



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO DE GAS
PREVIABILIDAD EN
FORMACIONES DETRITICAS Y SALINAS

HOJA. Nº 34. HOSPITALET (E.1:200.000)

**RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA INFORMACION GEOLOGICA,
HIDROGEOLOGICA, MINERA Y GEOFISICA**

MEMORIA

ITGE - ENAGAS
Ref. OC/RM/009.95



Secretaría de Estado de Aguas y Costas
Ministerio de Medio Ambiente

25084



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO DE GAS

PREVIABILIDAD EN

FORMACIONES DETRITICAS Y SALINAS

HOJA. Nº 34. HOSPITALET (E.1:200.000)

**RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA INFORMACION GEOLOGICA,
HIDROGEOLOGICA, MINERA Y GEOFISICA**

MEMORIA

**ITGE - ENAGAS
Ref. OC/RM/009.95**

INDICE

	PAG.
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	1
3. METODOLOGIA	1
4. MARCO GEOLOGICO E HIDROGEOLOGICO	2
4.1. Marco geológico	2
4.2. Marco hidrogeológico	3
5. ANALISIS LITOLOGIAS FAVORABLES	5
5.1. Registro Estratigráfico	5
5.1.1. TRIASICO	5
5.1.2. PALEOGENO	12
5.1.3. NEOGENO	19
6. ANALISIS INFORMACION GEOFISICA GRAVIMETRICA	30
6.1. Introducción	30
6.2. Sondeos Mecánicos	31
6.3. Trabajos Gravimétricos	31
6.4. Comentarios a la Información Geofísica	32
7. CONCLUSIONES GENERALES	35
7.1. Formaciones Favorables	35
7.2. Areas Favorables	36
BIBLIOGRAFIA	39

1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a los "Resultados del Análisis de la Información Geológica, Hidrogeológica, Minera y Geofísica, no sísmica, relativa a la Hoja.E.1:200.000 Nº 34 de Hospitalet que, ubicada en el Arco Mediterráneo Oriental, se incluye en la FASE.I del proyecto "Almacenamiento Subterráneo de Gas. Previabilidad en Formaciones Detríticas y Salinas" que, para ENAGAS, está realizando el ITGE.

Los resultados que aquí se exponen y que tal como se indica en el cuerpo del informe deberán ser corroboradas con investigaciones más detalladas, serán complementados en otro documento que resulte del análisis de la información petrolera.

2. OBJETIVO

Conforme lo anterior, el presente documento tiene por objetivo la definición y localización de litologías, o unidades estratigráficas, y áreas estructurales favorables para el almacenamiento de gas, en el ámbito geográfico de la Hoja E.1:200.000 Nº 34 de Hospitalet.

3. METODOLOGIA

La metodología seguida para la elaboración de este documento ha sido la de integrar en él, de forma conjunta y no por separado, el análisis de la información geológica, hidrogeológica, minera y geofísica.

No obstante, para llegar a ello ha sido necesario, y de forma individualizada, proceder por una parte al análisis geológico y minero y por otra al hidrogeológico, definiendo en cada uno de ellos los conceptos básicos de interés para el proyecto, es decir, litologías y áreas favorables.

La documentación geofísica, específicamente referida a la gravimetría, recoge toda la información de datos gravimétricos existentes en el fondo documental del ITGE,

correspondientes a la Hoja de Hospitalet, de interés para el proyecto.

4. MARCO GEOLOGICO E HIDROGEOLOGICO

4.1. Marco geológico

La Hoja Nº 34. E.1:200.000 de Hospitalet se extiende por las provincias de Barcelona, Tarragona y Lérida y comprende fragmentos de cuatro grandes unidades estructurales: su ángulo SE. abarca una parte importante de los Catalánides; el ángulo NO., un pequeño fragmento del Prepirineo y entre ambos se extiende la Depresión del Ebro. La cuarta unidad estructural es la Depresión del Vallés-Penedés, que se sitúa en relación a los Catalánides y sigue una dirección NE.-SO.

Los materiales más antiguos afloran en el sector de los Catalánides y son rocas ígneas y metasedimentos paleozoicos. **Dentro de los sedimentos mesozoicos los que muestran mayor interés, para los objetivos del proyecto, son los triásicos.** El Jurásico está muy mal representado y aflora en forma de parches cartográficos en los sectores de los Catalánides y del Prepirineo; con respecto a su distribución en el subsuelo se conoce que no está presente en el ámbito de la Depresión del Ebro (véase sondeos de Guisona-1, Senant-1, Castellfullit-1 y Sampedor en Mapa.1) y dentro de la Depresión del Vallés-Penedés el único dato lo aporta el sondeo Martorell-1 (Mapa.2), donde no se registra dicha formación.

Los sedimentos cretácicos presentan en superficie y en profundidad una distribución similar a las del Jurásico. Su interés, **como formación para el almacenamiento de gas, es escaso** dado que las formaciones más porosas y permeables (por ejemplo Calizas del Coniaciense en el Prepirineo) afloran en superficie, en el ámbito de la Hoja de Hospitalet. En el subsuelo, el sondeo de Sant-Sadurní-1 atraviesa en el intervalo 855-874 (Mapa 2) un nivel de calcarenitas del Neocomiense con una porosidad aparente según el "sonic" del orden del 6%. Esta baja porosidad y el hecho de que estos sedimentos se sitúen en relación a una estructura de la que se desconoce su estanqueidad llevan a desestimar esos materiales. Por todas las razones señaladas **los sedimentos cretácicos no**

se analizan en esta memoria.

Los sedimentos paleógenos forman el relleno de la Depresión del Ebro y se analizan en detalle, dado que son de interés para los objetivos del proyecto.

El Neógeno, y más concretamente los sedimentos miocenos, que se sitúan en la Depresión del Vallés-Penedés, son de interés para el almacenamiento de gas y por ello se analizan en detalle.

4.2. Marco hidrogeológico

Desde el punto de vista hidrográfico la Hoja E.1:200.000 de Hospitalet está a caballo entre la Cuenca del Ebro y la del Pirineo Oriental, distribuyéndose las Unidades Hidrogeológicas (U.H.) en el vértice NO., las pertenecientes a la Cuenca del Ebro y en el cuadrante SE., las del Pirineo Oriental. En el resto de la Hoja, al estar constituidas por sedimentos del Paleógeno, considerados como materiales impermeables con o sin acuíferos aislados de interés local, no hay definidas Unidades Hidrogeológicas.

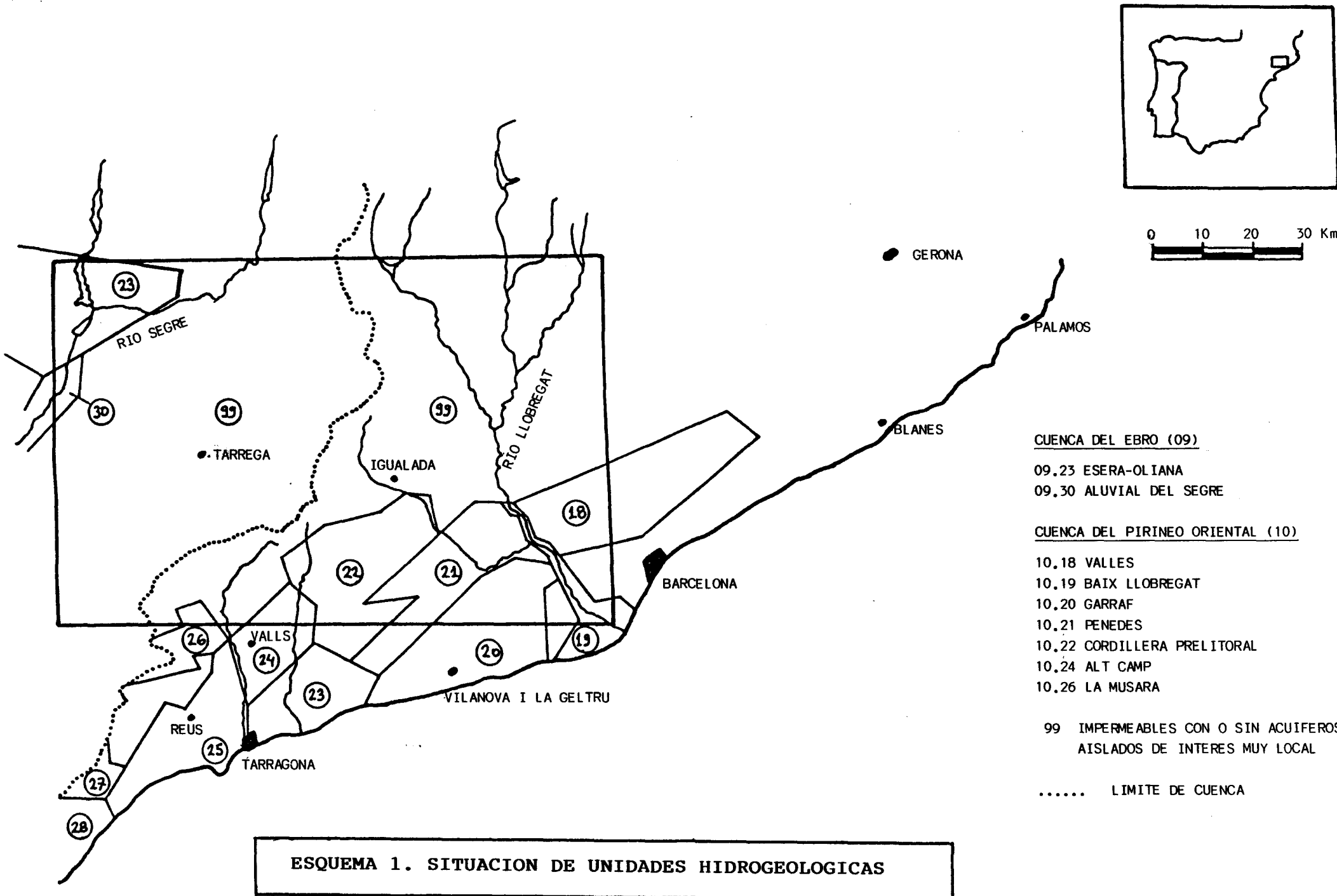
En la Hoja que nos ocupa, se pueden diferenciar 9 U.H.(MOPU-ITGE.1990), reflejadas en el Esquema.1, y que por orden de numeración son:

* Cuenca del Ebro

- * 09.23. Esera-Oliana.
- * 09.30. Aluvial del Segre.

