx. Este informe fue básico para la interpretación geológica que se efectuó en el posterior documento.

Cartografía geológica de la zona de Crestatx (Mallorca). Interpretación geológica e hidrogeológica de datos geofísicos (Técnica magneto-telúrica) (Gelabert,, 2006)

Consiste en una revisión de la cartografía geológica de la zona con los nuevos datos geofísicos. Los principales cambios en la definición de las escamas cabalgantes son los siguientes:

- La escama cabalgante de **Puig de María-Puig d'es Fangar** se divide en 2, al definir un cabalgamiento al NO de ambos picos y antes del cabalgamiento frontal de la Unidad, en el Camí Vell de Pollensa. Las 2 escamas nuevas se podrían denominar **Navarra-Caselles** (al NO) y **Puig de María-Puig d'es Fangar** (al SE). Por otro lado, también el cabalgamiento que limitaba al SE esta última escama se desplaza hacia atrás, haciendo que las dos escamas nuevas tengan más superficie, en conjunto, que la anteriormente definida.
- La antigua escama de **Crestatx** reduce su extensión, al desplazarse hacia el SE su cabalgamiento frontal.
- La escama de **Puig de Son Vila**, situada al E de la de Crestatx, permanece prácticamente igual.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se definen dos acuíferos, inferior y superior. El **acuífero inferior** está constituido por las dos escamas de **Navarra-Caselles** y **Puig de María-Puig d'es Fangar**, que se suponen comunicadas, y corresponde a la Unidad de Crestatx. El **acuífero superior** está constituido por las escamas de **Crestatx** y **Puig de Son Vila** (no queda claro si comunicadas entre si) e incluso parte del acuífero de Son Barba, no aclarándose tampoco si este acuífero superior es la Unidad de Son Barba (?). En superficie, el límite entre ambas escamas está definido por el cabalgamiento frontal de Crestatx, aunque en profundidad el acuífero inferior se ubica bajo el superior hacia el SE, de forma que una buena parte de los pozos de abastecimiento de la Unidad de Crestatx se emplazan en el acuífero superior (escama de Crestatx) aunque explotarían el acuífero inferior

Evaluación del balance hídrico y determinación de la recarga natural del Acuífero de Crestatx (Mallorca) (IGME, 2007)

En este informe se asume la caracterización hidrogeológica del documento anterior, asignándose una superficie de recarga al acuífero inferior de 8 km² y de 3.5 km² al superior.

Se aplica el programa Visual Balan para la estimación de la recarga, utilizándose datos diarios de la estación meteorológica de Campanet-Biniatró (B696) para un periodo de 41 años (1964-2005). Para la calibración del modelo se utilizaron datos de piezómetros influenciados por bombeos, sin que estos pudieran ser considerados en la versión de Visual Balan utilizada en aquel momento.

La superficie de la cuenca finalmente considerada en el estudio corresponde a la suma de las superficies de ambos acuíferos, es decir, 11.5 km².

Tras el correspondiente ajuste de parámetros, en el informe se considera que el modelo reproduce de forma adecuada el comportamiento del acuífero.

Los datos finales del balance hídrico son los siguientes:

- Precipitación media: 915 mm/a
- Recarga: 415 mm/a (45% de la precipitación)
- Esc. superficial: 119 mm/a
- Salida al Llano de Inca-Sa Pobla: 418 mm (4.8 hm³/a)

Para conseguir el ajuste del modelo se consideró una potencia de suelo edáfico de 50 cm, una reserva hídrica útil en el suelo de 100 mm, una porosidad del 0.4% y una transmisividad de 350 m²/d.

Control geológico de la intrusión marina en los acuíferos que abastecen a la Bahía de Alcudia, Norte de la Isla de Mallorca (Mateos et al., 2007)

En esta breve comunicación al TIAC'07 se presenta una síntesis de los datos proporcionados por los estudios más recientes sobre el acuífero de Crestatx:

- Se considera como acuífero de Crestatx el acuífero inferior de Gelabert (2006). El acuífero superior correspondería al acuífero de Son Barba, aunque la zona del emplazamiento de los pozos de abastecimiento se considera el límite entre ambos acuíferos.
- Superficie Ac. de Crestatx: 12 km²
- Precipitación media: 910 mm/a
- Recarga: 4.9 hm³/a (45% de la precipitación)
- Capacidad media: 12 hm³ (para una porosidad eficaz de 0.5%)
- Extracción abastecimiento: 1.5 hm³/a
- Descarga al Llano de Sa Pobla, y galerías (en aguas altas)
- Transmisividad: 20 m²/d (borde S) - 300-1000 m²/d (zona de explot.)
- Cono de bombeo de hasta 80 m.b.n.m.
- La concentración del ión cloruro nunca ha superado los 100 mg/l

Por lo que respecta a la codificación e identificación de Unidades Hidrogeológicas y Masas de Agua Subterránea que la Dirección General de Recursos Hídricos del Gobierno Balear ha efectuado en su ámbito de actuación y en uso de sus atribuciones hay que señalar que el acuífero de Crestatx, considerado en su conjunto, ha sido dividido entre 2 Unidades Hidrogeológicas y, como unidades de menor rango, entre 3 Masas de Agua Subterránea, de la siguiente manera:

- **U.H. 18.11 Llano Inca Sa Pobla**
 - *MASb 18.11-M4 Navarra*

Incluye los sectores central y meridional de la escama del Puig de María-Puig d'es Fangar, así como la escama de Sant Miquel, tal como se definen en DRGH (2004).
 - *MASb 18.11-M5 Crestatx*

Corresponde, básicamente, a la escama de Crestatx tal como se define en DRGH (2004).
- **U.H. 18.05 Almadrava**
 - *MASb 18.05-M3 L'Arboçar*

Esta masa incorpora el sector septentrional de la escama del Puig de María-Puig d'es Fangar.

3. ÁMBITO DEL ESTUDIO Y NOMENCLATURA

De la lectura del capítulo anterior se hace evidente la existencia de un problema de nomenclatura y jerarquización con las que los diferentes organismos oficiales y autores han venido refiriéndose a las *entidades hidrogeológicas* que han podido establecer al considerar el *acuífero o unidad hidrogeológica* de Crestatx. Desde el punto de vista expositivo del presente documento se ha adoptado la siguiente jerarquización de entidades geológicas e hidrogeológicas:

- El ámbito del estudio, definido por los materiales permeables de carácter carbonatado que se encuentran limitados geográficamente por la carretera MA-2200 que une Sa Pobla y Pollensa al E, la autopista Palma-Sa Pobla y el torrente de San Miguel, al S, y el Camino Viejo de Pollensa al O y N, se ha denominado **Unidad Hidrogeológica de Crestatx**.
- Como se verá más adelante, dentro de la Unidad Hidrogeológica de Crestatx se han identificado en el presente documento dos acuíferos con funcionamiento hidrogeológico diferenciado: el **Acuífero de Navarra** y el **Acuífero de Crestatx**.
- Cada uno de los acuíferos identificados están constituidos por materiales permeables pertenecientes a varias **escamas** tectónicas cabalgantes, cuya identificación y denominación se efectuará en el capítulo dedicado a la geología.

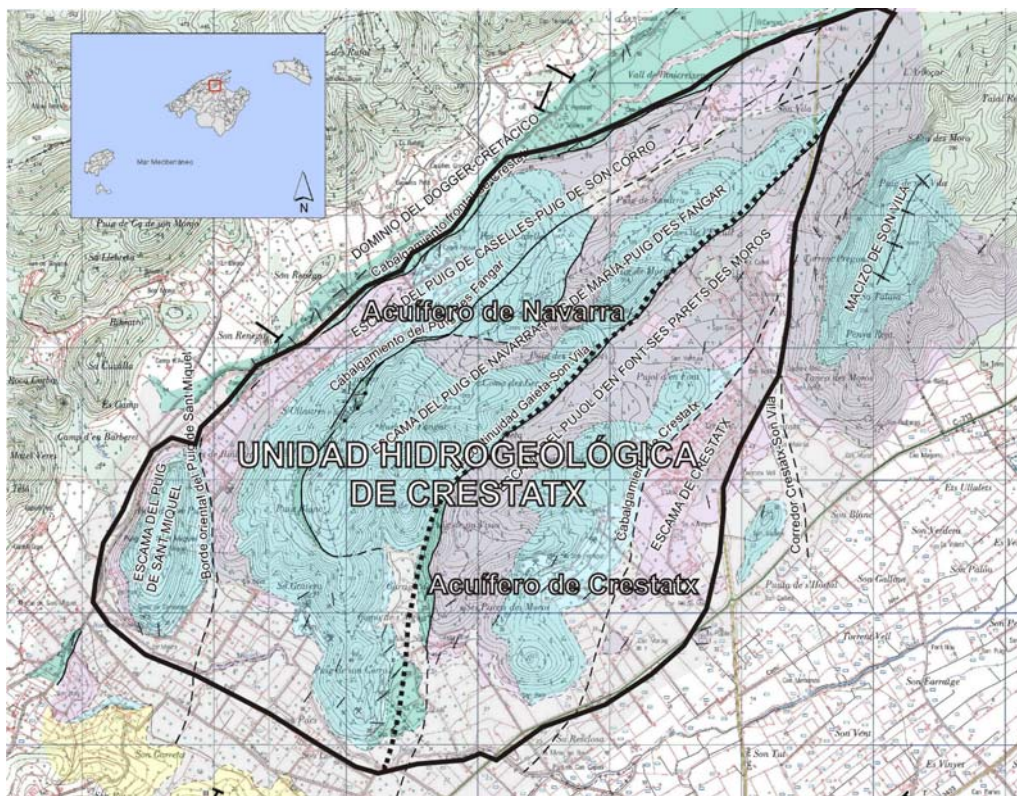


Figura 1. Ámbito del estudio

4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMÉTRICA

4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y RASGOS FISIOGRÁFICOS

El área de estudio se localiza en la parte septentrional de la isla de Mallorca, entre las poblaciones de Pollensa y Sa Pobla.

Desde el punto de vista orográfico, corresponde a una zona moderadamente montañosa, alargada NE-SO, de unos 8 km de longitud y 2.5 km de anchura, subparalela a la Sierra de la Tramuntana. En esta zona montañosa, que es prolongación del litoral rocoso que separa las bahías de Pollensa y de Alcudia, pueden distinguirse dos conjuntos de relieve principales:

El área nororiental, culminante en el Puig de Son Vila (327 m.s.n.m.).

El área suroccidental (área de Crestatx, zona de estudio propiamente dicha) con cotas culminantes de 188 m.s.n.m. (Puig de Navarra), 234 m.s.n.m. (Puig de Maria), 327 m.s.n.m. (Puig des Fangar) y 191 m.s.n.m. (Puig de Sant Miquel), nombrados de noreste a suroeste.

El área de Crestatx aparece delimitada por las siguientes zonas bajas:

Al norte y noroeste, por una depresión de dirección NE-SO, de unos 0.5 – 1.3 km de anchura y 50-100 m.s.n.m. de altura máxima (Valle de Binicreixenç, al noreste y de Son Renegó – Camp d'en Barberet, al suroeste). Esta depresión separa fisiográficamente la zona montañosa de Crestatx de la Sierra de Tramuntana.

Al suroeste, por otro valle o depresión, de unos 30-50 m.s.n.m. de altitud, y más allá, las lomas donde se encuentra la población de Campanet (134 y 146 m.s.n.m.).

Al sur y sureste, por el llano de Sa Pobla, a cotas variables entre 10 y 30 m.s.n.m., y que enlaza con la bahía de Alcudia, distante unos 7 km al ENE.

Al este y noreste, por un estrecho corredor que, con cotas variables entre 30 y 75 m.s.n.m., le separa del área montañosa limítrofe de Son Vila.

En el área de estudio, las zonas montañas aparecen variablemente recubiertas por pinares discontinuos y su cortejo de matorral mediterráneo, entre los que pueden destacar más o menos importantes afloramientos rocosos (calizo-dolomíticos). Por el contrario, en las zonas deprimidas, la naturaleza blanda de los materiales ha propiciado la instalación de cultivos.

Las áreas montañas son terrenos particulares y están a veces urbanizadas en sus bordes, circunstancias que han derivado en el vallado de las mismas y, por tanto, en su difícil acceso.

La red hidrográfica (de marcado régimen estacional mediterráneo y de tipo rambla) contornea, según estas depresiones, el macizo de Crestatx. En la depresión localizada al norte-noroeste se encuentra una divisoria local que determina que una parte minoritaria de la red fluya hacia el noreste (por el Vall

de Binicreixenç, al principio, y después mediante el Torrent de Can Xanet) hacia la bahía de Pollensa. Sin embargo, la mayor parte de la misma es vertiente a la bahía de Alcudia: al principio, en la depresión de Son Renegó – Camp d'en Berberet fluye hacia el suroeste, recibiendo aguas de la vertiente sur de la Sierra Tramuntana (Torrents de Massana, Mina, Costurer y Carrós), después toma sentido hacia el sureste (entre Crestatx y las lomas de Campanet), recibiendo ya el nombre de Torrent de Sant Miquel, y finalmente, en el llano de Sa Pobla se dirige hacia el este, hacia la bahía de Alcudia, después de confluir con el Torrent Búger, procedente del suroeste, de los alrededores de Inca.

Hay que indicar que en la zona de Camp d'en Berberet, junto a la salida del Torrent Costurer, y cerca de donde el desagüe cambia de dirección suroeste a dirección sureste, se localiza un conjunto de importantes surgencias kársticas (Ses Fonts Ufanes), que suponen una muy importante aportación hídrica al, desde aquí y hasta el mar denominado, Torrent Sant Miquel. Además, Ses Fonts Ufanes y también las Cuevas de Campanet, localizadas en el extremo suroccidental del macizo de Crestatx (y concretamente del de Puig de Sant Miquel) suponen las dos más importantes atracciones turísticas de la zona.

En cuanto a la red de comunicaciones, la carretera y autovía de Palma a Alcudia sigue el llano de Sa Pobla, pasando, por tanto, al sureste de Crestatx y de Son Vila. El corredor entre estos dos últimos macizos está surcado por la carretera a Pollensa. Por lo demás, el resto de depresiones está recorrido por caminos generalmente asfaltados.

4.2. MARCO GEOLÓGICO

4.2.1. Las Cordilleras Béticas

Las islas Baleares conforman estructuralmente la parte más nororiental de las Cordilleras Béticas, las cuales constituyen una unidad orográfico-estructural compleja y muy variada, que discurre con dirección ENE-OSO desde Baleares y provincia de Alicante, al noreste, hasta las provincias de Málaga y Cádiz, al suroeste. En la zona del Estrecho de Gibraltar, las estructuras béticas giran, cruzándolo con dirección N-S y continuándose, ya en Marruecos, con direcciones E-O (Cordillera del Rif), para finalizar en las proximidades de Melilla. Por todo ello, a toda esta gran estructura que rodea al mar de Alborán se le llama también Orógeno Bético-rifeño.

Las Cordilleras Béticas (y el Rif) se han subdividido en Zonas Externas e Internas, siendo su diferencia principal la no presencia de afloramientos de zócalo paleozoico, en las primeras, y la existencia de metamorfismo de edad Cretácico superior y Terciario en las segundas. Las Zonas Externas Béticas se localizan entre el antepaís bético (de oeste a este: Valle del Guadalquivir, zócalo hercínico y su cobertera tabular de la Meseta, y Cordillera Ibérica) y las Zonas Internas. Las Zonas Internas (constituidas por unidades tectónicas apiladas) se encuentran al sur de las anteriores,

circundando el mar de Alborán y el litoral murciano. Además, en las Cordilleras Béticas, existen otras unidades (Flyschs del Campo de Gibraltar y Complejos de la Dorsal y de la Predorsal), de posición paleogeográfica y tectónica discutidas, que se suelen localizar entre las Zonas Externas e Internas. Por último, la presencia de cuencas neógenas post-orogénicas y de rocas volcánicas neógenas a recientes, completan el marco geológico de las Cordilleras Béticas.

Para la mayor parte de los autores, mientras que las Zonas Internas conforman una placa intermedia entre la Ibérica y la de Alborán, las Zonas Externas representan la parte meridional de la primera, pudiendo distinguirse, dentro de éstas, los dominios Prebético y Subbético.

El Prebético constituye la parte más septentrional y nororiental de las Zonas Externas Béticas. Presenta formaciones mesozoicas de plataforma, generalmente carbonatadas y muy semejantes a las de la Cordillera Ibérica meridional, a la que pasan lateralmente. Ha sido subdividido, fundamentalmente, en Prebético Externo (Prebex) y Prebético Interno (Prebin), a partir de diferencias litoestratigráficas y tectónicas entre ambos, de las que las más importantes son la presencia de intercalaciones continentales y menor espesor de las series, así como menor grado de despegue tectónico en el Prebex. En el Prebex, el estilo tectónico (pliegues y fallas inversas) es similar al de la Cordillera Ibérica, aunque vergente al noroeste. En el Prebin aumenta el grado de deformación y acortamiento (cabalgamientos, generalmente, también vergentes al noroeste).

El Subbético está constituido por formaciones mesozoicas, a veces profundas y margosas, presentando, estructuralmente, notables desplazamientos y aloctonías (mantos de cabalgamiento), despegados a favor del nivel plástico que constituye el Keuper.

El Subbético alcanza gran desarrollo en el centro y oeste de las Cordilleras Béticas, donde ha sido subdividido en Externo, Medio e Interno (éste último, también denominado Penibético), cada uno de ellos con ciertas características litoestratigráficas propias, y localizados paleogeográficamente más cercanos o alejados, según el orden en que se han citado, del borde meridional ibérico. De estos tres dominios el Subbético Medio es el que presenta mayor espesor de las series y carácter más pelágico, además de contener rocas volcánicas básicas de edad jurásica. Por el contrario, los Subbéticos Externo e Interno presentan series frecuentemente más de plataforma, menos potentes y, a veces, condensadas. Hay que indicar que en la parte oriental de las Cordilleras Béticas, el Subbético presenta una anchura considerablemente menor, llegando casi a contactar el Prebético (Prebético de Alicante) con las Zonas Internas.

En la estructura general de las Cordilleras Béticas, los rasgos estructurales característicos de cada uno de los Dominios paleogeográficos descritos anteriormente se completan con la existencia de grandes acumulaciones de Trías plástico (Keuper), en las Zonas Externas, y de grandes fallas en dirección. Éstas son subparalelas a las alineaciones ENE-OSO de las Cordilleras y de funcionamiento dextral (Sistema de Desgarres Dextrales Béticas).