* Cuenca del Pirineo Oriental

- * 10.18. Vallés.
- * 10.19. Baix Llobregat.
- * 10.20. Garraf.
- * 10.21. Penedés.
- * 10.22 Cordillera Prelitoral



ESQUEMA 1. SITUACION DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

*** 10.24. Alt Camp.**

*** 10.26. La Musara.**

Se indica, que las U.H. 10.20, 10.24 y 10.26 fueron tratadas en el documento correspondiente a la Hoja E.1:200.000 Nº 42 de Tarragona.

En el Cuadro.1, se recogen las características hidrogeológicas del resto de las U.H., considerados como acuíferos regionales.

CUADRO Nº 1
CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS ACUIFEROS REGIONALES

ACUIFERO	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	NATURALEZA LITOLOGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO	POTENCIA DE LOS HORIZONTES ACUIFEROS	PARAMETROS HIDRAULICOS			
					T (m ² /día)	S	φ (%)*	K
CALIZAS Y DOLOMIAS MESOZOICAS	10.22. C. PRELITORAL 10.21. PENEDES (Acuifero basal) 10.20. GARRAF 09.23. ESERA-OLIANA	CALCAREO	Libre, confinado y colgado	Muschelkalk sup: 80 m. Muschelkalk inf: 70-90 m. Jurásico.-Cretácico: 500-1000 m.	500	0,05		Media-Alta Media-Alta Media-Alta
MIOCENO DE LAS DEPRESIONES PRELITORALES	10.18. VALLES 10.21. PENEDES	DETRITICO	Semiconfinado a confinado	Mioceno basal: 30-300 m. Mioceno marino: 50 m. Mioceno med-sup: 300-400 m.	5 5 5-30			Baja Baja Baja
CALIZAS DEL EOCENO INFERIOR	10.22. C. PRELITORAL 09.23. ESERA-OLIANA	CALCAREO	Libre y confinado Libre	Ilerdense: 0-70 m.				Alta (UH. 09.23)

(*) φ (%) Porosidad eficaz estimada

5. ANALISIS DE LAS LITOLOGIAS FAVORABLES

El análisis de la información respecto a la favorabilidad, para el almacenamiento de gas, de los diferentes materiales subyacentes en el ámbito de la Hoja de Hospitalet, ha sido realizado en base a los siguientes criterios:

- Hidráulicos. Formaciones permeables, semipermeables e impermeables o de permeabilidad muy baja.
- Calidad química. Grado de mineralización.
- Demanda de agua. Recursos y demandas actuales y futuras.
- Accesibilidad. Factibilidad real y potencial de aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos.
- Geométrico-Estructural. Potencia de las formaciones de interés y de la cobertera sellante y configuración estructural.

Se pasa a continuación a describir, conforme a los citados criterios, aquellas formaciones litoestratigráficas susceptibles de constituir almacén:

5.1. REGISTRO ESTRATIGRAFICO

5.1.1. TRIASICO

Criterios estratigráficos e hidrogeológicos para la definición de unidades favorables

Información estratigráfica

El Triásico de la Hoja E.1:200.000 de Hospitalet comprende cinco unidades litoestratigráficas (Virgili, 1958; Calvet y Marzo, 1994) que de base a techo son:

Buntsandstein, Muschelkalk inferior, Muschelkalk medio, Muschelkalk superior y Keuper.

* Buntsandstein

Aflora en las Cordilleras Costero Catalanas, con un espesor que oscila entre 250 m en el E. (Hoja de Sabadell N° 392; E 1:50.000) y 50 m en el O. (Hoja de Montblanch N° 418; E 1:50.000). Se trata de una unidad siliciclástica, granodecreciente y de origen fluvial, que reposa discordante sobre un zócalo paleozoico rubefactado (Fig.1).

Su base está constituida por un nivel de conglomerados, formado por cantos de naturaleza esencialmente silícea; localmente aparece cementado y su espesor oscila entre 6 y 10 m.

El grueso de esta unidad está integrado por la repetición cíclica de una serie de secuencias formadas por un término arenoso que grava verticalmente a otro lutítico, con frecuentes intercalaciones de paleosuelos calcáreos. Las areniscas corresponden, en su mayor parte, a depósitos de canal y muestran un grado de cementación variable (50-90%); el cemento es silíceo y ferruginoso, en la base de este tramo arenoso-lutítico, y evoluciona a carbonatado y ferruginoso hacia el techo del mismo. Este tramo arenoso-lutítico evoluciona verticalmente a otro de naturaleza lutítica, con delgadas intercalaciones de horizontes arenosos y carbonatados. Su espesor oscila entre 20 y 35 m, representa el tránsito a los sedimentos del Muschelkalk y agrupa un conjunto de sedimentos formados por amplias llanuras fangosas.

El Muschelkalk aflora en el ámbito del Prepirineo y en las Cordilleras Costero Catalanas. En relación a esta última cordillera es donde muestra mayor interés, para los objetivos del proyecto, y allí se divide en las siguientes unidades litoestratigráficas:

* Muschelkalk inferior.

Su espesor oscila entre 70 y 90 m y está constituido por sedimentos carbonatados de

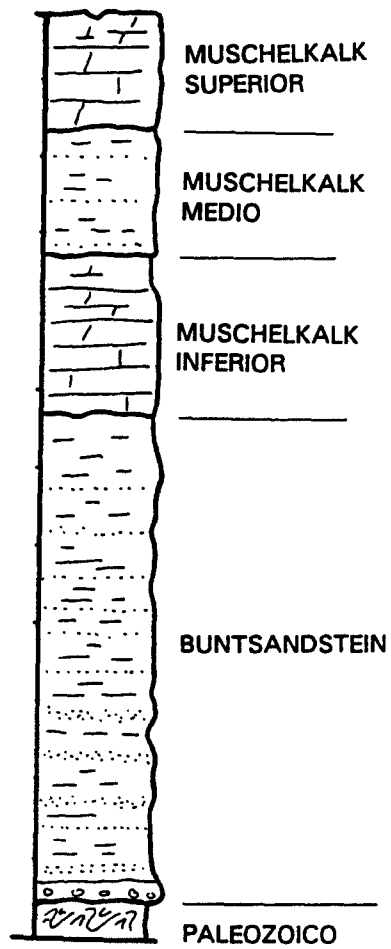


Figura 1. Columna estratigráfica de Olesa (x: 1967.282; y: 788.543)
Escala 1:5.000. Sección típica del Buntsandstein y Muschelkalk
de la Hoja de Hospitalet.

origen marino (plataformas costeras).

La base de la unidad está constituida por calizas microcristalinas, ligeramente arcillosas, ferruginosas y ocasionalmente bioclásticas y oolíticas; estas calizas pueden aparecer parcialmente dolomitizadas. Hacia el techo predominan las dolomías grises, con nódulos de sílex y lentejones de aspecto brechoide; pasan en la vertical a dolomías blancas de grano fino a medio y con nódulos o vetillas de sílex.

* Muschelkalk medio.

Su espesor oscila entre 20 y 90 m, y es una unidad detrítica roja similar al Buntsandstein, salvo en la ausencia de conglomerados y en la aparición ocasional de yeso fibroso y alabastro.

Está constituido por niveles de arenas de grano fino con cemento calcáreo o silíceo y con un contenido en micas bajo. Estos niveles alternan con otros arcillosos que pueden incluir yeso. El conjunto corresponde a depósitos de llanuras fangosas, surcadas por corrientes efímeras y que localmente desarrollan charcas evaporíticas.

* Muschelkalk superior.

Su espesor oscila entre 60 y 80 m, y está constituido por sedimentos carbonatados de origen marino.

Esta unidad suele aparecer incompleta, por erosión, y cuando se observa una transición entre ella y los sedimentos del Keuper (por ejemplo Hoja de Montblanch Nº 418, E.1:50.000), está constituida, en la base, por dolomías y calizas dolomíticas que pueden incluir bioclastos y oolitos. Hacia el techo predominan las dolomías; éstas muestran un carácter más margoso en la proximidad a los sedimentos del Keuper.

Desde un punto de vista petrológico es posible diferenciar el Muschelkalk inferior del superior por el tamaño de los constituyentes. En el inferior predominan los tamaños

micríticos y en el superior los esparfíticos; además los procesos de dolomitización son más intensos en el superior.

* Keuper.

A causa de la erosión pre-eocena el espesor de esta unidad es muy variable y aflora tanto en relación al Prepirineo como en las Cordilleras Costero Catalanas. En ambos casos sus composición litológica consiste en dolomías, arcillas y yesos.

Información hidrogeológica

Las principales aportaciones, para los objetivos de este proyecto, que se desprenden del análisis de los estudios hidrogeológicos, realizados en los sedimentos triásicos de la Hoja de Hospitalet son:

- a) Actualmente no se tienen datos de permeabilidad de los sedimentos del Buntsandstein, si bien, a juzgar por sus características litológicas no deben ser muy altas.
- b) Los sedimentos carbonatados del Muschelkalk inferior y superior presentan porosidad por fracturación y disolución siendo su permeabilidad media-alta. Experimentalmente se han determinado, en áreas próximas a la localidad de Aiguamurcia, fuera de la Hoja de Hospitalet, transmisividades de $500 \text{ m}^2/\text{día}$ y un coeficiente de almacenamiento de 0,05.