4.2.2. Las islas Baleares

El archipiélago balear constituye una prolongación orográfica y geológica de las Cordilleras Béticas de Alicante. Por su carácter de terminación final, entre los fondos marinos del norte (golfo de Valencia) y del sur (mar sur-balear), ha sido denominado, geológicamente, promontorio balear.

El golfo de Valencia es una gran estructura extensional, hundida, anegada por el Mediterráneo y desarrollada sobre la Cordillera Ibérica meridional, merced a la cual las Baleares han quedado, al menos visualmente, sin su antepaís al norte.

El mar sur-balear supone el inicio oriental del mar de Alborán, estructura también extensional pero probablemente creada en gran parte merced a la actuación del Sistema de Desgarres Dextrales Béticos (lo que origina, en sus confines más occidentales, el Arco de Gibraltar). Al sur de las Baleares existe un gran escarpe (falla Emile Baudot) que supone un límite abrupto con fondos oceánicos profundos, constituidos por corteza oceánica o continental muy adelgazada. Esta falla podría constituir un desgarre dextral importante, que habría transportado las Zonas Internas originalmente subbalears a regiones más occidentales (Murcia y sur de Alicante).

Mallorca e Ibiza presentan, litoestratigráfica y estructuralmente, afinidades con el Prebético Interno y con el Subbético Externo. Menorca es distinta, fundamentalmente por aflorar en su mitad norte y extensamente, el zócalo paleozoico. Algunos autores le han supuesto como un fragmento continental, originalmente emplazado (como también Córcega y Cerdeña) junto a los Catalánides y que habría derivado hasta su posición actual merced a la actuación de fallas en dirección NO-SE, dextrales. Otros, por el contrario, suponen que es la continuación estructural de Mallorca.

4.2.3. Mallorca

En la isla de Mallorca se distinguen varias alineaciones montañosas, orientadas a grandes rasgos NE-SO, que, según una transversal de NO a SE, son: la Sierra de Tramuntana, las Sierras Centrales y la Sierra de Levante. De todas ellas, la Sierra de Tramuntana es la estructura geológica (y el relieve) más importante de la isla, y las Sierras Centrales, la menos importante y más discontinua. Todas estas sierras son apilamientos de escamas de materiales mesozoicos, paleógenos y del Mioceno inferior.

La sedimentación mesozoica y paleógena (generalmente de naturaleza calizo-dolomítica y margosa) tuvo lugar en contextos distensivos, sobre todo durante el Jurásico superior, Cretácico y Paleógeno. La serie estratigráfica involucrada en estas sierras es la siguiente (de abajo a arriba):

- Paleozoico. Sólo aflorante en un punto concreto de la costa norte, en la base de la Sierra Tramuntana. Semejante al de Menorca y constituido por unos 30 m de pizarras oscuras, con areniscas y conglomerados, de metamorfismo muy bajo y edad Carbonífero inferior – Devónico.

- Triásico inferior (Buntsandstein). Areniscas y lutitas de color rojizo (con paleosuelos, hacia muro) y blanquecino-amarillentas (hacia techo). Espesor: 370-435 m.
- Triásico medio (Muschelkalk). Dolomías y calizas, con tramos margo-yesíferos. Espesor: 150-230 m.
- Triásico superior (Keuper). Margas y arcillas rojizas y verdes, con rocas volcánicas básicas de afinidad alcalina (“ofitas”) e intercalaciones de carnioles. Espesor original cifrable en 175-300 m, aunque puede estar modificado por su carácter tectónicamente incompetente y plástico.
- Triásico superior – Jurásico inferior (Suprakeuper, Infralías o Rethiense). Dolomías y calizas dolomíticas, con intercalaciones de margas, arcillas y yesos. Espesor: 100-175 m.
- Jurásico inferior (Lías). Conjunto inferior (200-250 m) de dolomías masivas brechoides (a muro) y calizas oolíticas, oncolíticas y estromatolíticas (a techo). Conjunto superior (10-12 m) con, a veces, niveles encriníticos, microconglomerados y areniscas cuarcíferas y calizas nodulosas y hard-ground ricos en ammonites.
- Jurásico medio y superior (Dogger-Malm). Conjunto de 60-80 m de espesor de calizas micríticas crema, con margas y calizas nodulosas rojizas, en la Sierra Tramuntana. Serie de 180-280 m de potencia, de calizas margosas, margas y calizas micríticas, con sílex y radiolaritas, y, a veces, calizas oolíticas y nodulosas, en las Sierras de Levante.
- Cretácico. Margas y margocalizas claras, con ammonites piritizados, y calizas de grano fino. 350 m de espesor.
- Paleógeno. Conjunto de unos 1000 m de espesor de calizas algares con lignitos, lutitas rojizas y algunos niveles arenosos (a muro) y conglomerados, con tramos margosos y arenosos, a veces con pasadas carbonosas (a techo), en la Sierra Tramuntana. Serie de unos 360 m de potencia, de calcarenitas bioclásticas y lutitas, en las Sierras de Levante.
- Mioceno inferior. Tramos basales (50 m o menos, de espesor) arenoso-conglomeráticos y bioclásticos; tramo medio (100-350 m) de turbiditas (alternancias métricas, calcarenítico-margosas); tramo superior (150 m) de calcarenitas bioclásticas, con estratificación centimétrica.

Los apilamientos de escamas característicos de estas sierras están conformados por despegues a favor del Keuper plástico y son vergentes al noroeste, deduciéndose para ellos acortamientos frecuentemente importantes (del orden del 56% para la Sierra de Tramuntana y 44% para la isla, en general). La edad de la deformación compresiva es, generalmente, Oligoceno superior – Mioceno inferior/medio, si bien parece haber una cierta propagación de sureste a noroeste (de Oligoceno superior – Mioceno inferior en las Sierras de Levante, a Mioceno inferior – Serravalliense, en la de Tramuntana). Además, también parece haber un cierto cambio en el sentido general del transporte

tectónico, para el que se deducen N 310-315° E en las Sierras de Levante y N 322° E en la de Tramuntana, cambio que ha quedado perfectamente reflejado en la orientación actual de dichas sierras: NE-SO en Tramuntana y NNE-SSO en las de Levante.

Posteriormente a la deformación compresiva, los edificios apilados (como también es general en todas las Cordilleras Béticas) han sido afectados por fenómenos extensionales (fallas normales y lístricas) que han dado lugar a la formación de cubetas y cuencas de edad post-Serravaliense (Mioceno medio a la actualidad). La magnitud del estiramiento derivado de esta extensión ha sido evaluada en un 5%, respecto de la configuración insular en el momento final de la compresión.

Las principales cubetas, generalmente miocenas, de la isla, se localizan, lógicamente, entre las mencionadas Sierras. Entre Tramuntana y las Sierras Centrales pueden presentar espesores superiores a los 1000 m (sobre todo, en las proximidades de la bahía de Palma) y entre éstas y las de Levante se alcanzan los 300 m.

La serie estratigráfica sintética del Mioceno medio-superior y Plioceno, existente en estas cubetas, es la siguiente (de abajo a arriba):

- Mioceno medio (Serravaliense). Margas con calizas con materia orgánica (hacia techo) o con gipsarenitas y areniscas (hacia muro). A veces, limos rojizos con pasadas conglomeráticas y carbón, a la base. Espesor del conjunto: 10-70 m.
- Mioceno superior (Tortonense-Messiniense). Conjunto de unos 450 m de espesor, constituido por (de muro a techo): conglomerados y areniscas, con margas y lutitas; arenas glauconíticas, calcisiltitas y calizas bioconstruidas (200 m); calizas y calcisiltitas arrecifales (180 m); margas ocreas y rojizas con conglomerados (30 m); y calcarenitas bioclásticas, oolíticas y algares, con fangos carbonatados (30 m).
- Plioceno. Conjunto inferior (300 m máximo) de margas grises y calcisiltitas, con conglomerados marginales y Conjunto superior (70 m máximo) de calcarenitas y lumaquelas.

Finalmente, el Cuaternario, a nivel insular, está constituido por sedimentos variados, ya sean de origen continental (gravas, arenas, limos, arcillas, de origen fluvio-torrencial o de ladera, y arenas de origen eólico) o marino (limos de albufera, arenas de playa, bloques de pie de acantilado).

4.3. LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA DE CRESTATX Y ZONAS LIMÍTROFES

En la zona de Crestatx los materiales sedimentarios mesozoicos constituyen el propio macizo montañoso, así como también el vecino de Son Vila, y aparecen también en el corredor entre ambos, en la depresión NE-SO existente al noroeste del primero (valle de Binicreixenç – Son Renegó – Camp d'en Barberet) y en algunos puntos del cauce del Torrent Sant Miquel, inmediatamente al suroeste

del macizo de Crestatx. Los materiales cuaternarios orlan por el suroeste, sur y sureste, el conjunto montañoso Crestatx - Son Vila y tapan el contacto entre los materiales miocenos y mesozoicos. Los materiales miocenos afloran en las lomas de Campanet (al suroeste de Crestatx) y en los alrededores de Muro (al sureste y al otro lado del llano de Sa Pobla).

Las litologías diferenciadas se describen a continuación (de muro a techo) y se refieren al Mapa Geológico adjunto, a escala 1/25.000 (Figura 2):

4.3.1. Triásico superior (Keuper) (TK)

En la cartografía MAGNA (1982) se marcan dos bandas alineadas NE-SO, de 0.5 – 1 km de longitud cada una, a la base de la escama inferior del macizo de Crestatx (cabalgamiento de Es Fangar y, por tanto, en el borde noroeste del mismo): la banda más suroccidental se presenta en el borde norte del Puig de Sant Miquel, y la más nororiental en el noroeste del Puig des Caselles. También se indican otras tres bandas, alineadas prácticamente norte-sur a lo largo de 3 km, en el corredor que separa los macizos de Crestatx y de Son Vila.

En la cartografía original de Gelabert (publicada, a escala más reducida, en la Colección Memorias del IGME, en 1997) se marca sólo una banda, de 1 km de longitud y unos 20-50 m de anchura, en la parte más meridional del mencionado corredor.

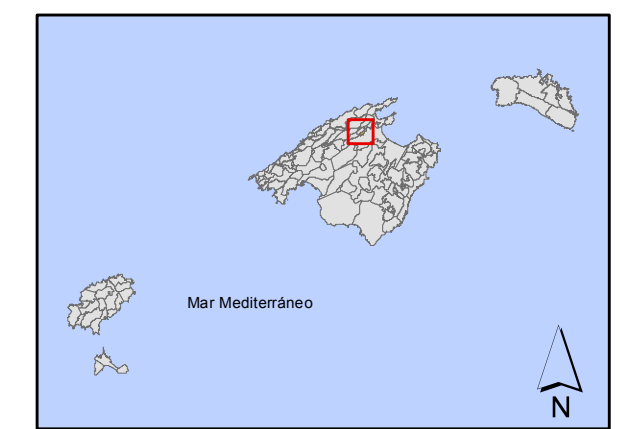
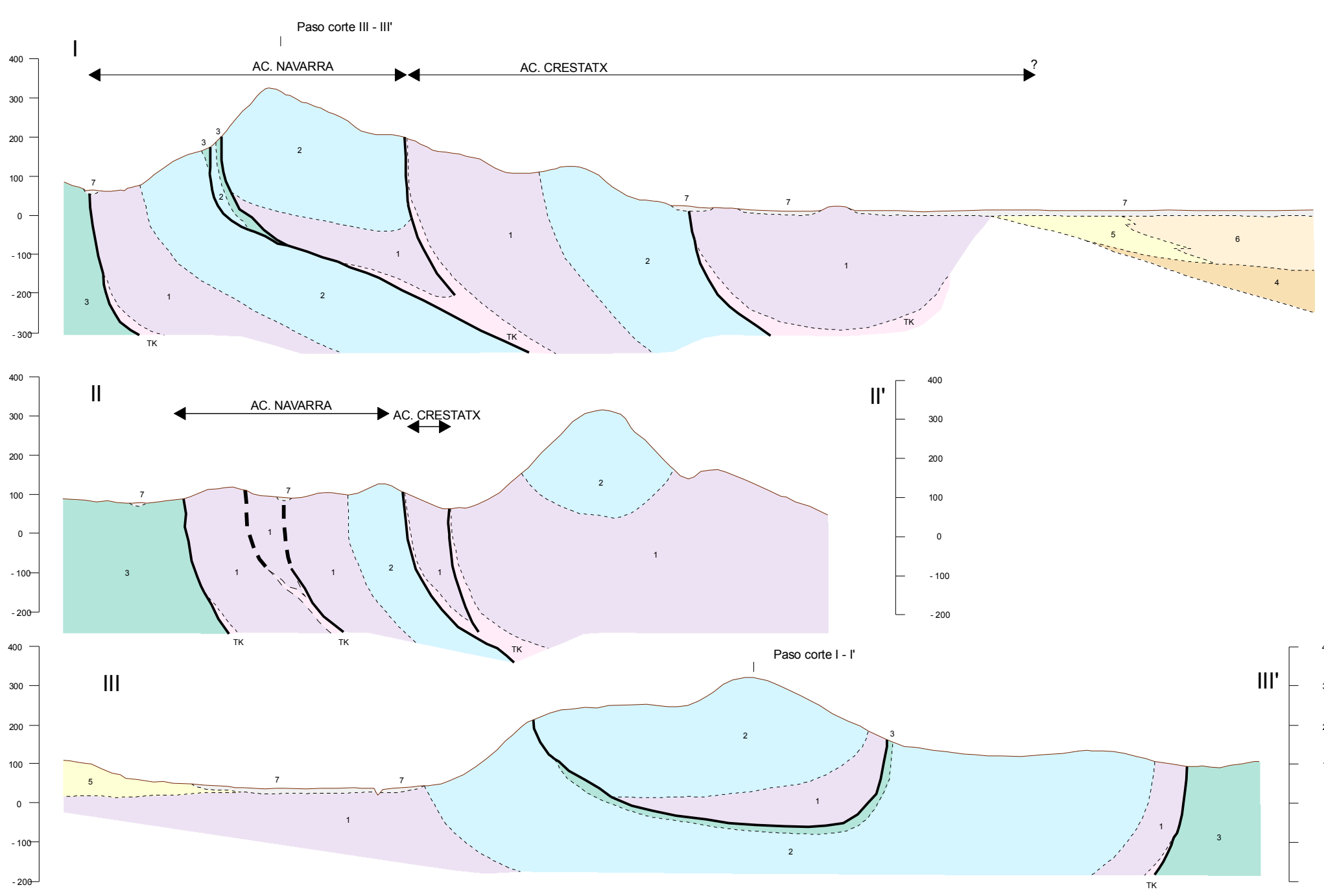
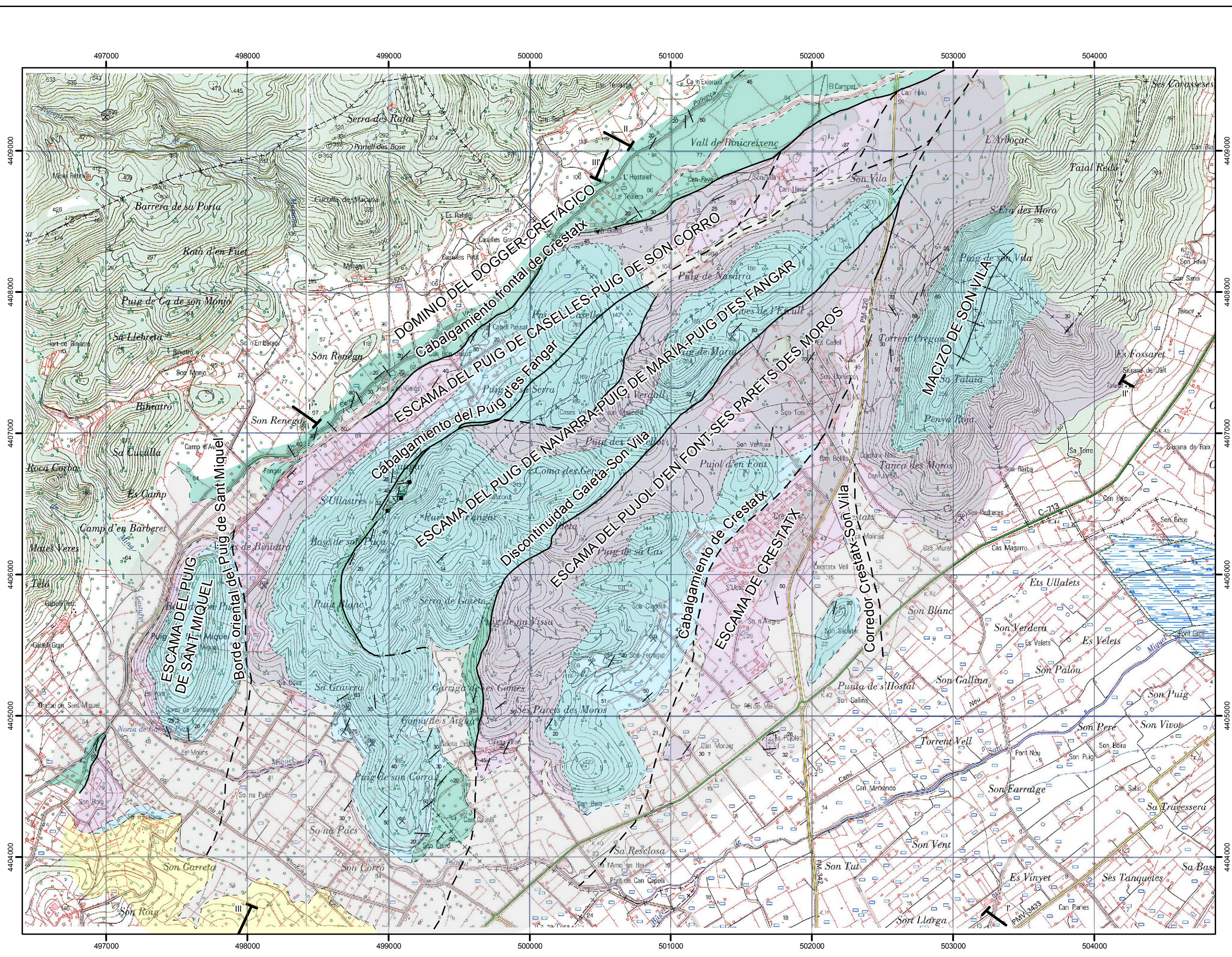
El Keuper no ha sido localizado, aflorante, en la cartografía realizada en el marco del presente estudio, si bien, aparece reflejado en los cortes explicativos de la misma, donde se le supone como situado a la base de las escamas tectónicas vergentes al noroeste, constitutivas de la zona (ver más adelante).