Un aspecto a destacar de **estos dos tramos carbonatados del Muschelkalk** es que **constituyen acuíferos en explotación**. En el área de Gaia, el Muschelkalk inferior actúa como acuífero regional, quedando el Muschelkalk superior como acuífero colgado. En el Macizo de Garraf, los dos tramos carbonatados se hallan confinados bajo la serie Jurásico-Cretácica, constituyendo un acuífero desconocido, situación que, por otra parte, es aplicable para el zócalo triásico de la Depresión del Vallés-Penedés.

Los sedimentos siliciclásticos del Muschelkalk medio pueden considerarse como una

unidad impermeable, dada su naturaleza arcillosa y el hecho de que los tramos de arenas finas están cementados, en su mayor parte.

c) Los sedimentos arcillosos, dolomíticos y yesíferos de Keuper constituyen una unidad impermeable.

Unidades favorables

En este apartado se analizan las unidades estratigráficas que, por su porosidad o permeabilidad y posición estratigráfica, pueden considerarse de interés para el almacenamiento de gas.

El Buntsandstein:

Reposa discordante sobre sedimentos paleozoicos impermeables y forma una secuencia granodecreciente que culmina en un tramo arcilloso. Así, los conglomerados y areniscas de la base y el tramo medio de la unidad están sellados por sedimentos impermeables. La porosidad en estos niveles de conglomerados y areniscas es variable, dado que la cementación silíceo o carbonatada puede ocupar entre el 50 y 90% de los poros. Esta variabilidad en la porosidad nos ha llevado a considerar como favorables los niveles de conglomerados y areniscas, si bien es necesario resaltar que para determinar su grado de interés sería necesario realizar un estudio petrológico mucho más detallado.

Los sedimentos carbonatados del Muschelkalk inferior y superior:

Presentan permeabilidades medias-altas, y están limitados por unidades impermeables (tramo superior del Buntsandstein, Muschelkalk medio y Keuper; véase Fig.1) y constituyen acuíferos en explotación. Este último dato limita el interés de los sedimentos carbonatados, como roca para el almacenamiento de gas, a aquellas áreas donde se sitúen por debajo de 800 m, que es la profundidad máxima a la que actualmente se perfora para la extracción de agua. No se conoce la profundidad a la que se sitúan los sedimentos carbonatados, en gran parte del área de estudio. Esta limitación y el valor

potencial de los acuíferos del Muschelkalk a medio y largo plazo han inducido a desestimar estas unidades, para los objetivos del proyecto.

Criterios estructurales para la definición de áreas favorables

Información sísmica

Verges y Durbank (1996) han realizado un trabajo de síntesis sobre la evolución tectónica de la Cuenca Pirenaica Central en el Eoceno-Oligoceno. En este trabajo aportan los perfiles sísmicos que se recogen en las Figs.2A, 2B y 2C, y en ellos se observa que, en el área de estudio y bajo los sedimentos terciarios de la Depresión del Ebro, los sedimentos del Buntsandstein (unidad favorable) forman parte de una serie monoclinial, que se hunde hacia el N.

En el ámbito de la Depresión neógena del Vallés-Penedés, se conoce muy poco sobre la distribución en profundidad de los sedimentos del Buntsandstein. Únicamente se puede señalar que los sedimentos mesozoicos, y por tanto la unidad favorable, muestran una configuración en bloques definiendo un área elevada o dorsal que sigue la dirección de la fosa (Fig.3).

Información de sondeos

Los sondeos que aportan información sobre la distribución del Buntsandstein en profundidad se recogen en el Mapa 1 y son: Guisona-1, Senant-1, Castellfullit-1 y Sampedor. En el sondeo de Guisona-1, el Buntsandstein se sitúa entre 3225 y 2767 m, entre 1649 y 1630 en el de Senant-1, en el de Castellfullit entre 2400 y 2195 y entre 2040 y 1830 en el de Sampedor.

En el ámbito de la Depresión del Vallés-Penedés, el sondeo de Martorell-1 no corta sedimentos triásicos y el sondeo de Sant Sarduni-1 no sobrepasó los sedimentos cretácicos (véase Mapa 2).

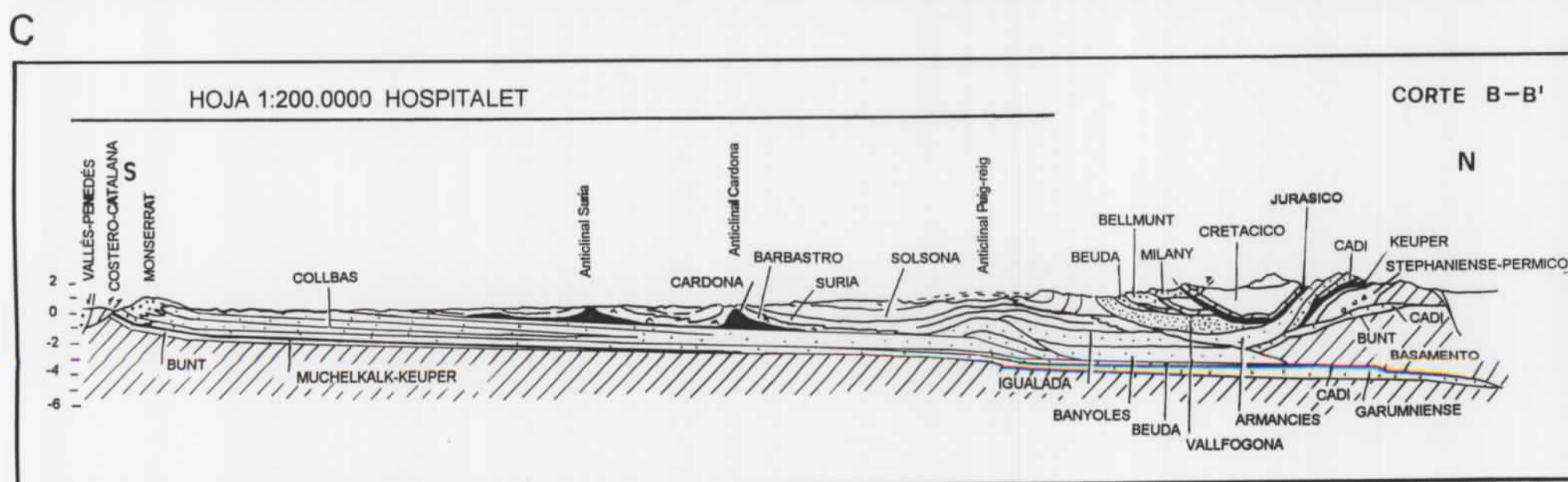
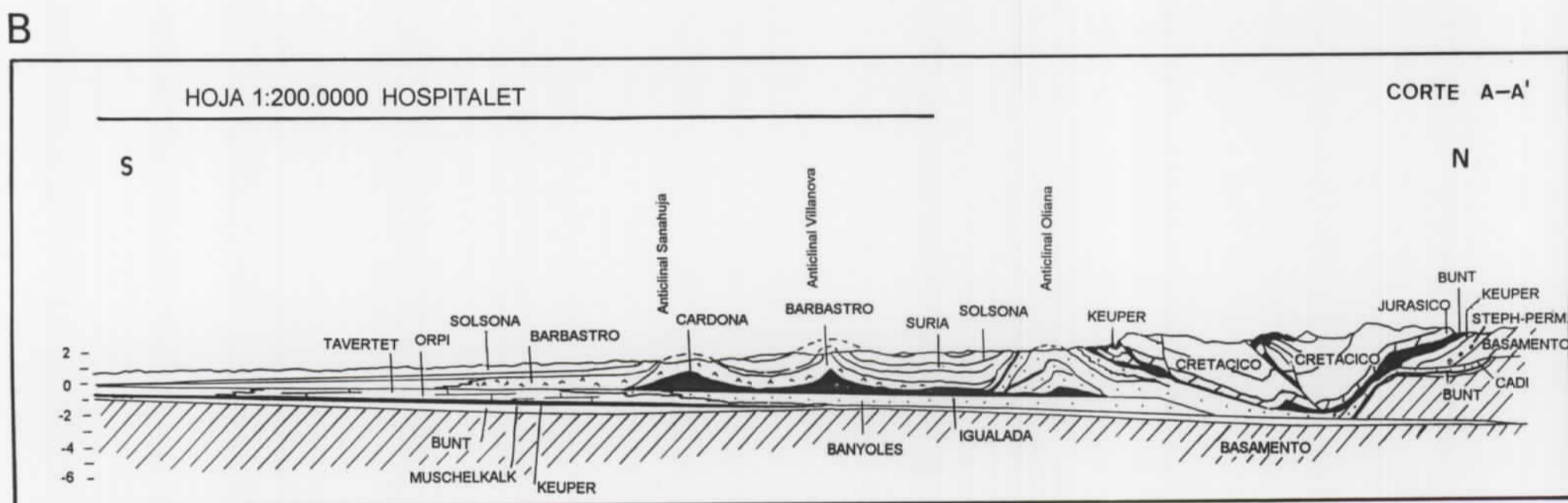
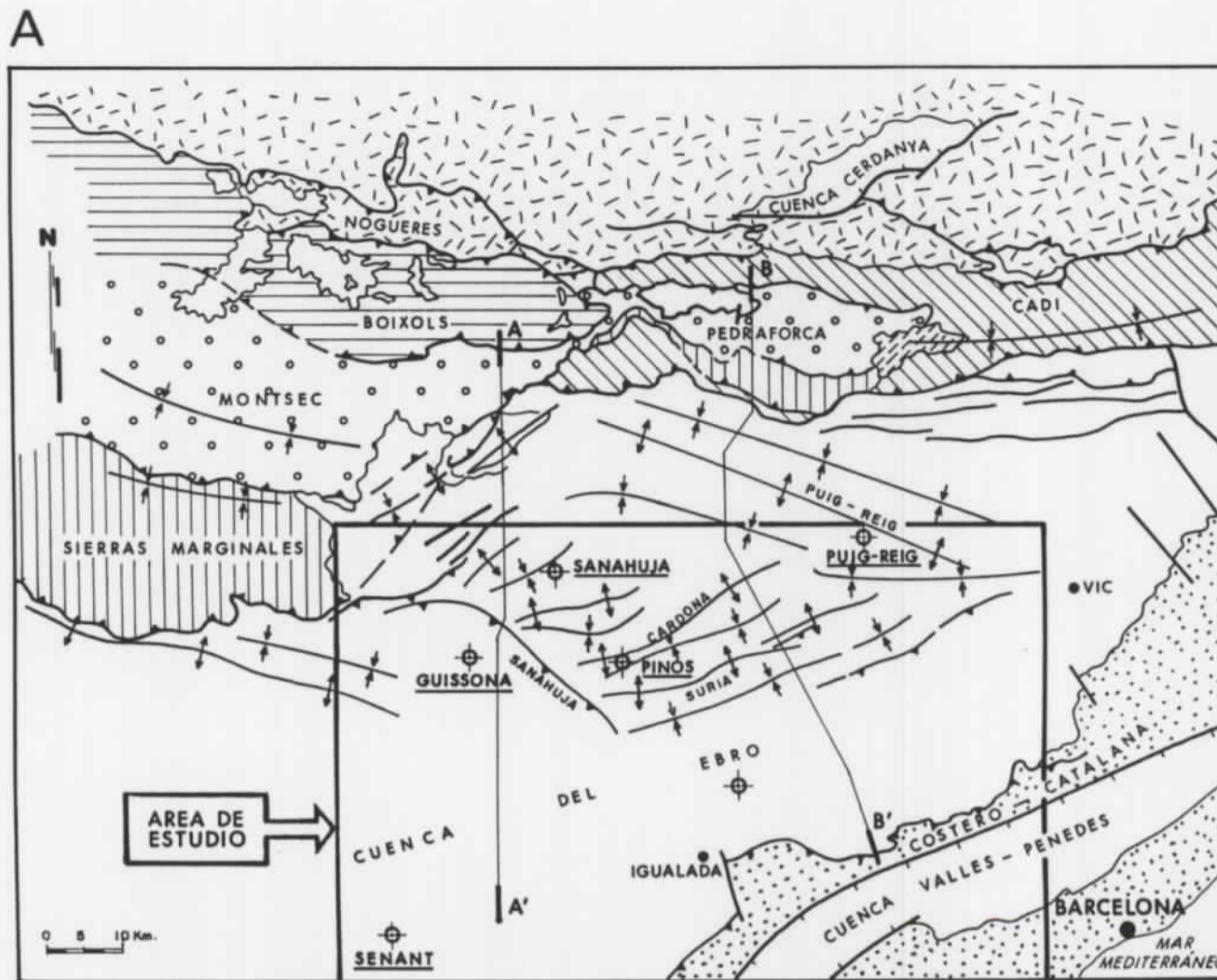