Asimismo, el Keuper se supone constituye la base plástica a favor de la cual se han desplazado las distintas unidades tectónicas que conforman el macizo de Crestatx. Según la interpretación de los datos obtenidos en una Campaña de Geofísica Magneto-Telúrica (Gelabert, 2006), el techo del Keuper se presenta inclinado hacia el sureste bajo el macizo, encontrándose a cotas del orden de 175-375 m.b.n.m. en el borde noroeste del mismo, y de 800 m.b.n.m. en el borde sureste).

4.3.2. Triásico superior – Jurásico inferior (1)

Se trata de un conjunto de dolomías tableadas, margas y arcillas, y de brechas y carniolas, estratigráfica y sedimentológicamente ligado a la Facies Keuper, y de edad Rethiense-Hettangiense.

El mejor corte, en la región, es el expuesto en Cala Tuent, en las cercanías de Sa Calobra (vertiente norte de la Sierra de Tramuntana), donde se mide un espesor del orden de 120 m y de muro a techo se pueden distinguir los siguientes tramos:



LEYENDA

PERMEABILIDAD = PA: alta, Pm: media, PB: baja a muy baja.

Pm	7	Depósitos Cuaternarios : Cantos, limos.
PA	8	Plioceno : Conglomerados/calcarenitas.
Pm	4	Mioceno : Calcarenitas.
PA	4	Mioceno : Calcarenitas.
PB	3	Cretácico inferior -Dogger (Jurásico) : Margas.
PA	2	Dogger - Lias : Calizas, dolomías.
Pm	1	Triásico - Lias : Dolomías tabeadas, carnioías, margas y arcillas.
PB	TK	Triásico (Keuper) : Arcillas rojas, yesos.

— Contacto concordante.
 - - - Contacto discordante.
 — Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.)
 - - - Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.) posible u oculto.
 — Estratificación.
 ▲ Inclinación de plano de cabalgamiento.
 ◆ Plano de cabalgamiento / falla Subvertical.
 — Area sincinal

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD CUATRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE EL IGME Y EL GOBIERNO BALEAR SOBRE INVESTIGACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

ESTABLECIMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)

Figura 2. Mapa y cortes geológicos.

Septiembre 2008

Escala 1:25.000

- Alternancia de unos 45 m de espesor de calizas dolomíticas y dolomías grises y beige, con margas y arcillas arenosas, amarillentas, en bancos de 10-50 cm de potencia. En su base aparecen secuencias de 70 cm de espesor de areniscas yesíferas, limolitas y dolomías tableadas, que lateralmente aparecen brechificadas. Las calizas están compuestas por un 60% de micrita, un 30% (y a veces hasta 80%) de dolomicrita, un 10% de óxidos de hierro y a veces un 20% de peletoides. Las estructuras más frecuentes son laminaciones onduladas de origen estromatolítico, con ripples de oscilación sobreimpuestos. Las capas suelen presentar bases onduladas y techos planos, intuyéndose en algunas una estratificación cruzada de bajo ángulo, aunque es más frecuente la laminación paralela. Asimismo, presentan secuencias granodecrecientes, con algunos cantos blandos y, en determinados puntos, restos de costras carbonatadas. Son frecuentes los seudomorfos de evaporitas.
- Tramo de unos 40 m de potencia en el que predominan potentes bancos de hasta 12 m, constituidos por brechas masivas, con estratificación muy difusa y colores rojizos, con cantos y bloques angulosos de calizas dolomíticas, idénticas a los que componen el tramo inferior, y cantos (4-50 cm) limolíticos, y esporádicamente alguno de yeso. La matriz está constituida por microbrechas, siendo el cemento dolomítico. Lateralmente, estos grandes bancos de brechas se estratifican en capas decimétricas entre las que se intercalan juntas de limolitas rojas. Entre los bancos de brechas aparece una alternancia (3-8 m) de dolomías grises y negras laminadas (fundamentalmente, dolomicritas), en capas centimétricas y limolitas calcáreas, rojas y violáceas. Este tramo suele presentar laminación paralela, con algunos tramos con laminaciones onduladas de origen estromatolítico. La brechificación debe haber sido originada por colapsos debidos a fenómenos de disolución de materiales salinos.
- Tercer tramo, de unos 35 m de potencia, constituido por calizas dolomíticas grises, bien estratificadas, en capas de 20-40 cm, con juntas de limolitas y cineritas versicolores, entre las que se intercalan dos coladas de rocas volcánicas (basaltos y espilitas olivínicas, con textura dolerítico-subofítica, fluidal y vacuolar), de 4 y 10 m de espesor, respectivamente. a techo de esta formación. Al igual que el anterior, este tramo presenta laminación paralela, con algunos subtramos que muestran laminaciones onduladas de origen estromatolítico.

En conjunto, estos materiales se depositaron en una plataforma somera, dentro de un ambiente litoral, con predominio de las llanuras de marea, aunque las coladas de rocas volcánicas debieron emplazarse en un medio submarino, como indicarían los procesos de espilitización que presentan.

El carácter tectónicamente apilado, en escamas vergentes al noroeste, del macizo de Crestatx hace que los diversos tramos de esta unidad afloren según bandas alineadas NE-SO, siendo las más características, por el carácter distintivo de sus afloramientos, las que constituyen el borde noroeste (cabalgante) del macizo y la localizada en el corredor que separa éste del macizo vecino de Son Vila.

Al realizar los cortes geológicos del macizo, teniendo en cuenta los datos de buzamiento medidos, se obtienen espesores bastante más altos (200-250 m, o más) que los 120 m indicados en el corte tipo para la región. Ello indica que, en esta zona, esta unidad adquiere un mayor espesor original, aunque no hay que descartar la posibilidad de que, para determinadas bandas, pueda deberse a la existencia de descamamiento tectónico de menor escala, difícil de localizar.

4.3.3. Lías-Dogger (2)

Se trata de un conjunto de calizas y dolomías tableadas, con brechas a la base, cuya potencia más frecuente varía entre 300 y 350 m, de edad Hettangiense-Toarciense (Lías). En la región, el mejor corte tipo es el de Es Barraca, en la carretera de Inca a Lluch, en el que se reconocen los siguientes tramos (de muro a techo):

- Tramo de 30 m de espesor, de dolomías brechoideas y brechas masivas, con estratificación difusa, de color gris, con cantos de dolomías y micritas de 20 cm de tamaño máximo. Sedimentológicamente es interpretable como brechas de colapso, por disolución de evaporitas, correspondientes a un ambiente de llanura de mareas o lagoon hipersalino.
- Tramo de 30 m de potencia, de calizas de color crema y gris oscuro, bien estratificadas, en bancos de 0,5 a 2 m, con algunos bancos de calizas dolomíticas. Se trata de micritas con algunos tramos recristalizados y en vías de dolomitización, y algún banco de dolomicrita. Presentan bases onduladas y parece reconocerse una granoclasificación decreciente.
- Tramo de unos 55 m de espesor, en el que las calizas se disponen en bancos algo más potentes (de 3-4 m) y son micríticas, con niveles de biomicritas e intraesparitas, con un 20% de oolitos, 40% de intraclastos y 40% de esparita, como más frecuentes. Algunos niveles están dolomitizados y otros, sobre todo a techo del tramo, se presentan brechoideas, con intraclastos de micrita de hasta 1 cm. Los bancos calizos presentan bases onduladas, granoclasificación decreciente, laminación paralela y, a techo, laminación estromatolítica.
- Conjunto monótono de calizas bien estratificadas, en bancos de 1-3 m de potencia, entre las que se intercalan algunos bancos de calizas bechoideas. Son, fundamentalmente, bancos de micritas y biomicritas con algunas intercalaciones de bioesparitas, intrabioesparitas y pelesparitas, así como bancos de calizas algales con pisolitos y algas cianofíceas. Estas calizas continúan presentando bases onduladas, granoselección decreciente y ripples, así como laminación de tipo estromatolítico que, a veces, aparece con las láminas rotas.
- Banco de intraesparita arenosa y microconglomerática, con 30% de esparita, 30% de intraclastos y 40% de cuarzo, como valores más frecuentes.
- Localmente (ya que el contacto superior de esta formación suele aparecer tectonizado), pueden aparecer calizas nodulosas masivas, ferruginosas y de tonos ocreos (2-3 m), con

ammonites característicos del Toarciense medio. Petrográficamente son biomicritas, a veces con trazas de cuarzo y matriz con tendencia peletóide.

- En otros puntos, el techo de la formación está representado por unos 35 m de calizas grises y crema, bien estratificadas en bancos de 30-80 cm, con delgadas intercalaciones de calizas arcillosas y algunas intercalaciones de areniscas calcáreas con granos de cuarzo, y a techo 3 m de calizas arenosas muy ferruginosas con una lumaquela de ammonites del Toarciense medio. Son micritas y biomicritas con algunos tramos de matriz peletóide y, a techo, dolomicrita con 20% de cuarzo y 5% de feldespato.

El tramo inferior es sedimentológicamente interpretable como brechas de colapso, por disolución de evaporitas, correspondientes a un ambiente de llanura de mareas o lagoon hipersalino. El resto de la serie corresponde, generalmente, a depósitos de plataforma restringida, evolucionando en la vertical a una llanura de mareas abierta, terminando con un importante volumen de aportes terrígenos del continente, que son redistribuidos por corrientes de marea.

En el macizo de Crestatx se identifican dolomías y calizas masivas en la base de la unidad, y unos 160 m de dolomías y calizas fosilíferas (con crinoideos y belemnites) a techo. El conjunto de la unidad presenta una potencia máxima del orden de 200-230 m, debiendo indicar que los límites de la misma (sobre todo, el techo) deben estar tectónicamente laminados en muchas de las escamas que constituyen el macizo.

4.3.4. Dogger – Cretácico inferior (3)

Regionalmente, esta unidad presenta un conjunto de litologías claramente jurásicas (Dogger-Malm) y otro de sedimentos cretácicos (Cretácico inferior).

Regionalmente, la sucesión de litologías jurásicas es, de muro a techo, la siguiente:

- Tramo de 60-90 m de potencia, constituido por una alternancia de margas gris oscuro y calizas mudstone grises, muy bien estratificadas en capas de 20-70 cm, con bases planas y laminación paralela, o nodulosas en la parte alta, que presentan abundante bioturbación, con pirita, ammonites, braquiópodos y sílex (en su parte superior). Este tramo se atribuye depositado en medios de transición entre plataforma externa abierta y talud. La fauna encontrada indica edad Bathoniense (Dogger).
- Tramo de 10-15 m de calizas nodulosas y falsas brechas (Facies "Ammonítico Rosso") de colores rojizos, con nódulos de micrita gris o rosada y fósiles corroídos (ammonites y algunos braquiópodos) entre matriz margosa rojiza o verde. Petrográficamente suelen ser biomicritas, más o menos recristalizadas, con radiolarios silíceos y calcificados, ostrácodos, microfilamentos, etc., siendo la matriz de micrita – sílex, a veces teñida por óxidos de hierro. La interpretación sedimentológica más frecuente para este tramo, muy controvertida, es que

representa depósitos de talud. La fauna encontrada indica edad Oxfordiense superior – Kimmeridgiense inferior.

- Tramo de 50-65 m de calizas mudstone tableadas, dispuestas en bancos de 30 cm, con interestratos margosos y, a veces, ondulados (lo que confiere al conjunto un aspecto noduloso), con nódulos de sílex. Son micritas, biomicritas y biopelmicritas con radiolarios, calpionellas, espículas y fragmentos de equinodermos, etc., y microestratificación paralela, cuya fauna indica edad Kimmeridgiense superior – Tithónico inferior.
- Nivel de 10-12 m de falsas brechas (facies “Ammonitico Rosso”), no siempre presente, con el que termina el tramo anterior. Este nivel suele estar constituido por nódulos de micritas grises y rosadas (petrográficamente biomicritas e intrabiomicritas, con calpionellas, foraminíferos, fragmentos de equínidos y matriz con óxidos de hierro y zonas algo gravelosas) y ammonites corroídos. Este tramo se interpreta como habiendo sido depositado en medios de plataforma externa abierta a talud. Los fósiles encontrados son de edad Tithónico.
- Tramo de 60 m de una alternancia de margas grises y calizas mudstones, grises o blancas (micritas y biomicritas con calpionellas, foraminíferos, radiolarios, etc.), bien estratificadas, en capas de 30-50 cm. Los fósiles encontrados son de edad también Tithónico.

Los sedimentos de edad Cretácico inferior consisten en una alternancia de calizas arcillosas grises y margas negras, en capas de 20 a 30 cm, con una abundante fauna de ammonites piritizados. Petrográficamente, las calizas son micritas con radiolarios, calpionellas, espículas y óxidos de hierro. Se trata de sedimentos de la zona externa de la plataforma cuya edad más reciente, según la macro y microfauna encontradas, es Berriasiense.

En la cartografía de Crestatx, las litologías cretácicas son las dominantes a nivel cartográfico. Por ello y por razones de comodidad en la representación cartográfica (sobre todo, teniendo en cuenta los objetivos hidrogeológicos del estudio), se han representado conjuntamente con las jurásicas.

Las litologías jurásicas aparecen bien representadas en la ladera oriental y suroriental del Puig de Son Corró y en puntos de la ladera noroeste del Puig d’és Fangar, donde se aprecian calizas, margocalizas y margas con estratificación decimétrica, y en el primero de los puntos citados, algún nivel de caliza nodulosa rojiza (“Ammonitico rosso”).

Las litologías del Cretácico inferior (margocalizas blanquecinas y margas de aspecto hojoso) afloran fundamentalmente en la depresión NE-SO (valle de Binicreixec – Son Renegó y Camp d’en Barberet) que limita el macizo por el noroeste y que como se verá, constituye el nivel sobre el que cabalga el mismo. También aflora según una banda NE-SO discontinua (por razones tectónicas, ya que está asociada a un cabalgamiento) en la ladera noroeste del Puig d’és Fangar.

Estudios anteriores sobre el macizo de Crestatx, indican para este conjunto Dogger – Cretácico inferior un espesor mínimo del orden de 210 m, seguramente obtenido en la depresión NE-SO al noroeste del macizo. La banda de la ladera noroeste del Puig d'és Fangar presenta espesores considerablemente menores, del orden de 20-30 m, como máximo, lo que se debe a su carácter tectónicamente incompetente durante la deformación debida al emplazamiento de los cabalgamientos.

4.3.5. Mioceno: calizas arrecifales (4)

Esta unidad aflora en la alrededores de la población de Muro, al sureste de Sa Pobla. No aparece, por tanto, representada en la cartografía de este estudio, aunque sí en los cortes (concretamente, en la prolongación suroriental del I-I', donde se supone debe existir en profundidad, discordada por el Plioceno y el Cuaternario existentes en el llano de Sa Pobla).

En Muro y alrededores (Santa Margarita) alcanza una potencia de 60-80 m, variaciones debidas a su carácter arrecifal. De muro a techo, estratigráficamente hablando, la sucesión litológica es la siguiente:

- Conglomerados mal clasificados, de cantos bien redondeados en matriz arenosa, que descansan sobre la unidad lagunar evaporítica del Mioceno medio. Espesor: 10 m.
- Calizas (grainstones) oolíticas y bioclásticas, bien clasificadas, con porosidad interparticular y móldica y bioturbación abundante. Espesor: 40 m.
- Calizas (floatstones) de rodolitos y rodofíceas ramosas, poco cementadas. Potencia: 10 m.
- Calizas (grainstones a packstones) de fragmentos esqueléticos fracturados, muy bien cementados y compactos. Espesor: 15 m.
- Calizas (framestones) de corales en domos de 25-30 cm y alguno de tipo planar. Potencia: 5 m.
- Calizas (grainstones) de componentes esqueléticos bien cementados. Potencia: 5 m.

Los niveles de grainstones son generalmente intrabioesparitas, a veces con oolitos, y contienen miliólidos, rotálidos, lithotamnium, gasterópodos y ostrácodos.

Esta unidad constituye un complejo arrecifal depositado en una plataforma arrecifal interna de edad Messiniense, fundamentalmente.

4.3.6. Plioceno: conglomerados (5)

Afloran en cartografía en las lomas de Campanet, al suroeste del macizo de Crestatx, y se prolongan bajo el llano de Sa Pobla. Su espesor es del orden de los 80 m.

Se trata de conglomerados de cantos y bloques de calizas mesozoicas y terciarias, con granoselección positiva y bases canalizadas y erosivas, y matriz arenosa, entre los que se intercalan niveles de limolitas y arcillas limolíticas rojas.

Son sedimentos correspondientes a un medio fluvial que se instala al mismo tiempo que la unidad que se describe a continuación, y que tiene su área madre en la Sierra Tramuntana.

No ha proporcionado dataciones paleontológicas pero, por su posición estratigráfica y la naturaleza de los cantos que componen la formación, se le atribuye una edad Plioceno superior.

4.3.7. Plioceno: calcarenitas (6)

Esta unidad aflora extensamente en los alrededores de Llubí y de Muro, al sur y sureste del área de estudio y queda oculta, hacia el norte, por el Cuaternario del llano de Sa Pobla. No aparece, por tanto, en cartografía, aunque se ha representado en la prolongación suroriental del corte geológico I-I'.

Litológicamente se trata de un conjunto de calcarenitas bioclásticas de grano medio a grueso, de 30-50 m de espesor, que suceden en forma gradual a la unidad limolítico-margosa del Plioceno inferior, en las zonas donde éstas se depositaron, mientras que en otras recubren discordantemente las calizas arrecifales miocenas.

Se trata de calcarenitas compactas amarillentas, con ostréidos y pectínidos de pequeño tamaño, foraminíferos y fragmentos de algas rodofíceas. A techo se localiza una lumaquela de lamelibranchios, bien cementada, y en los últimos metros de la formación, calcarenitas con estratificación cruzada.

Sedimentológicamente son asimilables a sedimentos de llanura litoral, que muestran secuencias somerizantes, en la que se localizan desde shoals bioclásticos hasta depósitos de playa. Los niveles más altos son asimilables a dunas de playa con retoques eólicos.

4.3.8. Cuaternario (7)

Los depósitos cuaternarios alcanzan gran extensión e importancia en el llano de Sa Pobla y en el valle del Torrent Sant Miquel, entre las lomas de Campanet y el macizo de Crestatx.

Están constituidos por gravas, cantos y bloques de caliza, con una matriz de limos y arcillas limolíticas rojas, con distintos niveles de encostramiento debidos a las oscilaciones del nivel freático. Son frecuentes los tubos calcáreos (de rizocreaciones).