Figura 2. A: Situación de los perfiles sísmicos A-A' y B-B'. B: Perfil sísmico A-A' con indicación del área que comprende la Hoja de Hospitalet. C: Perfil sísmico B-B' con indicación del área que comprende la Hoja de Hospitalet.

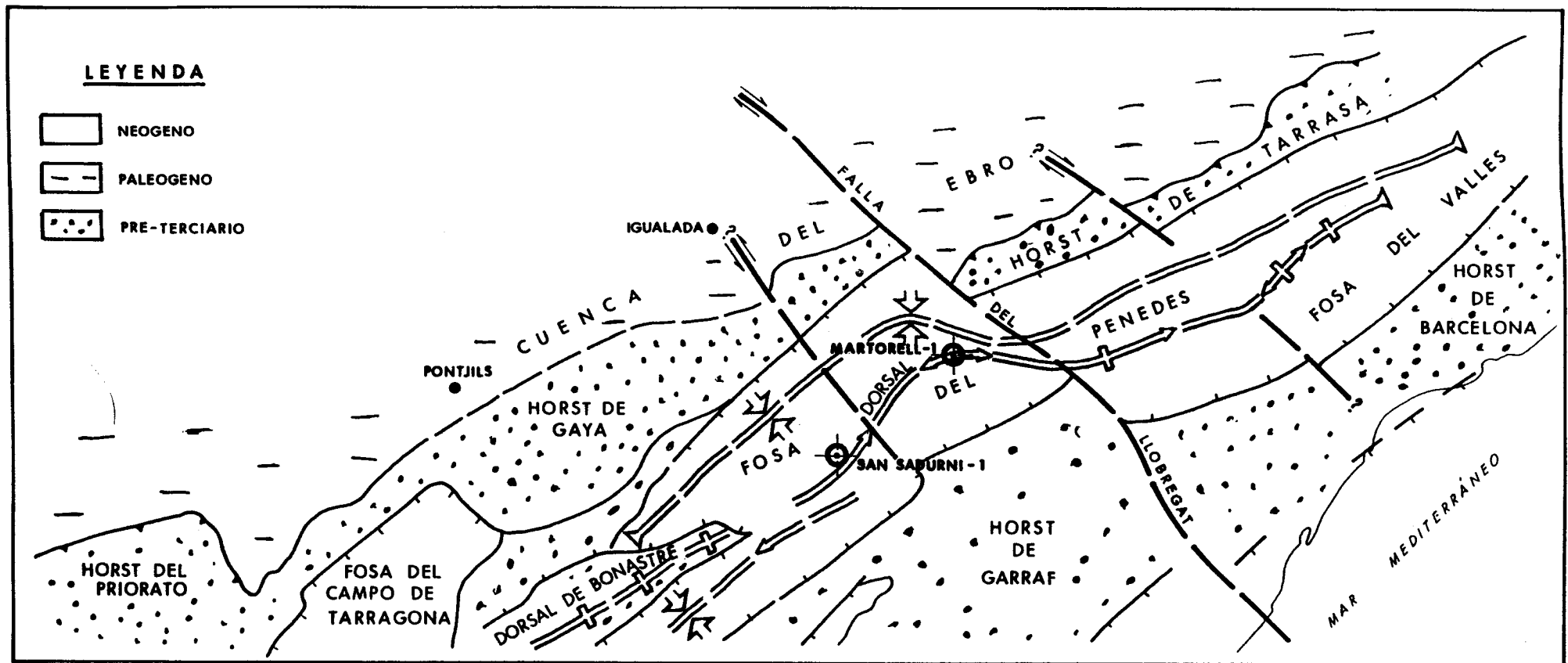


Figura 3. Esquema de distribución de los principales accidentes tectónicos que configuran la Fosa del Vallés-Penedés.

Áreas favorables

En el ámbito de la Hoja E.1:200.000 de Hospitalet se descartan como áreas de interés todas aquellas donde los sedimentos del Buntsandstein afloran en superficie y están representadas en el Mapa 1.

Por otra parte, se descarta el área que coincide con la actual Depresión del Ebro por las siguientes razones:

- * La sucesión del Buntsandstein muestra una disposición monoclinial y, en consecuencia, no existen estructuras de interés.
- * La profundidad a la que se encuentran los sedimentos de la unidad favorable en los sondeos de Guisona-1, Senant-1, Castellfullit-1 y Sampedor es superior a la considerada como favorable para el proyecto.

En el ámbito de la Depresión neógena del Vallés-Penedés se descarta el área donde se sitúa el sondeo de Martorell-1 (Fig.3, Mapa 2) dado que allí no se cortan sedimentos de la unidad favorable.

Teniendo en cuenta los datos de superficie y asumiendo que los sedimentos mesozoicos, en la fosa del Vallés-Penedés, muestran una configuración en bloques se ha realizado el corte I-P (Fig.4). De acuerdo con esa interpretación los sedimentos del Buntsandstein podrían situarse a una profundidad favorable, para los objetivos del proyecto, en el área que se sitúa entorno a Viloví. Por ello, se considera esta área como de interés para su investigación.

Como resumen de todo lo anterior respecto de la unidad triásica se puede indicar:

* **Formación favorable asociada al Trías:**

- * **Conglomerados y areniscas de la base y tramo medio del Buntsandstein.**

* **Area favorable asociada al Buntsandstein: Area de Viloví**

5.1.2. PALEOGENO

Criterios estratigráficos e hidrogeológicos para la definición de unidades favorables

Información estratigráfica

Los sedimentos paleógenos están ampliamente representados en el ámbito de la Hoja E. 1:200.000 de Hospitalet y forman parte del relleno de la Depresión del Ebro. Los estudios estratigráficos realizados en ella son numerosos (Ferrer et al., 1968; Anadón, 1978; Puigdefábregas et al. 1986; IGME Plan MAGNA, etc.) y en esta memoria se agrupan las distintas unidades definidas en tres grandes conjuntos: Paleoceno, Eoceno (Ilerdiense-Priaboniense) y Eoceno Superior (Priaboniense) Oligoceno (Fig.5).

Los sedimentos paleocenos (Fm. Mediona, Fig.5).

Muestran una escasa representación y afloran en el cuadrante SE. de la Hoja (horst de Gayá), sobre sedimentos triásicos. Su espesor máximo es de 30 m y están constituidos por lutitas rojas con intercalaciones muy locales de areniscas rojas bien cementadas (IGME, 1980).

Dentro de los sedimentos eocenos se diferencian dos grandes ciclos sedimentarios: el primero se inicia como consecuencia de la transgresión marina del Ilerdiense y el segundo comienza tras la transgresión Bartoniense.

El primer ciclo (Ilerdiense-Luteciense), aflora a lo largo de los Catalánides y está constituido por sedimentos carbonatados de origen marino (calizas con alveolinas o Fm. Orpí; Fig.5), con espesor máximo 70 m, y sedimentos de origen continental (Fm. Pontils y parte de los conglomerados de Montserrat; Fig.5). Los sedimentos continentales poseen un espesor máximo de 600 m y están representados por conglomerados, arenas y lutitas de origen aluvial y margas y calizas lacustres.