Estos depósitos cuaternarios alcanzan un espesor a veces considerable, habiéndose indicado 20 m en algún sondeo no lejano al macizo y hasta 300 m en partes centrales del llano de Sa Pobra.

4.4. ESTRUCTURA DEL ÁREA DE CRESTATX Y ZONAS LIMÍTROFES

Como en parte se ha indicado en el apartado de aspectos fisiográficos, las áreas montañosas de Crestatx y de Son Vila constituyen dos macizos montañosos de contorno a grandes rasgos ovoidal, orientados NE-SO, uno a continuación (o en relevo) del otro y en conjunto, paralelos al borde meridional de la Sierra Tramuntana.

En este Proyecto se han estudiado, fundamentalmente, el macizo de Crestatx y sus límites, y sólo se dan unas indicaciones generales sobre la estructura del de Son Vila. El macizo de Crestatx está constituido por un conjunto de escamas tectónicas, superpuestas, orientadas NE-SO y vergentes al noroeste. El macizo de Son Vila parece menos complejo siendo en su parte más próxima a Crestatx, en gran medida, una estructura predominantemente sinclinal.

4.4.1. Antecedentes

El macizo de Crestatx ha sido estudiado y cartografiado en varias épocas. En un principio, dentro de contextos más amplios, y después con objetivos hidrogeológicos:

- En la Cartografía del Plan MAGNA (ITGE, 1991), dentro de la Hoja 671 (Inca).
- En la Tesis de B. Gelabert (1998). Esta tesis tiene como objetivo toda la Sierra de Tramuntana y ha sido publicada en la Colección Memorias del IGME, en 1998, donde se adjunta un Mapa Geológico a escala 1/90.000. Para la realización del presente Proyecto, se ha dispuesto de la cartografía original de Gelabert, a escala 1/25.000.
- Finalmente, y ya con objetivos claramente hidrogeológicos, el macizo de Crestatx vuelve a ser estudiado por Gelabert (2006). En este trabajo se presenta un mapa geológico interpretado, a escala 1/25.000 y unos cortes esquemáticos que recogen la información geofísica.

Todas estas cartografías (y también la del presente Proyecto) coinciden en diversos aspectos fundamentales, tales como:

- El carácter cabalgante del borde norte del macizo, con la formación dolomítica del Trías-Lías dispuesta sobre la formación margo-caliza del Dogger-Cretácico.
- El carácter mecánico (cabalgamiento o falla) del contacto que separa el macizo de Crestatx del de Son Vila, y la estructura y litología de la ladera occidental de este último (formaciones dolomíticas del Trías-Lías y calizo-dolomíticas del Jurásico, buzantes al este).

- El carácter tectónicamente independiente (a manera de pequeña escama) del Puig de Sant Miquel, en el extremo suroeste del macizo.

De esta forma, los límites noroeste y este del macizo, y sus relaciones con las unidades vecinas, quedan bastante claros.

En cambio, las cartografías mencionadas difieren en otros aspectos, tales como:

- La presencia de Keuper aflorante que, según han ido avanzando los estudios sobre el macizo, ha visto mermada su superficie de aparición hasta finalmente “desaparecer”. Así, en la cartografía MAGNA aparece Keuper jalonando los mencionados límites noroeste y este del macizo. En la Tesis de Gelabert sólo se indica (y con menor extensión que en el caso precedente) en el límite oriental. Finalmente, Gelabert (2006) no indica Keuper aflorante, lo que se ha corroborado en la cartografía del presente Proyecto. No obstante, no hay que descartar la existencia de Keuper aflorante, particularmente en el límite oriental del macizo, que podría estar hoy en día oculto por la urbanización a la que ha sido sometida esta zona concreta.
- La delimitación (e, incluso, constitución litológico-estratigráfica) de las distintas unidades tectónicas o escamas que constituyen el macizo.

Este último aspecto refleja la problemática de reconocimiento de estructuras y de asignación estratigráfica de litologías, en el interior del macizo, derivada del carácter masivo de los afloramientos (en los que, generalmente, es difícil reconocer la estratificación) y de la dificultad de acceso al, y dentro del, mismo. Esta problemática influye, por tanto, en el grado de subjetividad de la interpretación tectónica del macizo.

4.4.2. Interpretaciones previas

La estructura de Crestatx en la cartografía MAGNA (1991)

En la cartografía MAGNA se establecen tres grandes unidades tectónicas principales (además de la pequeña del Puig de Sant Miquel), orientadas NE-SO:

- Una unidad septentrional, la cabalgante sobre el Dogger-Cretácico, que contiene, de SO a NE, la ladera baja del Puig d’és Fangar, el Puig de Caselles y Can Rotger. Esta unidad está constituída por los términos litológicos 1, 2 y 3 (Trías-Lías a Dogger-Cretácico), establecidos en el presente Proyecto.
- Una unidad central, parcialmente cabalgante pero, sobre todo, fallada, con la anterior, que jalona los Puig d’és Fangar, des Castellot, de Maria y de Navarra. Esta unidad está constituída, exclusivamente, por materiales del Lías-Dogger (2).

- Una unidad meridional, separada por falla de la anterior, que contiene los Puig des Moros de Sa Cas y el Pujol d'en Font.

Al sur de esta última, el relieve de Son Sabater (y la parte más meridional de la urbanización de Crestatx, próxima a la ermita (Crestatx Vell), se asimila como prolongación suroccidental del macizo de Son Vila.

Los accidentes tectónicos que limitan estas unidades se prolongaron hacia el noreste, hasta contactar con la falla aproximadamente norte-sur que separa los macizos de Crestatx y Son Vila. En cambio, hacia el suroeste, terminan dentro del macizo, antes de alcanzar el valle de Torrent Sant Miquel, entre éste y las lomas de Campanet.

La cartografía MAGNA señala, acertadamente, prolongaciones de las litologías (y estructuras) del macizo al suroeste del mismo: presencia de afloramientos jurásicos en el lecho del Torrent de Sant Miquel y en partes nororientales de las lomas de Campanet.

La estructura de Crestatx en la cartografía de Gelabert (1998)

En este trabajo se definen dos grandes unidades:

- Una septentrional, constituida por términos del Trías-Lías (1) y del Lías-Dogger (2), cabalgante sobre el Dogger-Cretácico (3) del noroeste del macizo. Esta unidad equivale cartográficamente a las norte y centro de las establecidas en el MAGNA, pero hacia el suroeste (en la ladera noroccidental del Puig d'es Fangar) presenta un pequeño cabalgamiento interno, justamente allí donde aparece, con claridad, el Dogger-Cretácico.
- Otra meridional, con los mismos términos de la anterior y cabalgante sobre la misma, equivalente a la meridional del MAGNA. Dentro de ella, se señala una falla normal que separa el Puig de Son Corro, en el extremo meridional del macizo, del resto. La urbanización de Crestatx queda incluida, en su totalidad, en esta escama.

El límite cabalgante entre ambas unidades se lleva hasta los extremos del macizo. Hacia el noreste, se hace contactar con el accidente (en este caso, interpretado como cabalgamiento vergente al oeste) que separa Crestatx de Son Vila. Hacia el suroeste, se prolonga hasta contactar con el Cuaternario del sur del macizo, en Gaietà Petit.

Al este de la unidad meridional, el relieve de Son Sabater parece guardar relación con el macizo de Son Vila.

La estructura de Crestatx en la cartografía de Gelabert (2006)

Esta cartografía, realizada para el apoyo de la interpretación de los datos a obtener en la Investigación Geofísica Magneto-Telúrica, y por tanto con mayor detalle que la anterior, presenta ciertas diferencias con la misma. Según una transversal noroeste-sureste, se establecen los

siguientes accidentes y unidades tectónicas (dejando aparte, como antes, la pequeña escama de Puig Sant Miquel, en el extremo suroeste del macizo):

- Cabalgamiento del Camí Vell de Pollença. Se refiere al varias veces citado cabalgamiento frontal del macizo, que contornea todo el pie noroccidental del mismo, y mediante el cual se superpone sobre el Dogger-Cretácico (3).
- Unidad tectónica septentrional, que contiene, de suroeste a noreste, la ladera NO del Puig d'és Fangar y los Puig de Sa Serra, Caselles y Navarra. Con términos del Trías-Lías (1), del Lías-Dogger (2) y del Dogger-Cretácico (3) en disposición, básicamente, monoclin al sureste.
- Cabalgamiento vergente al noroeste, resultante de interpretar que los cabalgamientos (observados localmente) del Puig d'és Fangar, de Maria y de Son Vila, son el mismo. Hacia el suroeste, este cabalgamiento no se prolonga hasta el cuaternario del valle del Torrent Sant Miquel. El cabalgamiento de Son Vila es, para este autor, un cabalgamiento cuasi frontal del macizo del mismo nombre.
- Unidad tectónica central, en la que están representados los mismos términos estratigráficos que en la septentrional. Ocupa el resto del macizo (Puig de's Fangar, de Son Corró de Sa Cas y el Pujol d'en Font), salvo el borde suroriental del mismo, adoptando una disposición sinclinal laxa. En el extremo meridional de la unidad, en las zonas de Son Corró y de Gaietà, se indican fallas normales de dirección NE-SO y NNO-SSE que le afectan.
- Cabalgamiento de Crestatx, vergente al noroeste y deducido primeramente en el borde norte de la urbanización del mismo nombre. Supuestamente, se prolonga hacia el NNE, hasta contactar con el cabalgamiento de Son Vila y constituyendo, por tanto, el corredor que separa este macizo del de Crestatx. Hacia el SO se prolongaría por el borde norte del Puig de Ses Parets del Moros.
- Unidad tectónica meridional, con términos del Trías-Lías (1) y del Lías-Dogger (2) con disposición, en principio (al pie del macizo) monoclin al sureste y después (hacia el llano de Sa Pobla) sinclinal laxa. Esta unidad tectónica ocupa la urbanización de Crestatx y el Puig de Ses Parets des Moros y correspondería a la prolongación suroccidental del macizo de Son Vila.

Los datos de la Geofísica Magneto-Telúrica

Además de haber servido al autor anterior para la realización de cortes transversales y longitudinales al macizo, estos datos indican que el techo del Keuper base del sistema imbricado de Crestatx, se presenta inclinado hacia el sureste bajo el macizo, encontrándose a cotas del orden de -175 / -375 (en el borde noroeste del mismo) y de -800 m (en el sureste).

4.4.3. Las estructuras observadas en este Estudio

Dominio del Dogger-Cretácico, al norte del macizo de Crestatx

La unidad margo-caliza del Dogger-Cretácico es tectónicamente muy incompetente, presentando en afloramiento notable replegamiento. En principio, pueden medirse estratificaciones con direcciones NE-SO, buzantes al sureste o al noroeste. Estas direcciones son las típicamente regionales de la zona.

Pero también se presentan otras anómalas N-S ó NO-SE (buzantes al este o al oeste). Probablemente en relación con ellas, se han observado pliegues de dimensión métrica orientados norte-sur, ligeramente vergentes al oeste y con charnela inclinada al norte.

El cabalgamiento frontal de Crestatx

El cabalgamiento es observable en diversos puntos de la ladera sur del valle de Binicrixenç, junto al camino que conduce desde el Camí Vell de Pollença a Can Rotger.

La superficie de cabalgamiento, medible en la base de las dolomías del Trías-Lías (1) cabalgantes, presenta una inclinación promedio de unos 45° al sureste y también estrías que indican componente de movimiento a grandes rasgos hacia el NO.

En las margas cretácicas cabalgadas, en la vecindad del cabalgamiento y de acuerdo con Gelabert (2006), se observan esquistosidades (superficies S-C) asociadas al mismo. Estas discontinuidades señalan una dirección predominante de desplazamiento, para el bloque superior rígido, de 280° E, es decir hacia el ONO.

El cabalgamiento del Puig d'es Fangar

Se observa en diversos puntos de la ladera noroeste de este Puig, donde las calizas del Lías-Dogger (2), al sureste, se encuentran en contacto con las margas y margocalizas del Cretácico inferior (3), al noroeste.

El contacto cabalgante es fuertemente buzante al sureste y, frecuentemente, subvertical.

Las direcciones medibles en el conjunto del macizo

En líneas generales, la estratificación medible en las diversas litologías rígidas del macizo, suele presentar la orientación general de las estructuras regionales, es decir NE-SO. Más raramente se observan direcciones NNE-SSO ó N-S y excepcionalmente NNO-SSE, sobre todo localizadas en los extremos suroccidentales del macizo y en las proximidades del corredor que le separa del de Son Vila.

El buzamiento es, prácticamente siempre, al sureste o al este. A veces puede ser elevado, sobre todo junto al mencionado corredor (55-80°) pero los valores más generales están entre los 30 y 45°, y los

más bajos (20-35°) generalmente en las proximidades del borde noroeste. En conjunto, para 50 valores de medida, el buzamiento promedio obtenido es de 38°.

4.4.4. Las estructuras deducidas

La traza de los cabalgamientos marcados en la cartografía geológica del Proyecto es, en gran parte, deducida a partir de observaciones de campo (litologías) cercanas, aunque para ello se ha contado con la ayuda de la observación fotogeológica.

El borde oriental del Puig de Sant Miquel

Para el borde oriental del Puig de Sant Miquel, en el extremo suroeste del macizo, se deduce una fractura o cabalgamiento, de dirección prácticamente N-S, entre las dolomías del Trías-Lías (1) del pie occidental del mismo y las calizas del Lías-Dogger (2) de dicho Puig, ya que ambas litologías se presentan buzantes al este o sureste. Las litologías del Puig tienen su continuación en la parte baja de las lomas de Campanet, al otro lado del valle del Torrent Sant Miquel.

Las prolongaciones del cabalgamiento del Puig d'és Fangar

Las prolongaciones tanto hacia el NE como hacia el SO de este cabalgamiento de dirección NE-SO, son problemáticas. Ello se denota en las distintas interpretaciones que se han dado, que suelen abundar en la interrupción del mismo hacia el SO. La unidad cabalgada presenta, característicamente y a techo, las margas cretácicas (3), cuya traza, en el terreno y en fotogeología, sirve para continuar el cabalgamiento.

Hacia el suroeste, esa banda cretácica desaparece, no sin antes girar hasta adoptar la dirección NO-SE. Este detalle se ha considerado importante, y se ha mantenido, a la hora de prolongar el cabalgamiento, lo que le conduce a la cabecera del valle de Gaietà, valle en el que vuelve a aparecer, en ambos márgenes, la unidad 3, aunque en este caso con litologías del Dogger-Malm. Este giro y la solución final dada tienen su importancia ya que implican a la geometría de la escama suprayacente (ver más adelante).

Hacia el noreste, se ha localizado un afloramiento de la unidad 3 en el collado entre el Puig de Sa Serra y el d'és Fangar, afloramiento que, por su alineación con los de este último, debe corresponder a su prolongación. Más hacia el noreste, fotogeológicamente se ha interpretado que sigue por el norte de los Puig de Maria y de Navarra, siguiendo por el valle entre éste y Can Rotger hasta contactar, aproximadamente, con el borde norte del macizo de Son Vila.

La discontinuidad Gaietà – Son Vila

En el valle de Gaietà, al sur del macizo, las dolomías del Trías-Lías (1) se superponen (deduciblemente) sobre los materiales del Dogger-Malm (3). El cabalgamiento deducible por esta superposición puede prolongarse fotogeológicamente por el borde sur de los Puig des Castellet,

Maria, Navarra y Timbes de l'Escull hasta probablemente confluir, más allá, con el cabalgamiento anteriormente descrito.

Es notable el carácter rectilíneo de esta prolongación, lo que hablaría de un accidente subvertical.

El cabalgamiento de Crestatx

Como ya fue indicado por Gelabert (2006), en el borde norte de la urbanización de Crestatx se deduce un contacto cabalgante entre las dolomías del Trías-Lías (1) al sur y las calizas y dolomías del Lías-Dogger (2), al norte, dado que ambas litologías buzcan al sureste.

La prolongación hacia el noreste de este cabalgamiento lo lleva a confluir, enseguida, con (o a constituir) el corredor que separa los macizos de Crestatx y de Son Vila (ver a continuación).

Hacia el suroeste, la prolongación más lógica es por el sur del Puig de Sa Cas y de Ses Parets des Moros, suponiendo de forma lógica que los materiales calcáreos que constituyen estos relieves conforman la misma unidad litológica, que sería, así, la cabalgada.

El corredor entre el macizo de Crestatx y el de Son Vila

Por sus características morfológicas (definición del arroyo y alineación de sus tramos, así como por la orientación subparalela al mismo del relieve y la estructura de Son Vila) este corredor debe representar la traza de una fractura NNE-SSO. Es de este modo, y a veces jalónada por Keuper, como casi siempre se ha representado en las cartografías previas.

Hacia el NNE, después de que a él confluyan el accidente de Gaietà – Son Vila y el cabalgamiento del Puig d'es Fangar, debe evolucionar para constituir el borde norte del macizo de Son Vila, cabalgante sobre materiales de la unidad 3 y prolongación del cabalgamiento del Camí Vell de Pollença.

Hacia el sur, la orientación del arroyo que marca, tiende a prolongarle por el este del pequeño relieve de Son Sabater, aunque no sería imposible que lo hiciera por el oeste del mismo.

4.4.5. Interpretación realizada en este Estudio

A partir de las estructuras observadas y las deducidas, citadas anteriormente, se ha realizado la interpretación estructural de conjunto expuesta en el Mapa Geológico de este Estudio (Figura 2) que, en sus líneas maestras, se describe a continuación.

El macizo de Crestatx conforma un bloque orográfico de tendencia ovoidal que está separado del vecino (al este) macizo de Son Vila por un corredor-fractura de orientación submeridiana. El macizo está constituido por 4 unidades tectónicas (o escamas) principales y otra más pequeña (Puig de Sant Miquel), que generalmente suelen presentar orientación NE-SO pero que, en el extremo suroccidental del macizo, tienden a incurvarse para adoptar direcciones N-S o, incluso, NNO-SSE.