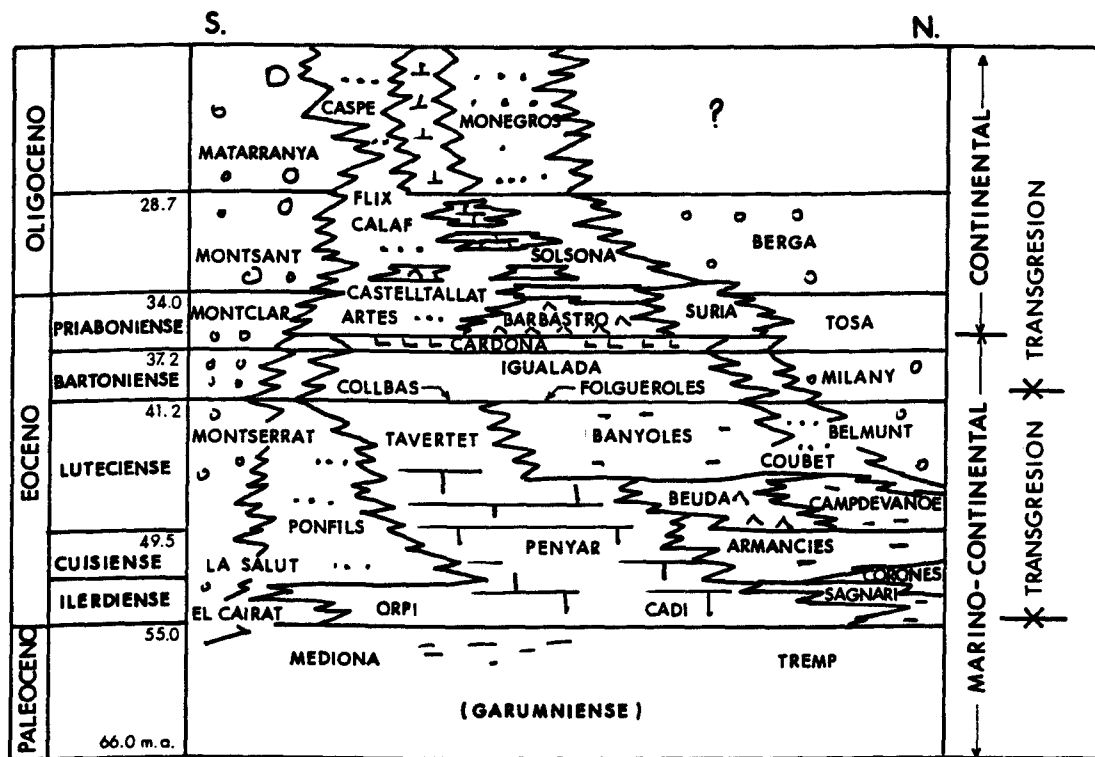


Figura 5. Sección cronoestratigráfica N-S de las unidades paleógenas de la Depresión del Ebro. (Tomado de Vergés y Burbank, 1996).

Hacia el NE., y dentro ya de la Hoja Nº 35 E.1:200.000 de Barcelona, se observa que los sedimentos continentales (representados por las Formaciones Vilanova de Sau y Romagats; Fig.6) se relacionan lateralmente con otros marinos (por ejemplo, Fm. Travertet; Fig.6). Estos sedimentos marinos no afloran en el ámbito de la Hoja E.1:200.000 de Hospitalet, aunque actualmente se sabe (Verges y Burbank, 1996) que se encuentran en el subsuelo (Figs.2B y 5) y forman, junto a los sedimentos aflorantes, una sucesión monoclinas con buzamiento hacia el N.

El segundo ciclo (Bartoniense-Priaboniense) está ampliamente representado, en la Hoja E.1:200.000 de Hospitalet, por los sedimentos marinos de la Formación Collbás, Igualada, Cardona, Tossa y el Complejo deltaico, que representa la transición a los materiales continentales de Montserrat (Figs.5 y 7). Estos materiales continentales registran el aporte desde los Catalánides a la cuenca sedimentaria; los sedimentos generados en respuesta a los aportes de procedencia pirenaica están fosilizados por materiales oligocenos, en el área de Hospitalet (Cuadrante N. y NE. de la Hoja) y afloran en las Hojas vecinas a E.1:200.000 de Barcelona (Nº35) y Berga (Nº24). En estas áreas son siliciclásticas de origen deltaico (Complejo deltaico; Fig.6) y aluvial (Fm. Milany, Fig.6).

De los sedimentos citados anteriormente, los de mayor interés para los objetivos del proyecto son los marinos y, por ello, se tratan a continuación.

Formación Collbás.

Está constituida por areniscas, generalmente cementadas por carbonato, margas y calizas bioclásticas con cemento de micrita o microesparita. Su espesor máximo es de 60 m. Hacia el NE.(Hoja de Barcelona; Fig.6) estos sedimentos se relacionan lateralmente con las áreas de la Fm. Folgueroles y en el ámbito de estudio muestran en subsuelo una disposición monoclinas (Fig.2C).

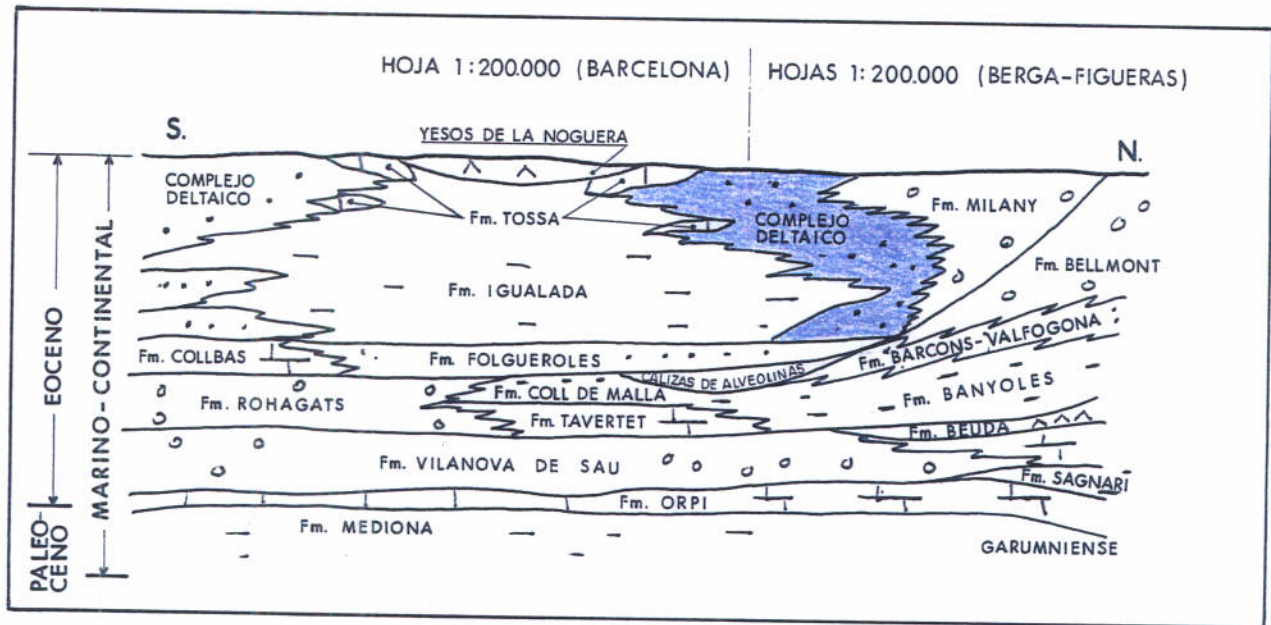


Figura 6. Esquema de correlación litoestratigráfica del Eoceno al este de la Falla del Segre. (Tomado del IGME, 1984).