De oeste a este, estas unidades y los accidentes que las separan son las siguientes:

- Unidad o escama del Puig de Sant Miquel, limitada entre el cabalgamiento NE-SO frontal del macizo (cabalgamiento del Camí Vell de Pollença) y el accidente NNO-SSE al este del Puig. La confluencia hacia el norte de ambos supone la terminación de la unidad en ese sentido. Hacia el suroeste, esta unidad se prolonga hasta la parte baja de las lomas de Campanet, al otro lado del valle del Torrent Sant Miquel.
- Unidad o escama del Puig de Caselles – Puig de Son Corró, limitada entre el cabalgamiento del Camí Vell de Pollença (o el accidente al este del Puig de Sant Miquel, más al suroeste) y el del Puig d'és Fangar. Los materiales correspondientes a esta unidad afloran en varios puntos del lecho del Torrent San Miquel, entre el macizo y las lomas de Campanet.
- Unidad o escama del Puig de Navarra – Puig de María – Puig d'és Fangar, limitada entre el cabalgamiento del Puig d'és Fangar y el accidente Gaietà - Son Vila. La solución dada para la terminación suroeste del primero de dichos cabalgamientos (giro hasta adoptar la dirección oeste-este) implica que esta escama tiene una estructura sinclinal, al menos hacia dicha terminación.
- Unidad o escama del Pujol d'en Font – Ses Parets des Moros, limitada entre el accidente de Gaietà – Son Vila y el cabalgamiento de Crestatx.
- Unidad o escama de Crestatx, limitada al norte por el cabalgamiento de Crestatx y sin límite meridional conocido o aflorante. Esta unidad puede guardar una estrecha relación estructural con el macizo de Son Vila.

Los cabalgamientos o accidentes tectónicos que delimitan estas unidades, chocan o confluyen con el mencionado corredor-fractura, no pasando al este del mismo. El cabalgamiento de Crestatx puede ser, incluso, la continuación directa del corredor hacia el suroeste, lo que implicaría que la unidad de Crestatx forma parte estructural del macizo de Son Vila.

Todos estos cabalgamientos presentan (o se deducen para ellos) inclinaciones fuertes hacia el sureste o, incluso, subverticales. Aunque no se haya localizado aflorante, pueden (y deben) tener Keuper asociado (y así se ha representado en los cortes geológicos), dado que la base de los mismos suele estar conformada por las dolomías del Trías-Lías (1). Lógicamente, el Keuper es necesario para facilitar el emplazamiento tectónico de las unidades.

El emplazamiento tectónico de estas unidades no debe ser necesariamente ortogonal (perpendicular) a su orientación, es decir hacia el noroeste. Las estructuras observadas en el dominio Dogger-Cretácico (unidad 3) al norte del macizo y en el cabalgamiento frontal del mismo, sugieren compresiones hacia el ONO o incluso hacia el oeste, lo que podría implicar que el macizo y su estructuración han podido tener una componente de movimiento dextral respecto de la Sierra

Tramuntana. La posibilidad de componentes dextrales en la compresión (por otro lado, un rasgo muy general en el ámbito de las Cordilleras Béticas) podría explicar incluso el aspecto ovoidal (sigmoideal) de estos macizos, y la terminación e incurvaciones que presentan.

4.4.6. Relación entre el macizo de Crestatx y el Llano de Inca-Sa Pobla

Desde el punto de vista geométrico cabe diferenciar dos zonas de cara a analizar la conexión entre el macizo de Crestatx y el Llano de Inca-Sa Pobla:

- El extremo suroccidental del conjunto formado por las escamas de Sant Miquel, Puig de Caselles-Puig de Son Corro y Puig de Navarra-Puig de María-Puig des Fangar.

Al ser la dirección fundamental de las estructuras presentes en el macizo de Crestatx NE-SO, es decir, prácticamente perpendicular al contacto entre este conjunto y el Llano, los materiales mesozoicos del primero se prolongarán, sin solución de continuidad, bajo los materiales terciarios y cuaternarios del segundo (véase Corte III-III' de la Figura 2).

- El extremo meridional y suroriental del conjunto formado por las escamas del Pujol d'en Font-Ses Parets des Moros y Crestatx.

En este caso, al ser prácticamente paralelas la dirección estructural básica del macizo con la correspondiente a este contacto con el Llano, no se puede asegurar el tipo de conexión entre los materiales mesozoicos del macizo y los correspondientes a la prolongación meridional del macizo de Son Vila. La falta de datos que pudieran proporcionar sondeos profundos que se emplacen sobre los materiales cuaternarios al SE de los afloramientos mesozoicos impide interpretar la geología en profundidad (véase Corte I-I' de la Figura 2). No obstante, atendiendo a la estructura tectónica del macizo, no es descartable la existencia de Keuper subaflorante en este contacto. De esta forma, aunque exista continuidad entre los materiales carbonatados mesozoicos del macizo y los que forman el sustrato del Llano (bajo los materiales cuaternarios y terciarios suprayacentes), esta conexión únicamente se produciría hasta una profundidad que es imposible de determinar con la información disponible.

5. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

El inventario de puntos de agua de la unidad de Crestatx está constituido por un total de 113 puntos. La mayor parte de los mismos corresponde a pozos de extracción, que se utilizan para abastecimiento urbano, uso domestico y regadío. En el Anexo 1 se encuentra una tabla con los principales datos correspondientes a estos puntos.

Dada la abrupta topografía de la zona, los puntos de agua se disponen, principalmente, en los bordes de la unidad (Figura 3).

La principal explotación corresponde a los pozos de abastecimiento de ACASA, que se sitúan en el borde oriental de la unidad, en el acuífero de Crestatx. Más al E de esta zona se encuentran los pozos de abastecimiento de Son Barba y S'Hort des Moro, aunque estos explotan el acuífero de ese mismo nombre.

La profundidad de los pozos es muy variable, correspondiendo los más profundos, en general, a los utilizados para abastecimiento urbano. El pozo más profundo alcanza los 265 m.

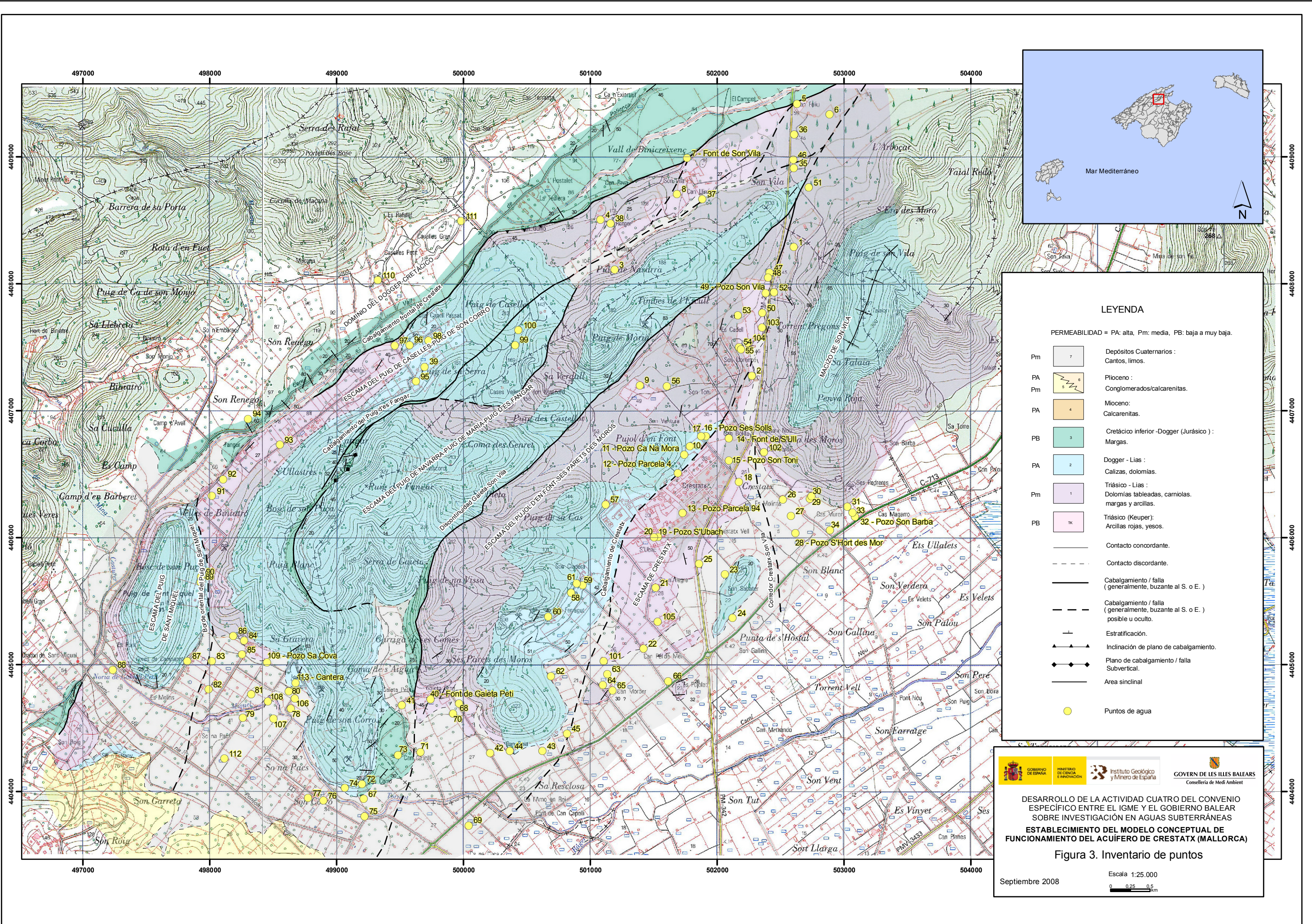
A continuación se describirán los puntos de agua más significativos de la unidad de Crestatx:

5.1. POZOS DE EXPLOTACIÓN DE ACASA EN CRESTATX

Como se ha comentado anteriormente, constituyen la explotación más significativa de la unidad de Crestatx y se utilizan desde la década de los 80 del pasado siglo para el abastecimiento de la zona turística de la Bahía de Alcudia, al N de la isla.



Foto 1. Testigos de los pozos de abastecimiento de Crestatx



LEYENDA

PERMEABILIDAD = PA: alta, Pm: media, PB: baja a muy baja.

Pm	7	Depósitos Cuaternarios : Cantos, limos.
PA	6	Plioceno : Conglomerados/calcarenitas.
Pm	5	Mioceno: Calcarenitas.
PA	4	Depositos Cuaternarios : Cantos, limos.
PA	3	Creteracio inferior -Dogger (Jurásico) : Margas.
PB	2	Dogger - Lias : Calizas, dolomias.
PA	1	Triásico - Lias : Dolomias tableadas, camiolas, margas y arcillas.
Pm	1K	Triásico (Keuper): Arcillas rojas, yesos.
PB	1K	Triásico (Keuper): Arcillas rojas, yesos.

—	Contacto concordante.
- - -	Contacto discordante.
—	Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.)
- - -	Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.) posible u oculto.
— —	Estratificación.
▲▲▲	Inclinación de plano de cabalgamiento.
◆◆◆	Plano de cabalgamiento / falla Subvertical.
—	Area sinclinal
●	Puntos de agua

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD CUATRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE EL IGME Y EL GOBIERNO BALEAR SOBRE INVESTIGACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS
ESTABLECIMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)
Figura 3. Inventario de puntos

Septiembre 2008 Escala 1:25.000

Los puntos de extracción son los siguientes:

- Ca Na Mora
- Ses Solls
- Son Vila
- S'Ubach
- Son Toni
- Parcela 94
- Parcela 4

Considerando los datos de extracciones correspondientes al periodo 1998-2003 se observa que el rendimiento de los pozos es muy variable:

POZO	EXTRACCIÓN MEDIA 1998-2003 (hm^3/a)	CAUDAL MEDIO (l/s)
Ca Na Mora	0.38	11.9
Ses Solls	0.37	11.7
Son Vila	0.24	7.6
S'Ubach	0.12	3.8
Son Toni	0.11	3.4
Parcela 94	0.07	2.3
Parcela 4	0.06	1.8
TOTAL	1.34	42.5

Como puede apreciarse, los caudales de estos pozos no son elevados, lo que unido a la profundidad de los mismos, comprendida entre los 70 y 265 m, permite concluir que no se trata de pozos especialmente productivos.

Por otra parte, la mayoría de ellos presentan problemas de arrastre de arenas.

La explotación de estos pozos a lo largo de cerca de 30 años ha producido un importante cono de bombeo con niveles dinámicos del acuífero que han llegado a situarse hasta 80 m por debajo del nivel del mar. A pesar de ello, y de hallarse cerca de la costa, la calidad del agua del acuífero se ha mantenido en unos niveles excelentes, no superándose los 100 mg/l de contenido de ión cloruro.



Foto 2. Pozo de abastecimiento en Crestatx

5.2. POZOS DE ABASTECIMIENTO A CAMPANET

En la zona de Sa Cova, al SO de la unidad, se explotan tres pozos para el abastecimiento urbano de la localidad de Campanet. La extracción anual se ha cifrado en 0.26 hm^3 según el Plan Hidrológico de Baleares. Esta explotación ha provocado la formación de un pequeño cono de bombeo cuyo vértice se sitúa en torno a los 12 m.s.n.m.

5.3. FUENTES Y MANANTIALES

Previamente a la explotación de la unidad de Crestatx, la descarga visible de la misma se realizaba por una serie de fuentes y manantiales surgidas en el contacto entre los materiales permeables y las barreras impermeables.

La principal descarga visible se producía por la Font de S'Ull, al E de la unidad, y cuya justificación parece ser la existencia de un Keuper impermeable subflorante junto a la carretera. De alguna forma relacionadas con este manantial existen unas galerías de captación de agua a las que se accede a través de una serie de chimeneas excavadas en el terreno. Estas galerías penetran hacia el interior del acuífero a una cota próxima a los 30 m.s.n.m., y en la actualidad tanto las galerías como la fuente se encuentran secas, debido al descenso del nivel freático producido por la explotación de los pozos de abastecimiento de Crestatx.



Foto 3. Chimenea de acceso a las galerías

Otro punto de descarga visible de las aguas subterráneas es la Font de Gaieta Petit, al S de la unidad. Esta fuente, situada a una cota en torno a los 55 m.s.n.m., presenta surgencia todo el año aunque con una importante disminución de caudal en estiaje. Este manantial parece estar relacionado con el afloramiento de materiales poco permeables del Cretácico inferior-Dogger.



Foto 4. Interior de la chimenea y de la galería

Al N de la unidad de Crestatx se encuentra la Font de Son Vila, a una cota próxima a los 80 m.s.n.m., que esta relacionada con el frente de cabalgamiento de los materiales triásicos-liásicos de la escama de Navarra sobre las margas poco permeables del Cretácico inferior-Dogger.

5.4. POZOS DE EXPLOTACIÓN DE ACASA EN SON BARBA-S'HORT DES MORO

Estos pozos constituyen otra fuente de abastecimiento para la Bahía de Alcudía. A pesar de situarse a escasamente 1 km al E de los pozos de abastecimiento de Crestatx, el agua extraída presenta una deficiente calidad química, con contenidos en ión cloruro superiores a 3000 mg/l. Este contraste con los pozos de Crestatx se atribuye a que los pozos de Son Barba-S'Hort des Moro explotan otro acuífero, constituido por la escama cabalgante del Puig de Son Vila. Este acuífero se ha visto afectado por procesos de intrusión marina producida por la explotación de los pozos, que ha provocado un cono de bombeo con niveles dinámicos varios metros por debajo del nivel del mar.

El hecho de que el acuífero de Crestatx no se haya salinizado como el de Son Barba-S'Hort des Moro se atribuye a que el primero se haya aislado del mar por una barrera impermeable que también lo independiza del segundo.

6. PIEZOMETRÍA

6.1. RED DE CONTROL

La red de control piezométrica del IGME de la unidad de Crestatx está constituida por 10 puntos.

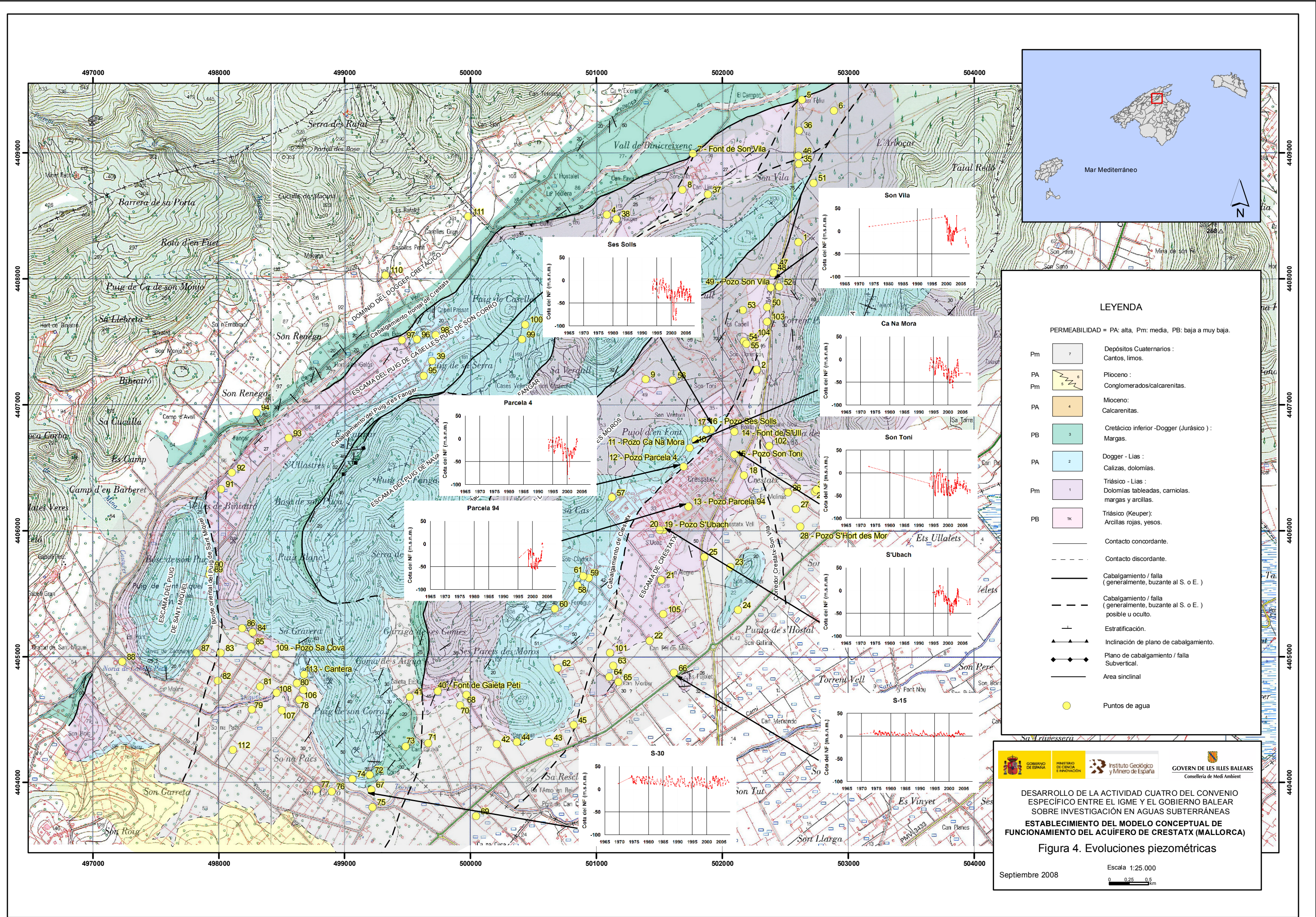
Nº INVENTARIO	CÓDIGO IGME	TOPONIMIA	UTM-X (ED50)	UTM-Y (ED50)	COTA (m.s.n.m.)	PROF. (m)
	392620001	S-13-A	498309	4404214	40.06	41.8
	392620003		498217	4403919	39.28	30.9
66	392630031	S-15	501526	4404864	14.23	122.5
67	392630047	S-30	499192	4403807	30.87	72
	392631626	Son Vila	502173	4407528	60	106
15	392631629	Son Toni	502180	4406750	24.8	110
19	392631716	s'Ubach	501538	4405922	31.06	160
10	392631718	Ca Na Mora	501754	4406695	36.4	200
16	392631719	Ses Solls	501837	4406878	34.41	200
12	392631720	Parcela 4	501650	4406520	35	150

La distribución espacial de estos puntos sobre la superficie del acuífero no es homogénea, concentrándose los puntos en los bordes oriental y meridional del acuífero.