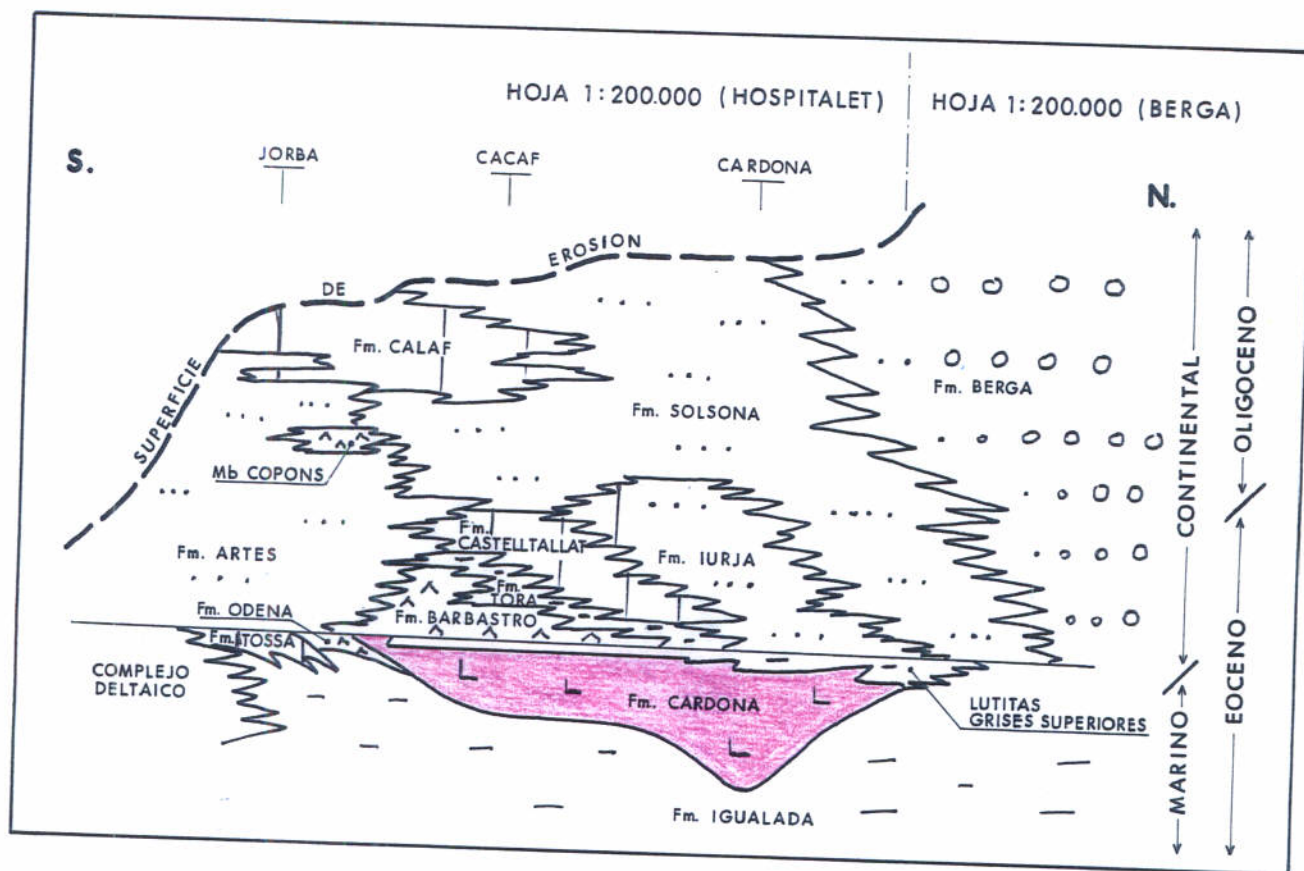


Figura 7. Disposición esquemática N-S de las unidades estratigráficas del tránsito Eoceno-Oligoceno. (Tomado de Saez, 1987).

Fm. Margas de Igualada.

Está constituida en un 90% por margas que intercalan niveles discontinuos de areniscas y calcarenitas. Las intercalaciones calcáreo-detríticas muestran un espesor máximo de 10 m y desde un punto de vista petrográfico son calcarenitas bioclásticas o areniscas con cemento micrítico y esparfítico.

Fm. Salina de Cardona.

Los afloramientos en superficie son escasos, sin embargo, se posee un amplio conocimiento de esta formación gracias a su interés económico y la investigación minera (Fig.8). De base a techo está constituida por:

- 1) Capa de anhidrita de 4 a 5 m de espesor.
- 2) Unidad halítica, conocida como "sal de muro", de 130 a 200 m de espesor.
- 3) Unidad potásica inferior, constituida por dos tramos de silvinita (capas A y B) separadas por un tramo halítico intermedio; el conjunto tiene una potencia de 5 a 20 m.
- 4) Unidad carnalítica, constituida por una alternancia de capas de carnalita y capas de halita; el espesor del conjunto se sitúa entre 40 y 80 m.
- 5) Lutitas grises con intercalaciones de yeso y halita, que alcanzan 35 m en promedio.

En la zona de Cardona, estas lutitas están recubiertas por los materiales detríticos de la Fm. Suria que pertenecen ya al ciclo continental del Eoceno Superior (Priaboniense-Oligoceno. Fig.7).

Coincidiendo con el desarrollo de esta Formación Salina de Cardona y en áreas más externas de la cuenca se generaron las facies sulfatadas que integran la Fm. Yesos de Odena (Fig.7) y sus equivalentes (por ejemplo, Yesos de la Noguera; Fig.6).

Fm. Calizas de Tossa.

Es una formación carbonatada constituida por "Framestones" de corales y algas rojas, con

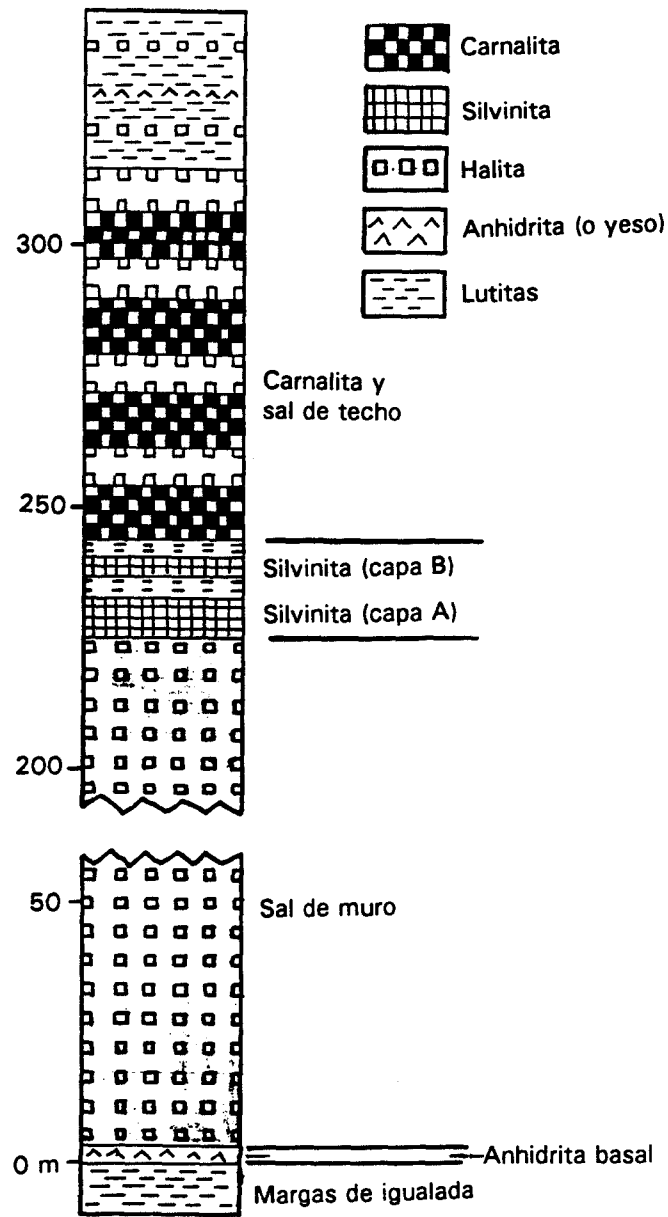


Figura 8. Sucesión estratigráfica de la Fm. Salina de Cardona. (Tomado de Rossell, 1990).

aspecto noduloso por su alto contenido en margas. La morfología de los biohermos es de parches arrecifales, sin taludes bien desarrollados y con potencias, generalmente, inferiores a 60 m. Se relacionan con depósitos deltaicos y forman un conjunto progradente hacia el interior de la cuenca (Fig.7).

Complejos deltaicos.

Se describen bajo este epígrafe un conjunto de materiales detríticos ordenados en secuencias grano y estrato crecientes, que aparecen en la mitad superior del ciclo Bartonense-Priabonense y constituyen un conjunto de materiales de origen deltaico que procedente de las márgenes de las cuencas (Pirineo y Catalánides), que progradaron hacia el interior de las mismas.

Las secuencias, cuando están completas, están formadas por una base lutítica, seguida por areniscas masivas o con estratificación horizontal, areniscas bien seleccionadas con megaestratificación cruzada unidireccional y culminando con niveles conglomeráticos o arenosos, con base erosiva y morfología de canal. En la mayoría de los casos las secuencias están incompletas, truncadas por procesos de retrabajamiento masivo, con desarrollo de barros detríticos o bioclásticos.

De estos materiales, en el ámbito de la Hoja E. 1:200.000 de Hospitalet, afloran los de procedencia Catalánide; los de procedencia pirenaica se sitúan en el subsuelo y se han cortado en el sondeo de Puigreig-1 (Mapa.2).

Los sedimentos del tercer conjunto paleógeno (Priabonense-Oligoceno) están ampliamente representados en la mitad Norte del área de estudio. Son siliciclásticas, carbonatos y evaporíticos de origen continental. Su espesor raramente supera los 500 m, por lo que carecen de interés para los objetivos del proyecto.

Información hidrogeológica

Desde un punto de vista hidrogeológico se considera la Depresión del Ebro como un área impermeable sin acuíferos de carácter regional. Con todo, sí existen acuíferos aislados de interés local. Un ejemplo son las calizas del Ilerdiense que se explotan en la localidad de Carme.

Unidades favorables

La impermeabilidad de los sedimentos paleocenos (arcillas y arenas muy cementadas) y la disposición monoclinal de los sedimentos del ciclo Ilerdiense-Luteciense, así como los de la Fm.Collbás inducen a considerar todos estos materiales como de bajo interés para el almacenamiento de gas. Los sedimentos de Fm.Igualada se desestiman por su impermeabilidad (margas, areniscas y calcarenitas cementadas). El alto contenido en margas dentro de los carbonatos de la Fm.Tossa hace suponer que su porosidad sea baja y, por tanto, también su interés como roca almacén.

El espesor del tramo de halita (130-200 m), dentro de la Fm. Cardona, y su pureza nos permiten clasificar esta sal como de interés para los objetivos del proyecto.

También se consideran de interés los niveles arenosos de los Complejos deltaicos de procedencia pirenaica, dado que están fosilizados por la sucesión de edad Priaboniense-Oligoceno y, como se justifica seguidamente, se encuentran en relación a estructuras de tipo anticlinal.

Criterios estructurales para la definición de áreas favorables

Información sísmica

En los perfiles sísmicos que aportan Verges y Burbank (1996) (Fig.2), se observa que las sales de la Fm. Cardona se concentran en los núcleos de los anticlinales. La distribución espacial de esos anticlinales coincide con los observados en superficie.

Por otra parte, se pone de manifiesto que el anticlinal de Puigreig es el resultado de la adaptación de los sedimentos del Eoceno superior-Oligoceno, al emplazamiento de distintos mantos de cabalgamiento (Fig.2C).

Información de sondeos

Los sondeos que aportan información sobre la distribución en profundidad de las unidades favorables del Eoceno se recogen en el Mapa 2 y son: Pinos-1, Sanahuja-1, Castellfullit-1, Sanahuja, Vilanova-1, Vilanova-2, Balsareny y Puigreig-1.