Únicamente los primeros 4 puntos de control no corresponden a pozos en explotación, por lo que los niveles medidos en los 6 restantes pueden considerarse influenciados por el bombeo.

Tal como se aprecia en la Figura 4, las mayores variaciones de los niveles de agua en los puntos de control se producen en los correspondientes a los pozos de bombeo, situándose la mayor parte de sus series de medidas por debajo del nivel del mar. Estas variaciones intraanuales reflejan la mayor extracción durante los meses de verano y la recuperación parcial de niveles una vez que disminuyen los bombeos y se producen las precipitaciones. En estos puntos las series de medidas comienzan a la vez que la explotación de los propios pozos, por lo que a pesar de no disponer de registro previo, es evidente la existencia de un vaciado del acuífero en esa zona concreta hasta un máximo cercano a los 90 m.b.n.m.

En cambio, en los piezómetros más alejados de los pozos de extracción las variaciones estacionales son mucho menos acusadas. En estos piezómetros, que disponen de series de medidas amplias que comienzan prácticamente en 1974, no se aprecia ninguna tendencia clara a la baja.



LEYENDA

PERMEABILIDAD = PA: alta, Pm: media, PB: baja a muy baja.

Pm	7	Depósitos Cuaternarios : Cantos, limos.
PA	6	Plioceno : Conglomerados/calcarenitas.
Pm	5	Mioceno : Calcarenitas.
PA	4	Cretácico inferior -Dogger (Jurásico) : Margas.
PB	3	Dogger - Lias : Calizas, dolomías.
PA	2	Triásico - Lias : Dolomías tableadas, coniolas, margas y arcillas.
Pm	1	Triásico (Keuper): Arcillas rojas, yesos.
PB	1K	

————— Contacto concordante.
 - - - - - Contacto discordante.
 ——— Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.)
 - - - - - Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.) posible u oculto.
 ——— Estratificación.
 ▲▲▲▲▲ Inclinación de plano de cabalgamiento.
 ◆◆◆◆◆ Plano de cabalgamiento / falla Subvertical.
 ——— Area sinclinal
 ● Puntos de agua

GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
 Instituto Geológico y Minero de España
 GOVERN DE LES ILLES BALEARS
 Conselleria de Medi Ambient

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD CUATRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE EL IGME Y EL GOBIERNO BALEAR SOBRE INVESTIGACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS
 ESTABLECIMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)
Figura 4. Evoluciones piezométricas

Septiembre 2008
 Escala 1:25.000
 0 0,25 0,5 km

6.2. ISOPIEZAS

Además de los datos proporcionados por los puntos de la red de control del IGME, existen otros datos piezométricos correspondientes a campañas puntuales de medidas de niveles de agua realizados por la DGRH. Los puntos medidos en estas campañas, realizadas en noviembre de 1999, julio de 2000, septiembre de 2000, marzo de 2004, junio de 2006, mayo y septiembre de 2008 (esta dos últimas realizada para el presente estudio, y recogidas en el Anexo 2), no son coincidentes en todas ellas, y ni siquiera con los datos proporcionados por la red del IGME se puede realizar el trazado de mapas de isopiezas para cada campaña de medidas y para el conjunto de la unidad de Crestatx.

No obstante, utilizando todos los datos disponibles ha sido posible realizar un mapa de isopiezas sintético en el que, con bastantes incertidumbres provocadas por la falta de puntos de agua en la zona central del acuífero, se representa una interpretación de la situación piezométrica general de la unidad de Crestatx en la actualidad (Figura 5).

Para la realización de este mapa de isopiezas se ha tenido en cuenta tanto los datos de nivel de agua como la existencia de una serie de barreras impermeables que limitan externamente la extensión de la unidad de Crestatx e independizan dentro del mismo un par de acuíferos con funcionamiento diferenciado. Estos acuíferos se han denominado Navarra y Crestatx.

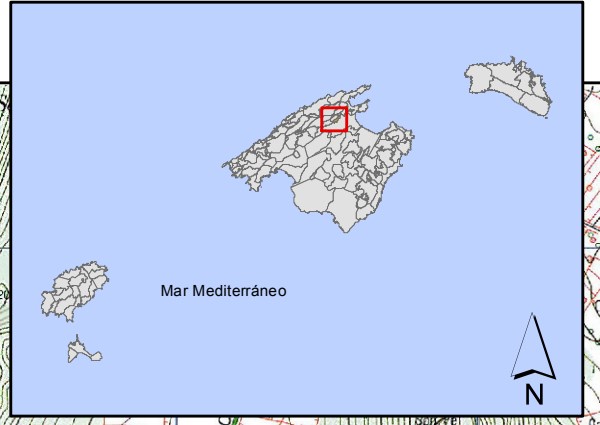
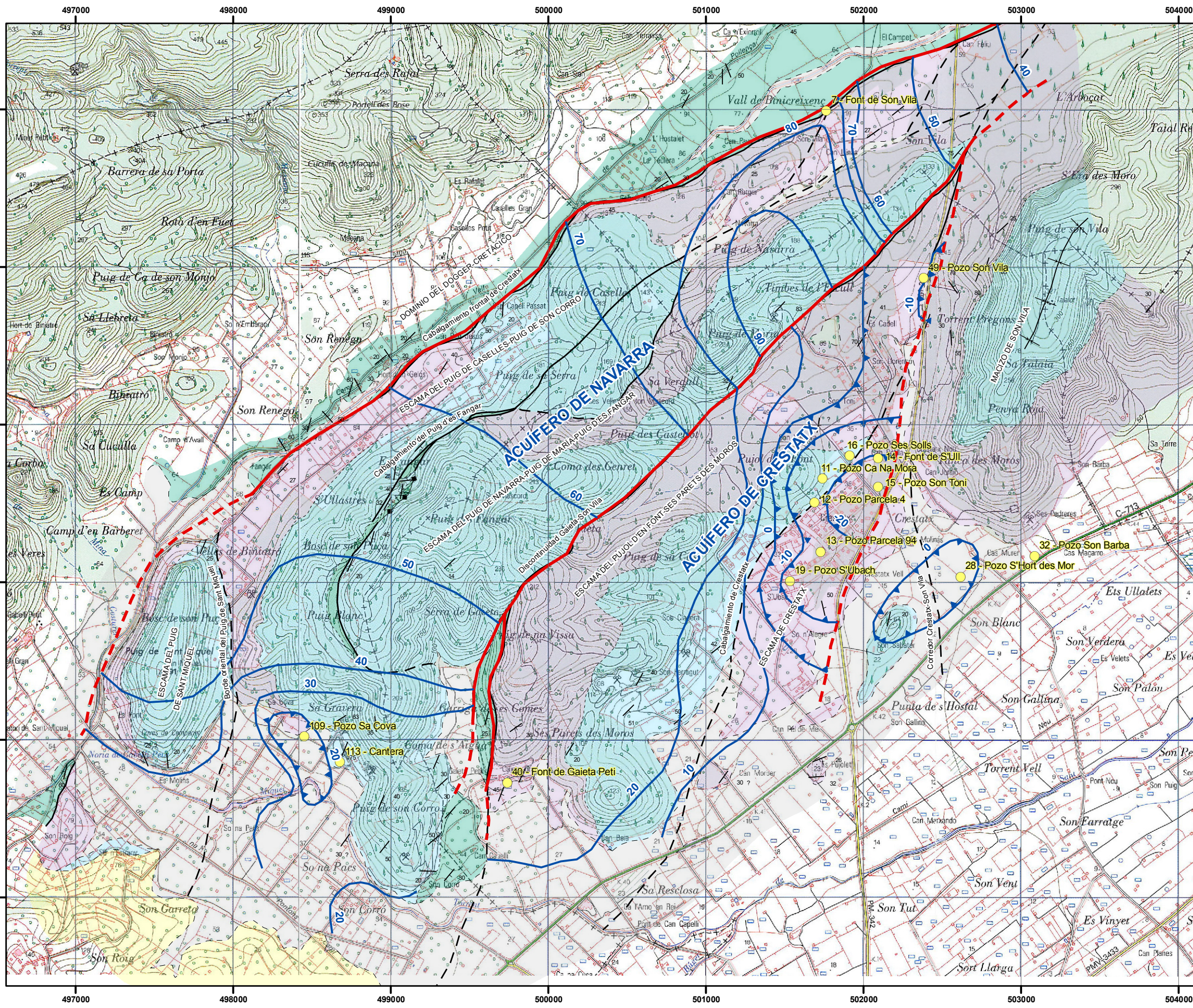
El acuífero de Navarra constituye una franja con orientación NE-SO que ocupa la porción noroccidental de la unidad de Crestatx. A partir de la disposición de las isopiezas se deduce la existencia de una divisoria piezométrica en torno al Puig de Navarra, con un nivel máximo en torno a los 100 m.s.n.m. Al N de esta divisoria la circulación del agua se realiza hacia el NE, alcanzando unos valores mínimos de unos 40 m.s.n.m. En la porción más importante de este acuífero, al S de la divisoria, el agua subterránea circula hacia el S, en dirección al acuífero del Llano de Sa Pobla y por debajo del torrente de Sant Miquel, que se encuentra colgado con respecto al nivel freático. Los niveles más bajos son del orden de unos 20 m.s.n.m. bajo el torrente, cuyo cauce se sitúa, en esa zona, entre los 40 y 35 m.s.n.m. Al N del torrente se aprecia una pequeña zona con el nivel por debajo de los 20 m.s.n.m. (mín. de 12 m.s.n.m.), que parece corresponder a un pequeño cono de bombeo. Conviene señalar que el nivel de agua de la cantera de Campanet, situada la N del torrente de Sant Miquel, corresponde al nivel freático del acuífero de Navarra.

El acuífero de Crestatx constituye el sector SE de la unidad, y de la disposición de las isopiezas se deduce que se encuentra separada, mediante barreras impermeables, tanto del acuífero de Navarra, al O, como del acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro, al E. En el extremo oriental del acuífero de Crestatx se aprecia la existencia de un importante cono de bombeo producido por la explotación de los pozos de abastecimiento, con valores de nivel de agua varias decenas de metros por debajo del nivel del mar. En el extremo meridional las isopiezas muestran una descarga de agua subterránea hacia el acuífero del Llano de Sa Pobla, a una cota en torno a los 10 m.s.n.m.



Foto 5. Cantera de Campanet

Al E del acuífero de Crestatx se encuentra el acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro, en el que destaca la existencia de un cono de bombeo, de menor entidad que el de Crestatx, producido por los pozos de abastecimiento emplazados en este acuífero.



LEYENDA

PERMEABILIDAD = PA: alta, Pm: media, PB: baja a muy baja.

Pm	7	Depósitos Cuaternarios : Cantos, limos.
PA	6	Plioceno : Conglomerados/calcarentas.
Pm	5	
PA	4	Mioceno: Calcarentas.
PB	3	CRETÁCICO inferior -Dogger (Jurásico) : Margas.
PA	2	Dogger - Lias : Calizas, dolomías.
Pm	1	Triásico - Lias : Dolomías tableadas, carníolas, margas y arcillas.
PB	1K	Triásico (Keuper): Arcillas rojas, yesos.

————— Contacto concordante.
 - - - - - Contacto discordante.
 ——— Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.)
 - - - Cabalgamiento / falla (generalmente, buzante al S. o E.) posible u oculto.
 ——— Estratificación.
 ▲▲▲▲▲ Inclinación de plano de cabalgamiento.
 ◆◆◆◆◆ Plano de cabalgamiento / falla Subvertical.
 ——— Area sinclinal

● Puntos de agua significativos
 ——— Borde impermeable
 - - - Borde impermeable supuesto
 ——— Isopieza
 ——— Isopieza cerrada

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD CUATRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE EL IGME Y EL GOBIERNO BALEAR SOBRE INVESTIGACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS
 ESTABLECIMIENTO DEL MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE CRESTATX (MALLORCA)
Figura 5. Isopiezas representativas
 Septiembre 2008 Escala 1:25.000

7. HIDROQUÍMICA

El hecho más destacado de las características hidroquímicas de las aguas subterráneas de la unidad de Crestatx ha sido el mantenimiento de su excelente calidad a pesar de que la explotación a que ha sido sometido. Esta explotación, que ha provocado un importante cono de bombeo con valores mínimos del nivel del agua decenas de metros por debajo del nivel del mar en un acuífero situado a escasa distancia de la costa, no ha provocado un fenómeno de intrusión marina, a diferencia de lo ocurrido en los pozos de explotación para abastecimiento del acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro, situados a escasamente 1 km de distancia.

Este diferente comportamiento se comprueba mediante la representación de la evolución en el tiempo del contenido de ión cloruro de una serie de puntos pertenecientes a la red de vigilancia de la calidad química del IGME en la zona. Los puntos seleccionados han sido los siguientes;

Nº INVENT.	CÓDIGO IGME	TOPONIMIA	UTM-X (ED50)	UTM-Y (ED50)	COTA (m.s.n.m.)	PROF. (m)
	392631626	Son Vila	502173	4407528	60	106
15	392631629	Son Toni	502180	4406750	24.8	110
19	392631716	s'Ubach	501538	4405922	31.06	160
13	392631717	Parcela 94	501730	4406508	28.38	200
10	392631718	Ca Na Mora	501754	4406695	36.4	200
	392630890	Son Barba	502936	4406068	19	27.32
	392630891	S'Hort des Moro	502513	4406179	24	23

La totalidad de estos puntos corresponden a pozos de explotación para abastecimiento; los 5 primeros corresponden al acuífero de Crestatx, y los 2 restantes al acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro.

Tal como se aprecia en la Figura 6, el contenido en cloruros de las aguas extraídas del acuífero de Crestatx se han mantenido en torno a los 100 mg/l, mientras que las correspondientes al acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro han sufrido un espectacular ascenso, en el que se han alcanzado puntas de 2500-3000 mg/l en los periodos de máxima explotación, para situarse en la actualidad por encima de los 500 mg/l.

Por lo que respecta al contenido en nitratos (Figura 7), también se observa un comportamiento diferenciado entre las aguas correspondientes a ambos acuíferos: las correspondientes al acuífero de Crestatx han permanecido con valores inferiores a los 50 mg/l (a excepción del pozo Son Toni, que experimentó un ascenso significativo durante el periodo de máxima explotación), mientras que las del acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro aumentaron su concentración de forma muy acusada y se sitúan en la actualidad por encima de los 100 mg/l.

En el caso del contenido en nitratos, el diferente comportamiento entre los dos acuíferos hay que achacarlo a la mayor influencia que ejercen en el segundo las prácticas agrícolas de abonado, puesto

que los pozos de Son Barba y S'Hort des Moro se sitúan sobre una zona dominada mayoritariamente por cultivos frente a la zona de explotación de Crextatx, en la que la influencia agrícola es menor.