La halita de la Fm. Cardona se encuentra en el sondeo de Pinos-1 entre 1503 y 1422 m; en el sondeo de Sanahuja-1 entre 2120 y 2080 m y en el sondeo de Castellfullit-1 entre 591 y 574 m (Figs.9.A, B y C). El sondeo de Sanahuja perforó 785 m y los niveles de halita se cortan desde el metro 238; el sondeo de Vilanova-1 perforó 751 m y los niveles de halita se cortan desde el metro 208; en el sondeo de Vilanova-2 los niveles de halita se sitúa desde el metro 679 hasta el metro 843, donde finaliza la perforación; el sondeo de Balsareny perfora 736 m y la halita aparece a partir del metro 674.

En el sondeo de Puigreig-1 los sedimentos del Complejo deltaico Prioboniense están muy representados y de ellos los que muestran mayor interés son los niveles de arenas que se sitúan a las siguientes profundidades: 590-655, 665-672, 679-732 y 930-1145 m (Fig. 10). Desconocemos el valor de la porosidad de los niveles de interés, si bien la descripción del sondeo se refiere a ellos como "arenas porosas".

Áreas favorables

Teniendo en cuenta que las sales de la Fm. Cardona se concentran en los anticlinales y que su distribución paleogeográfica se restringe, fundamentalmente, al cuadrante N. y NE. del área de estudio, se definen como áreas de interés el anticlinorio de Sanahuja y los anticlinales de Vilanova (Fig.11), Estany, Cardona (Fig.12), Suria (Fig.13) y Balsareny (Fig.14. Mapa 3).

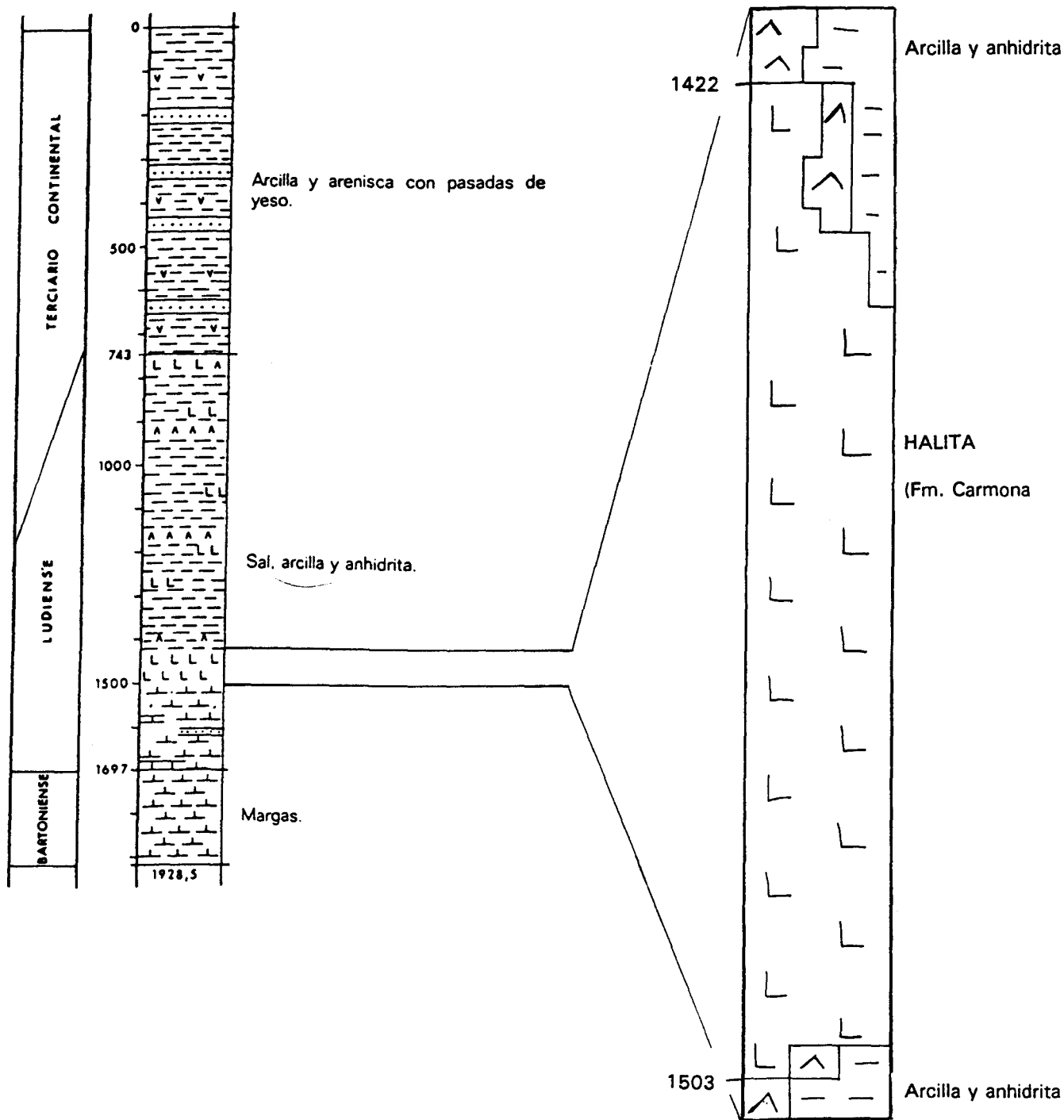


Figura 9A. Sondeo de Pinos-1 y detalle del nivel de interés (halita).
Profundidad en metros.

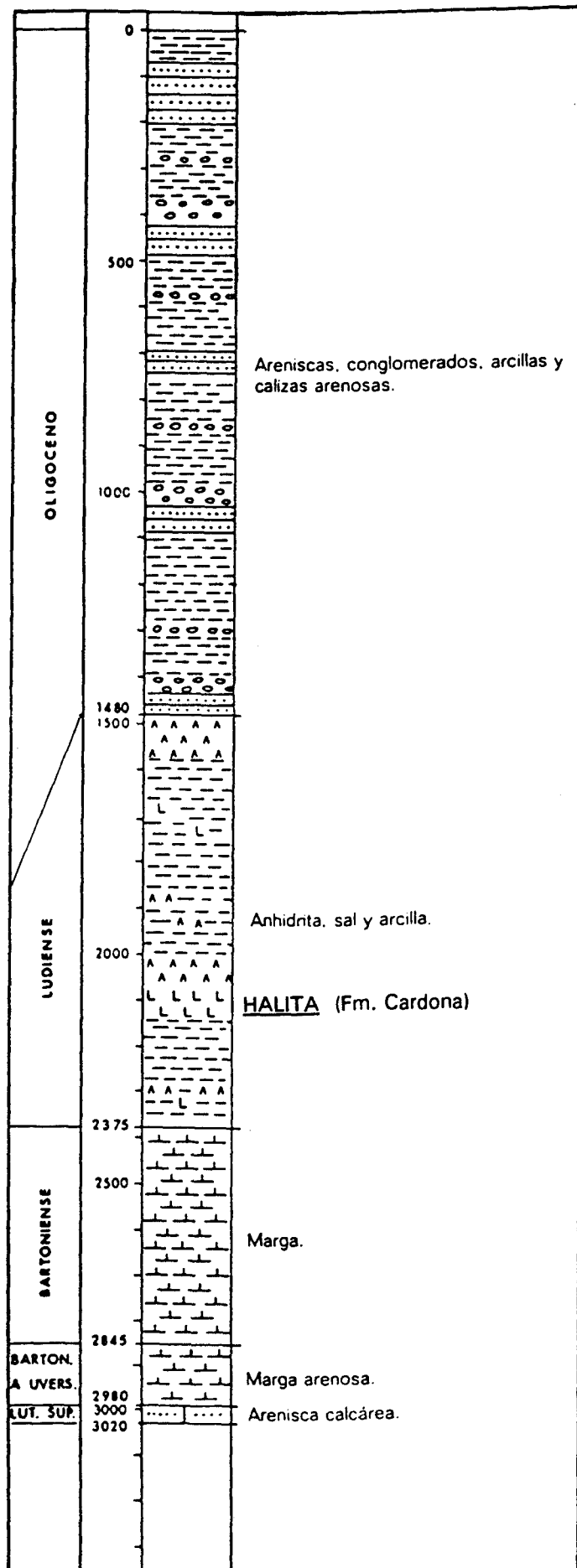


Figura 9B. Sondeo de Sanahuja-1. Profundidad en metros.