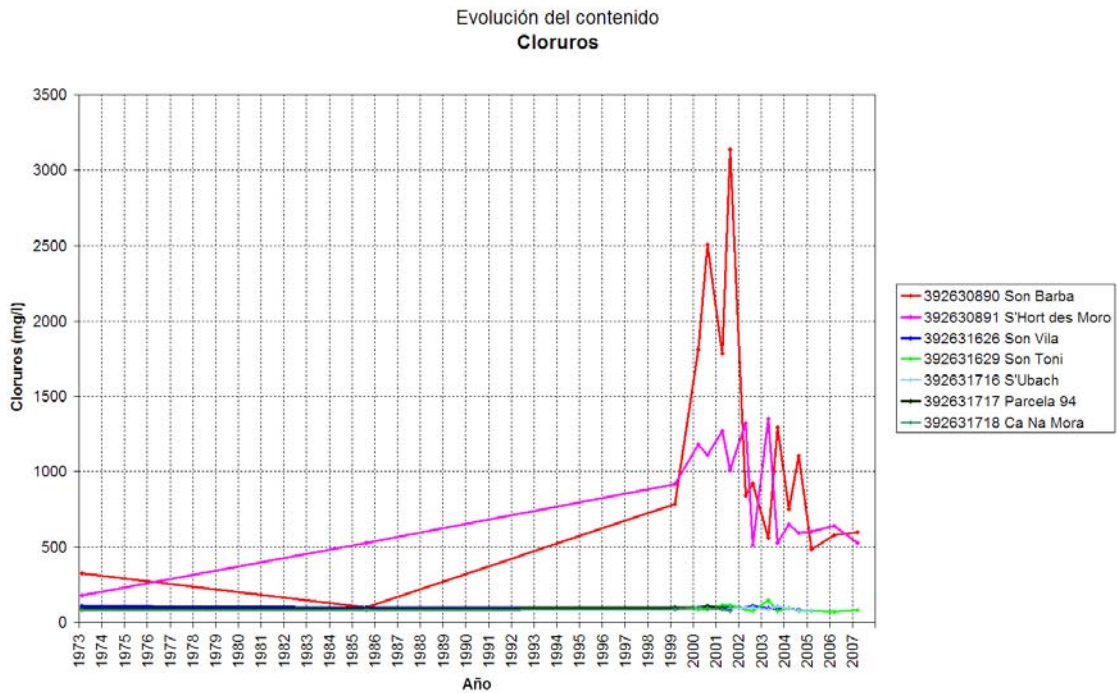


Figura 6. Evolución del contenido en cloruros

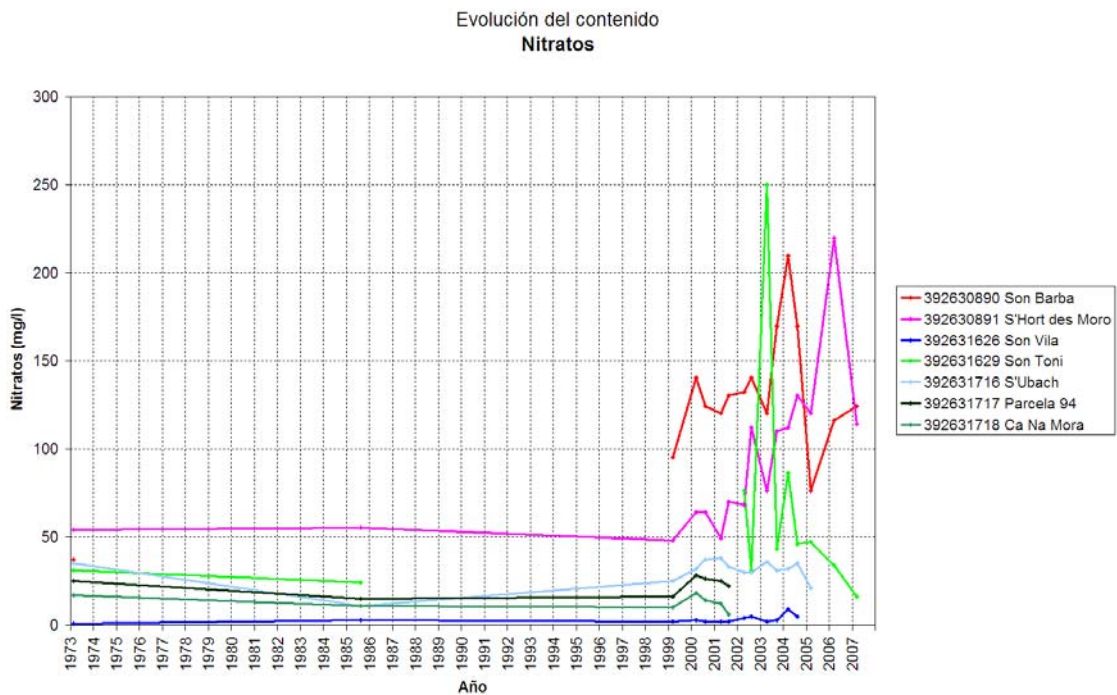


Figura 7. Evolución del contenido en nitratos

8. BALANCE HÍDRICO Y RECARGA NATURAL

Hasta el momento, únicamente dos estudios han abordado la estimación de la recarga natural de la unidad de Crestatx,

El primero de estos estudios corresponde al modelo de simulación matemática realizado en IGME-DGRH (2004). Para este modelo se consideró, de una forma simple, que la recarga natural sobre el acuífero correspondía al 30% de la precipitación anual, aplicando este porcentaje a la precipitación media anual en el ajuste en régimen permanente, y a precipitación de los periodos trimestrales que se utilizaron para el ajuste en régimen transitorio y las diferentes hipótesis simuladas. Según el citado informe, los estudios de carácter general efectuados con anterioridad acotaban la recarga natural originada por la infiltración de la lluvia entre un 30 y un 45 % de la precipitación anual.

El segundo estudio en el que se efectúa un balance hídrico de la unidad de Crestatx fue el titulado “*Evaluación del balance hídrico y determinación de la recarga natural del Acuífero de Crestatx*”, realizado por el IGME en el año 2007.

En este informe se aplica el programa Visual Balan para la estimación de la recarga, utilizándose datos diarios de la estación meteorológica de Campanet-Biniatró (B696) para un periodo de 41 años (1964-2005). Para la calibración del modelo se utilizaron datos de piezómetros influenciados por bombeos, sin que estos últimos pudieran ser considerados en los cálculos.

La superficie de la cuenca finalmente considerada en el estudio correspondió a la suma de las superficies de los acuíferos inferior y superior definidos en Gelabert (2006), es decir, 11.5 km².

Tras el correspondiente ajuste de parámetros, en el informe se considera que el modelo reproducía de forma adecuada el comportamiento del acuífero al obtener un error cuadrático medio entre niveles medidos y calculados de 19.3 m para el pozo denominado Parcela 94. Este valor tan elevado parece deberse a que las series reales de piezometría utilizadas provienen de piezómetros influenciadas por los bombeos, mientras que estas extracciones no podían ser consideradas en la versión del programa Visual Balan disponible en aquel momento.

En cualquier caso, los datos finales del balance hídrico fueron los siguientes:

- Precipitación media: 915 mm/a
- Recarga: 415 mm/a (45% de la precipitación)
- Esc. superficial: 119 mm/a
- Salida al Llano de Inca-Sa Pobla: 418 mm (4.8 hm³/a)

El modelo se ajustó con una potencia de suelo edáfico de 50 cm, reserva hídrica útil en el suelo de 100 mm, una porosidad del 0.4% y una transmisividad de 350 m²/d.

9. MODELO CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La unidad hidrogeológica de Crestatx está constituida por materiales carbonatados de edad triásica y jurásica pertenecientes a una serie de escamas tectónicas cabalgantes con orientación ENE-OSO del borde meridional de la Sierra de Tramuntana, al N de la isla de Mallorca.

El nivel de despegue de estas escamas es el Keuper, que desde el punto de vista hidrogeológico puede considerarse impermeable. En el techo de las escamas puede llegar a estar constituido por materiales margosos del Dogger-Cretácico inferior, de baja permeabilidad. Por tanto, es el núcleo de las escamas el que está constituido por las dolomías tableadas y carniolas del Triásico-Lias y las calizas y dolomías del Dogger-Lías. Estos materiales carbonatados han sufrido procesos de karstificación y constituyen los niveles permeables de la unidad.

La presencia de los materiales poco permeables del Keuper o del Cretácico entre las escamas provoca la compartimentación de la unidad en acuíferos de funcionamiento aparentemente independiente, aunque la desconexión entre los mismos no tiene porque ser total. El grado de desconexión variará en función de si los materiales impermeables afloran, subafloran o se encuentran a mayor profundidad, pudiendo esta circunstancia variar a lo largo del frente de contacto entre las escamas.

La conexión o desconexión hidráulica entre estas escamas no puede establecerse, con carácter general, mediante criterios cartográficos de superficie. De hecho, no se ha observado el afloramiento de Keuper en toda la zona de estudio, lo que no quiere decir que no se encuentre subaflorante.

Únicamente atendiendo a la interpretación piezométrica, que es la que en definitiva determina los diferentes sistemas de flujo presentes, de los datos tanto históricos como actuales, cabe realizar una interpretación de los acuíferos presentes en la zona así como de las escamas cabalgantes que los componen. De este modo se han identificado dos acuíferos con funcionamiento hidrogeológico diferenciado dentro de la unidad hidrogeológica de Crestatx: el acuífero de Navarra y el acuífero de Crestatx. A continuación se describirá el modelo conceptual de funcionamiento de ambos acuíferos.

9.1. ACUÍFERO DE NAVARRA

9.1.1. Definición

Ocupa una franja de unos 2 km de anchura media y 10 km de longitud orientada ENE-OSO al N de la unidad.

Geológicamente está constituido por las escamas del Puig de Sant Miquel, del Puig de Caselles-Puig de Son Corro y del Puig de Navarra-Puig de María-Puig des Fangar.

9.1.2. **Carácter de los límites**

Presenta límites hidráulicamente cerrados en sus 2 bordes alargados: al NNO, siguiendo el Camino Viejo de Pollensa, por el contacto del frente de cabalgamiento de la escama del Puig de Caselles-Puig de Son Corro con las margas cretácicas de baja permeabilidad del Cretácico inferior; al SSE, por el afloramiento de una franja de margas cretácicas al S del Puig des Fangar y el subafloramiento de estos materiales o los impermeables del Keuper en el resto del contacto entre este acuífero y el de Crestatx (la desconexión entre los acuíferos en esta zona se ha deducido a partir del salto piezométrico existente entre ambos).

Es evidente que en los frentes de cabalgamiento “internos” de este acuífero (los que separan las diferentes escamas que lo componen) también existirá Keuper inyectado o Cretácico margoso laminado, pero no parece que alcancen una cota suficiente como para provocar desconexiones hidráulicas con la situación actual del nivel freático.

En el extremo nororiental del acuífero el límite es abierto, al continuar los materiales carbonatados permeables en esa dirección.

En el extremo suroccidental del acuífero el límite también es abierto, al sumergirse los materiales carbonatados permeables bajo los materiales detríticos cuaternarios de la Plana de Sa Pobla, en la zona del torrente de Sant Miquel.

En profundidad, los materiales permeables de las escamas que constituyen el acuífero se encuentran limitados por el Keuper impermeable. Según la información proporcionada por la investigación geofísica (Gelabert, 2006), la cota del techo del Keuper que constituiría el muro impermeable de este acuífero descendería gradualmente desde los 175 m.b.n.m. al N hasta los 800 m.b.n.m. al S, según un buzamiento orientado hacia el SSE.

9.1.3. **Recarga, descarga y circulación**

La recarga de este acuífero se produce por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos de los materiales permeables, caracterizados por una topografía muy abrupta.

A partir de la piezometría se deduce la existencia de una divisoria piezométrica en torno al Puig de Navarra, con un nivel máximo en torno a los 100 m.s.n.m. Al N de esta divisoria la circulación del agua se realiza hacia el NE, alcanzando unos valores mínimos de unos 40 m.s.n.m. En la porción más importante de esta subunidad, al S de la divisoria, el agua subterránea circula hacia el S, en dirección al Llano de Sa Pobla y por debajo del torrente de Sant Miquel, que se encuentra colgado con respecto al nivel freático. Los niveles más bajos son del orden de unos 20 m.s.n.m. bajo el torrente, cuyo cauce se sitúa, en esa zona, entre los 40 y 35 m.s.n.m. Al N del torrente se aprecia una zona pequeña zona con el nivel por debajo de los 20 m.s.n.m. (mín. de 12 m.s.n.m.), que corresponde a un pequeño cono de bombeo.

En definitiva, la descarga del acuífero se produce, fundamentalmente, mediante aportes laterales hacia el Llano de Sa Pobla, al S, y hacia la continuación de las escamas que lo componen hacia el NE. También existen salidas, de menor entidad, a través de manantiales de escaso caudal en el frente de cabalgamiento del acuífero, al N, y en la zona de Gaieta, al S, que pueden responder a descargas de niveles colgados o pequeños compartimentos.

9.1.4. Explotación

La explotación de este acuífero se centra en los alrededores de la zona de Sa Cova, utilizándose para el abastecimiento de Campanet (0.26 hm³/a según la Documentación Básica del Plan Hidrológico en elaboración). La explotación no ha modificado sustancialmente el funcionamiento natural del acuífero.

9.2. ACUÍFERO DE CRESTATX

9.2.1. Definición

En superficie el acuífero de Crestatx presenta una forma de cuña apuntada hacia el N, en la zona de Son Vila. Desde este vértice el acuífero se extiende hacia el S hasta una longitud aproximada de 6-7 km y una anchura media de 2 km.

Está constituido por las escamas del Pujol d'en Font-Ses Parets des Moros y la de Crestatx.

9.2.2. Carácter de los límites

Los dos lados principales de la cuña que representa al acuífero son cerrados. Al O se encontraría desconectado hidráulicamente del acuífero de Navarra por el afloramiento de materiales margosos del Cretácico y el subafloramiento del Keuper en el frente de cabalgamiento de la escama del Pujol d'en Font-Ses Parets des Moros sobre la del Puig de Navarra-Puig de María-Puig des Fangar, tal como se comentó anteriormente. Al E, la desconexión del acuífero de Crestatx con el acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro se produce por el subafloramiento de los materiales impermeables del Keuper en el frente de cabalgamiento de la escama del Puig de Son Vila sobre la de Crestatx.

En el interior del acuífero los materiales del Keuper inyectados entre las dos escamas que lo componen no parece que alcancen cota suficiente como para independizarlas hidráulicamente. Esta misma interpretación parece corresponder al borde sur y sureste de este acuífero, que corresponde al contacto del mismo con el Llano de Inca-Sa Pobla.

9.2.3. Recarga, descarga y circulación

La recarga de este acuífero se produce por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos de los materiales permeables. La topografía de este acuífero es bastante menos abrupta que la del de Navarra, por lo que la generación de escorrentía subterránea será proporcionalmente mayor.

El esquema de circulación del agua subterránea en este acuífero se encuentra totalmente influenciado por la existencia de una depresión de bombeo producida por las extracciones de ACASA para abastecimiento. Esta depresión se encuentra adosada al borde oriental del acuífero, y presenta dos centros relativos con niveles freáticos por debajo del nivel del mar: el principal, correspondiente a los bombeos en la zona de Crestatx, y otro menor, al N, correspondientes a las extracciones de la zona de Son Vila-Es Cadell.

En la situación actual, y según la disposición de la superficie freática, otra parte del acuífero se descarga hacia el Llano de Sa Pobla, al S y SE, a una cota en torno a los 10 m.s.n.m.

Previamente al comienzo de la explotación intensiva de este acuífero, la circulación de las aguas subterráneas era sensiblemente diferente. La descarga natural visible se producía por manantiales de borde en la zona de Crestax, cerca de la carretera (Font de S'Ull), a una cota en torno a los 30 m.s.n.m. Asociadas a esta surgencia se encuentran las galerías drenantes que en la actualidad se encuentran secas, en la zona karstificada de Crestatx. Asimismo, con el nivel freático en el interior del acuífero a cotas más altas que en la actualidad, la descarga hacia el Llano de Sa Pobla sería mayor.

9.2.4. Explotación

Los pozos de abastecimiento de ACASA bombean del acuífero de Crestatx en torno a 1-1.5 hm³/a.

10. BIBLIOGRAFÍA

DGRH (2004). *Caracterización hidrogeológica del Acuífero de Crestatx (Sa Pobla, Mallorca). Estudio previo.*

Gelabert, B. (1998). *La estructura geológica de la mitad occidental de la isla de Mallorca.* (Tesis doctoral).

Gelabert, B. (2006). *Cartografía geológica de la zona de Crestatx (Mallorca). Interpretación geológica e hidrogeológica de datos geofísicos (Técnica magneto-telúrica).*

IGME (2007). *Evaluación del balance hídrico y determinación de la recarga natural del Acuífero de Crestatx (Mallorca).*

IGME-DGRH (2004). *Aplicación de la recarga con aguas procedentes de las Fonts Ufanes de Gabelli (Mallorca).*

IGME-UB (2005). *Campaña de AMT en Crestatx (Mallorca).*

ITGE (1991). *Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Inca, hoja 671. Serie MAGNA.*

Mateos R. M., López-García J. M., Gelabert B., Marcuello A., Ledó J. J., Queralt P., Murillo J. M., de la Orden J. A. y Ortiz G. (2007). *Control geológico de la intrusión marina en los acuíferos que abastecen a la Bahía de Alcudia, Norte de la Isla de Mallorca.* TIAC'07.

ANEXO 1.

TABLA RESUMEN DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Nº	Toponimia	Código IGME	Huso	UTM-X	UTM-Y	Cota (m)	Prof. (m)	Uso	Caudal (m3/h)	Código	Expediente
1	SON VILA -Inés Cortés		31	502 604	4 408 291	95	95	D	2	AAS 6620	
2	ES CADELL- Antonio Ros Munar		31	502 274	4 407 278	40	70	D	1.8	AAS 7530	
3	CAN ROTGER		31	501 192	4 408 112	110	?	D/R	10		
4	CAN GUILLÓ		31	501 083	4 408 506	115	98	D/R	24	SHB 8743	
5	CAN FELIU		31	502 631	4 409 421	55	140	-	-		
6	CAN FELIU		31	502 887	4 409 334	55	80	R	30	SHB 8396	
7	SON VILA - Font		31	501 765	4 408 992	80	3	-	-		
8	SON VILA - pozo		31	501 684	4 408 708	92	14	D/R	10		
9	SON VENTURA- Catalina Palou Xamena		31	501 392	4 407 202	54	140	R	15	ARE 756	
10	CA NA MORA 7	392631718	31	501 787	4 406 720	36.4	200	A	90		CAS 969 Y DI 17513
11	CA NA MORA 7.1		31	501 741	4 406 655	37.9	265	A	120	CAS 969	
12	PARCELA 4	392631720	31	501 691	4 406 508	33.65	150	A	40	CAT 574	
13	PARCELA 94	392631717	31	501 730	4 406 193	28.38	200	A	30	AAS 6658	CAS 970 Y DI 17369
14	FONT DE S'ULL		31	502 095	4 406 785	28.12	150	A	90	CAT 585	CAT 569
15	SON TONI	392631629	31	502 094	4 406 606	28	130	A	40	CAT 569	
16	SA SOLL	392631719	31	501 912	4 406 801	34.41	200	A	90	ACA 1078	ACA 1078 Y DI 18635
17	POU BOTILLA		31	501 874	4 406 801	34	?	A	?	ACA 1088	ACA 1088
18	54 RED DGRH CONTROL A ACASA		31	502 173	4 406 439	22.14	?	?	?		
19	S'UBAC 11-2	392631716	31	501 534	4 406 006	31.06	160	A	40	AAS 6656	CAS 851
20	S'UBAC 11-1		31	501 503	4 406 004	31	70	A	?	AAS 5754	
21	48 RED DGRH CONTROL A ACASA		31	501 516	4 405 608	26.16	65	D	4		
22	55 RED DGRH CONTROL A ACASA		31	501 422	4 405 127	20	?	A	10		
23	SON SABATER 2		31	502 063	4 405 712	15.55	18	?	?		
24	SON SABATER 1		31	502 124	4 405 370	10	?	?	?		
25	SON SABATER 3		31	501 858	4 405 793	20	?	?	?		
26	SA PUNTA		31	502 520	4 406 302	12.26	40	A	60		
27	TANCA MORO		31	502 583	4 406 171	13	140	A	90		
28	ES MORER		31	502 618	4 406 035	10.2	140	A	69		
29	ES MOLINÀS		31	502 734	4 406 309						
30	ES MOLINÀS		31	502 745	4 406 327	19	44.5		50		
31	SON BARBA 1-noria		31	503 028	4 406 246	9	100	A	90		ACA 1080
32	SON BARBA 2 - montaña		31	503 087	4 406 165	10	101	A	90		ACA 1081
33	SON BARBA 3		31	503 069	4 406 196	9	100	A	55		ACA 1079
34	ES CANTÓ		31	502 892	4 406 060	7.34	75	A	30		
35	CAL GALL 1		31	502 607	4 408 912	60	250	A	?	AAS 7853	
36	CAL GALL 2		31	502 609	4 409 178	60	250	A	?	AAS 7854	
37	SON VILA sondeo finca		31	501 886	4 408 669	85	?	-	-		
38	SON ROTGER- fuente		31	501 160	4 408 476	112	4	-	?		
39	CASELLES- Tim Pennell		31	499 695	4 407 348	114	?	D	3.6		
40	GAIETA PETIT- fuente		31	499 741	4 404 727	55	3	D	-		
41	GAIETA PETIT		31	499 517	4 404 681	46	70	R	5		
42	GAIETA GRAN		31	500 210	4 404 306	26	90	R	60	ARE 606	
43	GAIETA GRAN		31	500 625	4 404 320	25	65	R	36	ARE 758	
44	HORTS DE GAIETA GRAN		31	500 367	4 404 322	25	80	R	36	SHB 9528	
45	SON FERRAGUT		31	500 818	4 404 458	23	30	R	20	ACA 814	
46	CAL GALL 3		31	502 602	4 408 978	60	250	A	?	AAS 7845	
47	SON VILA - ACASA	392631724	31	502 415	4 408 091	64	150	A	28	AAS 7743	CAS 1170 Y AAS 7743
48	SON VILA - ACASA	392631723	31	502 402	4 408 048	62	150	A		AAS 7744	CAS 1170 Y AAS 7744
49	SON VILA - ACASA	392631722	31	502 383	4 407 929	56	150	A		AAS 7745	CAS 1170 Y AAS 7745
50	SON VILA - ACASA	392631721	31	502 357	4 407 772	53	150	A	38	AAS 7746	CAS 1170 Y AAS 7746
51	SON VILA- Martí Payeras Serra		31	502 724	4 408 760	75	150	D	3.6	AAS 2595	
52	SON VILA- Carlos Hugo Cerrato		31	502 451	4 407 934	75	105	D	1.8	AAS 11177	
53	ES CADELL- Antonio Ros Munar		31	502 163	4 407 752	50	80		0.9	AAS 4224	
54	ES CADELL- Antonio Ros Munar		31	502 173	4 407 503	50	80			CAT 729	
55	ES CADELL- Antonio Ros Munar		31	502 190	4 407 483	53	83			AAS 3756	
56	SON VENTURA- Francisca Serra Cantarellas		31	501 606	4 407 195	43	200	R	100	SHB 2551	
57	S'UBAC- Giovanni Luigi Brugna		31	501 123	4 406 262	43	100	D/R	42	SHB 8979	

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Nº	Toponimia	Código IGME	Huso	UTM-X	UTM-Y	Cota (m)	Prof. (m)	Uso	Caudal (m3/h)	Código	Expediente
58	SON CLADERA- Juan Socías Morell	POL. 2 PARC. 93	31	500 850	4 405 566	70.5	80	R	10	CAS 1349	
59	SON CLADERA- Pablo Socías Morell	POL. 2 PARC. 310	31	500 941	4 405 625	38.75	70	R	15	CAS1346	
60	SON FERRAGUT- Antoni Gelabert		31	500 669	4 405 379	80	80	R	3.6	ACA 554	
61	SON CLADERA- Hnos.Socías Morell		31	500 895	4 405 640		125			CAS 871	
62	SON FERRAGUT- Guillermo Caldés Payeras		31	500 692	4 404 909		50			AAS 7445	
63	SON FERRAGUT- Ana Pons Pons		31	501 134	4 404 928	25	90	R	25	SHB 6570	
64	SON FERRAGUT- Fco. De Paula Bonnín		31	501 101	4 404 839			R	25	ARE 3477	
65	SON FERRAGUT- Fco. De Paula Bonnín		31	501 176	4 404 797			R	25	ARE 3109	
66	SON CLADERA - S-15 piezómetro desaparecido	392630031	31	501 616	4 404 871	14.23	122	piezóm	-	S-15	
67	SON CORRO - S-30 PIEZÓMETRO	392630047	31	499 213	4 403 943	30.87	72	piezóm	-	S-30	
68	GAIETA PETIT- Pedro Gelabert Massanet		31	499 967	4 404 696		30	R/G	6.48	REG-26	
69	CAN CAPELLÍ- Pedro Serra Llinás		31	500 043	4 403 735	27	40	R	25	ARE 269	
70	GAIETA PETIT- Pedro Gelabert Massanet		31	499 919	4 404 615	40	70	R	35	SHB 8265	
71	TANCA D'EN ESCALAS- Jeroni Martorell Martorell		31	499 662	4 404 313		100	R/D	3.6	AAS 3452	
72	SON CORRO- Pedro Gelabert Massanet		31	499 201	4 404 062		30	R	5.3	ARE 3997	
73	SON CORRO- Pedro Gelabert Massanet		31	499 486	4 404 288	35	60	R	48	SHB 8264	
74	SON GARRETA-Bartolomé Salom Valls		31	499 064	4 404 030	55	54	D	1	AAS 2494	
75	SON CORRO- Gabriel Pons Riutort		31	499 221	4 403 806	32.5	60	R	14	CAS 1290	
76	SON GARRETA- Fco. Belda Hernández		31	498 897	4 403 930	35.9	65	D	1.8	AAS 8250	
77	SON GARRETA- Sebastián Gost Cladera		31	498 777	4 403 948	37	?	A	20	CAT 406	
78	SA COMA DE S'AIGO- Tomás Pons Seguí		31	498 641	4 404 655	36.91	30			CAT 8316	
79	SO NA PACS- ESPE-3		31	498 263	4 404 582	40	?				
80	SA COVA- Maria Seguí Barrera		31	498 623	4 404 790	40	90	R	30	CAT 7959	
81	SA COVA - Margarita Coll Trias		31	498 329	4 404 764	43	?	R/G	54	ARE 188	
82	SA COVA- Isabel Pons Cladera		31	497 993	4 404 807	43	55	R/D	3.6	AAS 1675	
83	SA COVA - Juana Cabrer Parera		31	498 017	4 405 029	44	72	D	1.8	AAS 8670	
84	SA COVA -Ayt. Campanet		31	498 271	4 405 191	60	120	A	45	SHB 523	
85	SA COVA- Ayt. Campanet		31	498 257	4 405 080	50	203	A	45	CAS 557	
86	SA COVA- Ayt. Campanet		31	498 187	4 405 227	60	115	A	36	SHB 522	
87	SA COVA- Lorenzo Reynés Socías		31	497 825	4 405 029	55	82	?	?	SHB 638	
88	SA COVA - Pedro Vilanova Bisquerra		31	497 235	4 404 960	45	90	R	25	ARE 193	
89	FANGAR- Juan Crespi Pons		31	497 928	4 405 652		100	D	0.15	AAS 4986	
90	FANGAR-Laurent Meier		31	497 933	4 405 694		75	D	0.15	AAS 5362	
91	FANGAR- Catalina Sabater Rosselló		31	498 019	4 406 330		40	D	6	ACA 771	
92	FANGAR- Fco. Mascará Crespi		31	498 106	4 406 462	68	150	R	3	SHB 196	
93	FANGAR- Margarita Pons Tugores		31	498 555	4 406 734		80	D	1.8	AAS 6054	
94	SA FONT DE SANT MIQUEL		31	498 302	4 406 938		125	D	3.6	AAS 11088	
95	CASELLES- Callejo Cantallops S.L.		31	499 627	4 407 232		163	D	1.8	AAS 11614	
96	CASELLES-Manuel Garrido Fdez.		31	499 575	4 407 519	85	117	D	1.8	AAS 6487	
97	CASELLES- Miquel Cifre Ripoll		31	499 458	4 407 514	95	115	D	0.5	AAS 8169	
98	CASELLES- Fca.Bennásar Capó		31	499 725	4 407 553		125	D	1.8	AAS 4803	
99	CASELLES- José Barberá Suñer		31	500 409	4 407 519	155	142		10	SHB 3176	
100	CASELLES- José Barberá Suñer		31	500 435	4 407 636	150	146		15	SHB 3177	
101	SON FERRAGUT- Catalina Payeras Serra		31	501 108	4 405 029	30	107	R	20	ARE 752	
102	CRESTATX- Fca. Bosch Vidal		31	502 371	4 406 675		25	R	8	ARE 907	
103	ES CADELL- Antonio Ros Munar		31	502 355	4 407 658		80			AAS 3721	
104	ES CADELL- Antonio Ros Munar		31	502 242	4 407 536		80			AAS 4194	
105	SO N'ALEGRE- Dirk Semmler		31	501 531	4 405 339	21	22	R	4	ARE 902	
106	Pozo junto cantera Campanet		31	498 673	4 404 735	36	?				
107	SO NA PACS- ESPE-1		31	498 503	4 404 574	38	?				
108	SO NA PACS- ESPE-2		31	498 460	4 404 712	38	?				
109	SA COVA- Ayt. Campanet		31	498 452	4 405 021	60	110	A	43	SHB 8089	
110	CASELLES- RAFALET Kalepia S.L.		31	499 325	4 408 029	108	180	D	3.6	AAS 5672	
111	CASELLES GRAN- Werner H. Seiler		31	499 982	4 408 495	123	153	D/R	3.6	AAS 8833	
112	CAN COIX		31	498 115	4 404 260	40	?	R	15		
113	CANTERA CAMPANET		31	498 678	4 404 858	25					

ANEXO 2.

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS

Nº	Código	Toponimia	Cota	Prof. agua (m)					Nivel (m.s.n.m.)	
				mar-04	jun-06	may-08	sep-08	Signific.	Signific.	
1	AAS 6620	SON VILA -Inés Cortés	95	39.36			49.88	39.36	55.64	
2	AAS 7530	ES CADELL- Antonio Ros Munar	40	13.02				13.02	26.98	
3		CAN ROTGER	110			10.37	14.66	10.37	99.63	
4	SHB 8743	CAN GUILLÓ	115							
5		CAN FELIU	55				10.3			
6	SHB 8396	CAN FELIU	55	15.05			21.35	15.05	39.95	
7		SON VILA - Font	80				2.01			
8		SON VILA - pozo	92	8.1			16.37	8.1	83.9	
9	ARE 756	SON VENTURA- Catalina Palou Xamena	54							
10		CA NA MORA 7	36.4			51.58		51.58	-15.18	
11	CAS 969	CA NA MORA 7.1	37.9			53.55	85.11	53.55	-15.65	
12	CAT 574	PARCELA 4	33.65	52.4				52.4	-18.75	
13	AAS 6658	PARCELA 94	28.38	43.5			81.78	43.5	-15.12	
14	CAT 585	FONT DE S'ULL	28.12							
15	CAT 569	SON TONI	28	59.3				59.3	-31.3	
16	ACA 1078	SA SOLL	34.41	53.8			99.69	53.8	-19.39	
17	ACA 1088	POU BOTILLA	34							
18		54 RED DGRH CONTROL A ACASA	22.14							
19	AAS 6656	S'UBAC 11-2	31.06	43.8			68.22	43.8	-12.74	
20	AAS 5754	S'UBAC 11-1	31							
21		48 RED DGRH CONTROL A ACASA	26.16							
22		55 RED DGRH CONTROL A ACASA	20			9.1	11.04	9.1	10.9	
23		SON SABATER 2	15.55							
24		SON SABATER 1	10							
25		SON SABATER 3	20							
26		SA PUNTA	12.26							
27		TANCA MORO	13	15.5			12.84	15.5	-2.5	
28		ES MORER	10.2							
29		ES MOLINÁS								
30		ES MOLINÁS	19							
31		SON BARBA 1-noria	9	5.3				5.3	3.7	
32		SON BARBA 2 - montaña	10							
33		SON BARBA 3	9							
34		ES CANTÓ	7.34							
35	AAS 7853	CAL GALL 1	60	15.07				15.07	44.93	
36	AAS 7854	CAL GALL 2	60	16.95			23.23	16.95	43.05	
37		SON VILA sondeo finca	85	23.5				23.5	61.5	
38		SON ROTGER- fuente	112	2.9			3.93	2.9	109.1	
39		CASELLES- Tim Pennell	114	49.9			63.64	49.9	64.1	
40		GAIETA PETIT- fuente	55	2			3.14	2	53	
41		GAIETA PETIT	46	25				25	21	
42	ARE 606	GAIETA GRAN	26							
43	ARE 758	GAIETA GRAN	22	28				28	-6	
44	SHB 9528	HORTS DE GAIETA GRAN	25			10.63		10.63	14.37	
45	ACA 814	SON FERRAGUT	23			16.5	14.91	16.5	6.5	
46	AAS 7845	CAL GALL 3	60				23.97			
47	AAS 7743	SON VILA - ACASA	64							
48	AAS 7744	SON VILA - ACASA	62							
49	AAS 7745	SON VILA - ACASA	56							
50	AAS 7746	SON VILA - ACASA	53				89.05			
51	AAS 2595	SON VILA- Martí Payeras Serra	75							
52	AAS 11177	SON VILA- Carlos Hugo Cerrato	75							
53	AAS 4224	ES CADELL- Antonio Ros Munar	50							
54	CAT 729	ES CADELL- Antonio Ros Munar	50							
55	AAS 3756	ES CADELL- Antonio Ros Munar	53							
56	SHB 2551	SON VENTURA- Francisca Serra Cantarellas	43							
57	SHB 8979	S'UBAC- Giovanni Luigi Brugna	43							

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS

Nº	Código	Toponimia	Cota	Prof. agua (m)					Nivel (m.s.n.m.)	
				mar-04	jun-06	may-08	sep-08	Signific.	Signific.	
58	CAS 1349	SON CLADERA- Juan Socias Morell	70.5				45.43			
59	CAS1346	SON CLADERA- Pablo Socias Morell	38.75							
60	ACA 554	SON FERRAGUT- Antoni Gelabert	40			18.6	24.21	18.6	21.4	
61	CAS 871	SON CLADERA- Hnos.Socias Morell								
62	AAS 7445	SON FERRAGUT- Guillermo Caldes Payeras					20.09			
63	SHB 6570	SON FERRAGUT- Ana Pons Pons	25							
64	ARE 3477	SON FERRAGUT- Fco. De Paula Bonnin								
65	ARE 3109	SON FERRAGUT- Fco. De Paula Bonnin								
66	S-15	SON CLADERA-piezómetro desaparecido	14.23							
67	S-30	SON CORRÓ- PIEZÓMETRO	30.87		19.97		23.24	19.97	10.9	
68	REG-26	GAIETA PETIT- Pedro Gelabert Massanet					12.77			
69	ARE 269	CAN CAPELLI- Pedro Serra Llinás	27							
70	SHB 8265	GAIETA PETIT- Pedro Gelabert Massanet	40				15.46			
71	AAS 3452	NCA D'EN ESCALAS- Jeroni Martorell Marto	35							
72	ARE 3997	SON CORRÓ- Pedro Gelabert Massanet								
73	SHB 8264	SON CORRÓ- Pedro Gelabert Massanet	35							
74	AAS 2494	SON GARRETA-Bartolomé Salom Valls	40							
75	CAS 1290	SON CORRÓ- Gabriel Pons Riutort	32.5		16.78		22.69	16.78	15.72	
76	AAS 8250	SON GARRETA- Fco. Belda Hernández	35.9		21.27			21.27	14.63	
77	CAT 406	SON GARRETA- Sebastián Gost Cladera	37		18.43			18.43	18.57	
78	CAT 8316	SA COMA DE S'AIGO- Tomás Pons Seguí	36.91			11.92	21.27	11.92	24.99	
79		SO NA PACS- ESPE-3	40		11.85			11.85	28.15	
80	CAT 7959	SA COVA- Maria Seguí Barrera	40			13.63		13.63	26.37	
81	ARE 188	SA COVA - Margarita Coll Trias	43							
82	AAS 1675	SA COVA- Isabel Pons Cladera	43							
83	AAS 8670	SA COVA - Juana Cabrer Parera	44							
84	SHB 523	SA COVA -Ayt. Campanet	60							
85	CAS 557	SA COVA- Ayt. Campanet	45		28.62		32.5	28.62	16.38	
86	SHB 522	SA COVA- Ayt. Campanet	60							
87	SHB 638	SA COVA- Lorenzo Reynés Socias	55							
88	ARE 193	SA COVA - Pedro Vilanova Bisquerra	45							
89	AAS 4986	FANGAR- Juan Crespi Pons	65			4.8		4.8	60.2	
90	AAS 5362	FANGAR-Laurent Meier								
91	ACA 771	FANGAR- Catalina Sabater Rosselló								
92	SHB 196	FANGAR- Fco. Mascaró Crespi	68							
93	AAS 6054	FANGAR- Margarita Pons Tugores								
94	AAS 11088	SA FONT DE SANT MIQUEL								
95	AAS 11614	CASELLES- Callejo Cantalops S.L.								
96	AAS 6487	CASELLES-Manuel Garrido Fdez.	107							
97	AAS 8169	CASELLES- Miquel Cifre Ripoll	95							
98	AAS 4803	CASELLES- Fca.Bennásar Capó								
99	SHB 3176	CASELLES- José Barberá Suñer	150							
100	SHB 3177	CASELLES- José Barberá Suñer	155							
101	ARE 752	SON FERRAGUT- Catalina Payeras Serra								
102	ARE 907	CRESTATX- Fca. Bosch Vidal								
103	AAS 3721	ES CADELL- Antonio Ros Munar								
104	AAS 4194	ES CADELL- Antonio Ros Munar								
105	ARE 902	SO N'ALEGRE- Dirk Semmler								
106		pozo junto cantera Campanet	36			13.56	23.62	13.56	22.44	
107		SO NA PACS- ESPE-1	38		16.75			16.75	21.25	
108		SO NA PACS- ESPE-2	38		25.64			25.64	12.36	
109	SHB 8089	SA COVA- Ayt. Campanet	60		45.5			45.5	14.5	
110	AAS 5672	CASELLES- RAFALET Kalepia Rafalet S.L.	108							
111	AAS 8833	CASELLES GRAN- Werner H. Seiler	123							
112		CAN COIX	40			9.1		9.1	30.9	
113		CANTERA	25			1.93	seco	1.93	23.07	