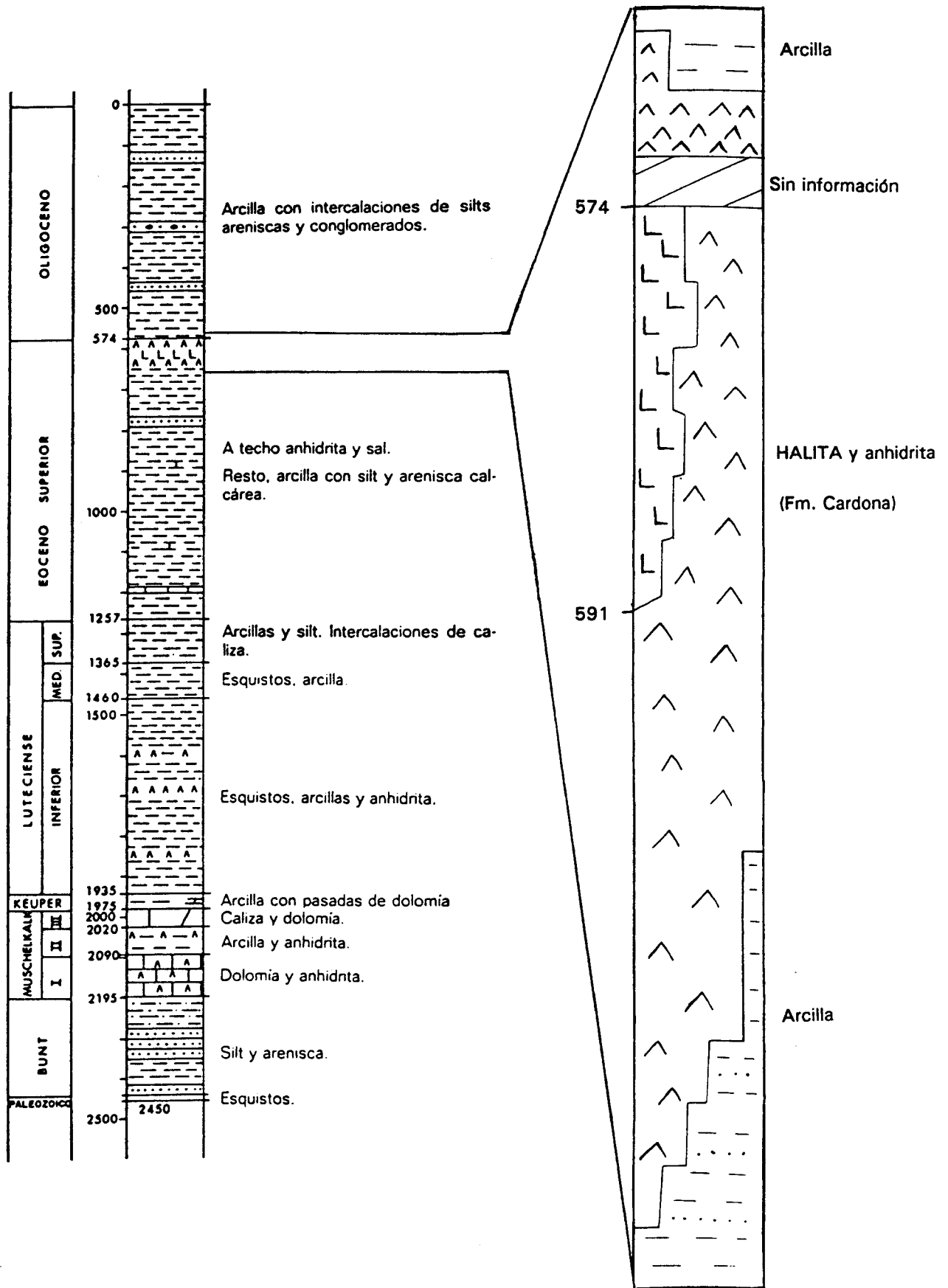


Figura 9C. Sondeo de Castellfullit-1 y detalle del tramo que contiene halita. Profundidad en metros.

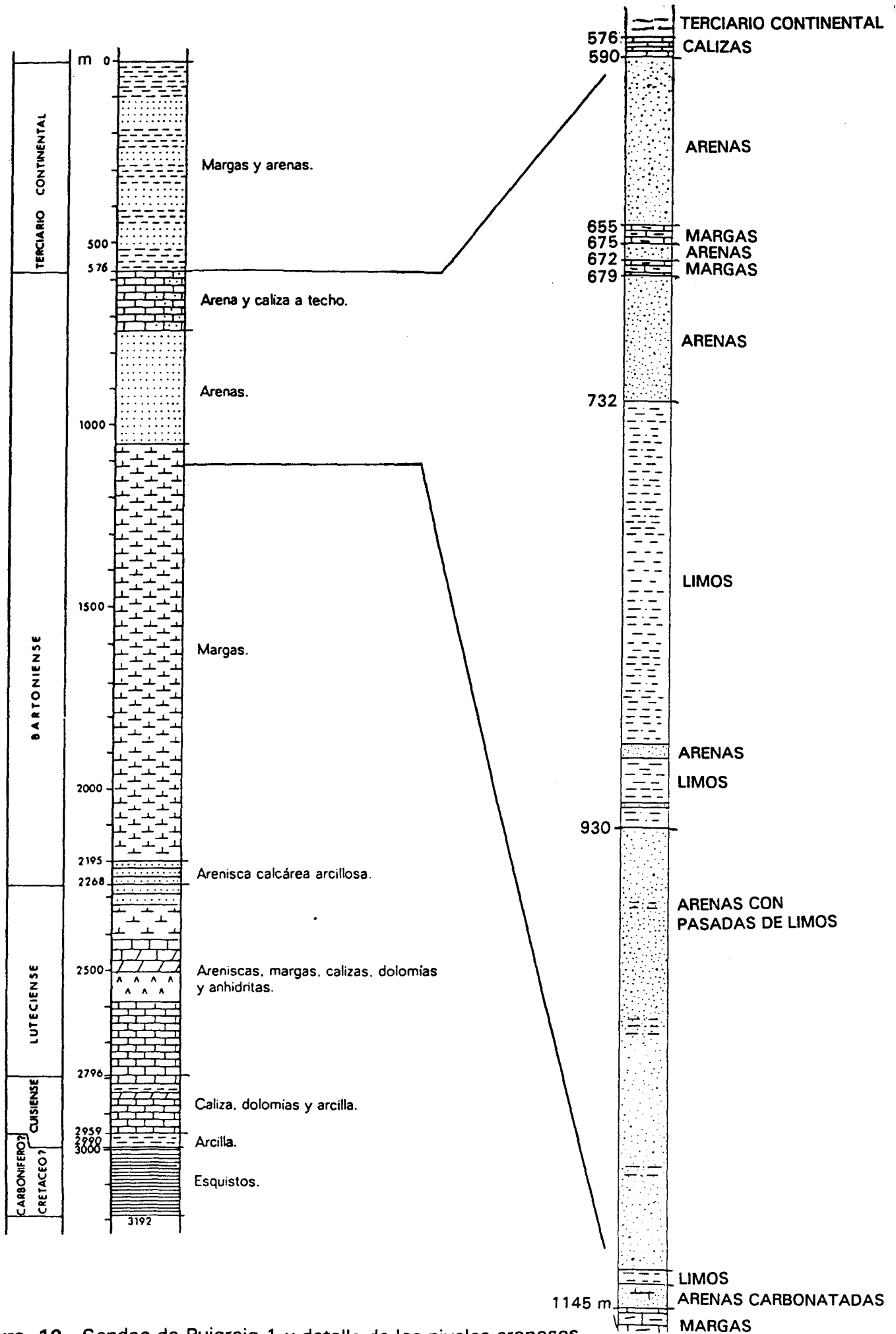


Figura 10. Sondeo de Puigreig-1 y detalle de los niveles arenosos (complejo deltaico eoceno) de interés.

El análisis de las estructuras de superficie, unido a los datos que aportan los sondeos de investigación minera (Balsareny, Vilanova y Sanahuja) y petrolera (Pinos-1), permite afirmar que en todas las áreas de interés señaladas los niveles de halita, de la Fm. Cardona, se sitúan dentro de los límites de profundidad óptima para constituir un almacén.

En esta memoria se están considerando de interés los niveles de halita de la Fm. Cardona; sin embargo, cabe recordar que los tramos superiores de dicha formación (niveles de silvinita y carnalita; Fig.8) son de gran interés minero. Este hecho deberá tenerse en cuenta a la hora de determinar el grado de interés de las áreas favorables señaladas dado que coinciden, en gran medida, con concesiones mineras actualmente en vigor (véanse Mapa 3 y Mapa 4).

El anticlinal de Puigreig (Fig.2, Mapa 3) muestra, en el ámbito de la Hoja de Hospitalet, una dirección NW-SE con inmersión hacia el SE. Esta estructura continúa hacia el NW por la Hoja E.1:200.000 de Berga, donde, de acuerdo con los datos que aporta la cartografía a escala 1:200.000 (no existe cartografía a escala 1:50.000), se hunde bajo sedimentos oligocenos. De confirmarse este extremo el anticlinal de Puigreig es una estructura con garantías de estanqueidad. Además, en relación a este anticlinal los sedimentos del Complejo deltaico Priaboniense (unidad favorable), se sitúan en el intervalo 1145-590 m del sondeo de Puigreig-1. Por los criterios expuestos se considera que el área del anticlinal de Puigreig debe ser de interés prioritario para el almacenamiento de gas.

Como resumen de todo lo anterior expuesto sobre la unidad estratigráfica paleógena se puede indicar:

*** Formaciones favorables asociadas al Paleógeno:**

*** Halita de la Fm. Cardona.**

*** Sedimentos marinos del Complejo Deltaico Priaboniense (arenas). Cortadas en**

el sondeo Puigreig-1 entre 590-732 m (142 m de potencia) y 930-1145 m (215 m de potencia).

*** Areas favorables asociadas al Paleógeno:**

*** Anticlinorio de Sanahuja y anticlinales de Vilanova, Estany, Cardona, Suria y Balsareny, todos ellos asociados a la halita de la Fm.Cardona (habrá que tener en cuenta la coincidencia con concesiones mineras).**

*** Anticlinal de Puigreig, asociado a la formación favorable " Arenas del Complejo Deltaico Prioboniense".**

5.1.3. NEOGENO

Criterios estratigráficos e hidrogeológicos para la definición de unidades favorables

Información estratigráfica

Los sedimentos neógenos se alojan en las fosas del Camp de Tarragona y Vallés-Penedés y en el interior del macizo de Garraf. En estas áreas, Cabrera et al. (1991) y Cabrera y Calvet (1996) diferencian, de muro a techo, las siguientes unidades o complejos sedimentarios: Unidad de brechas basales, Complejos continentales inferiores, Complejos marinos y de transición, Complejos continentales superiores y Formaciones pliocenas (Fig.15).

Unidad de brechas basales.

Muestra una distribución espacial muy irregular y forman niveles lenticulares con un espesor que oscila entre varios metros y 30-40 m. En el macizo de Garraf reposa discordante sobre sedimentos mesozoicos karstificados y está constituida por brechas y conglomerados con cantos de naturaleza calcárea; corresponde a depósitos coluviales y aluviales. En el Alto Penedés se dispone sobre materiales paleozoicos y las brechas

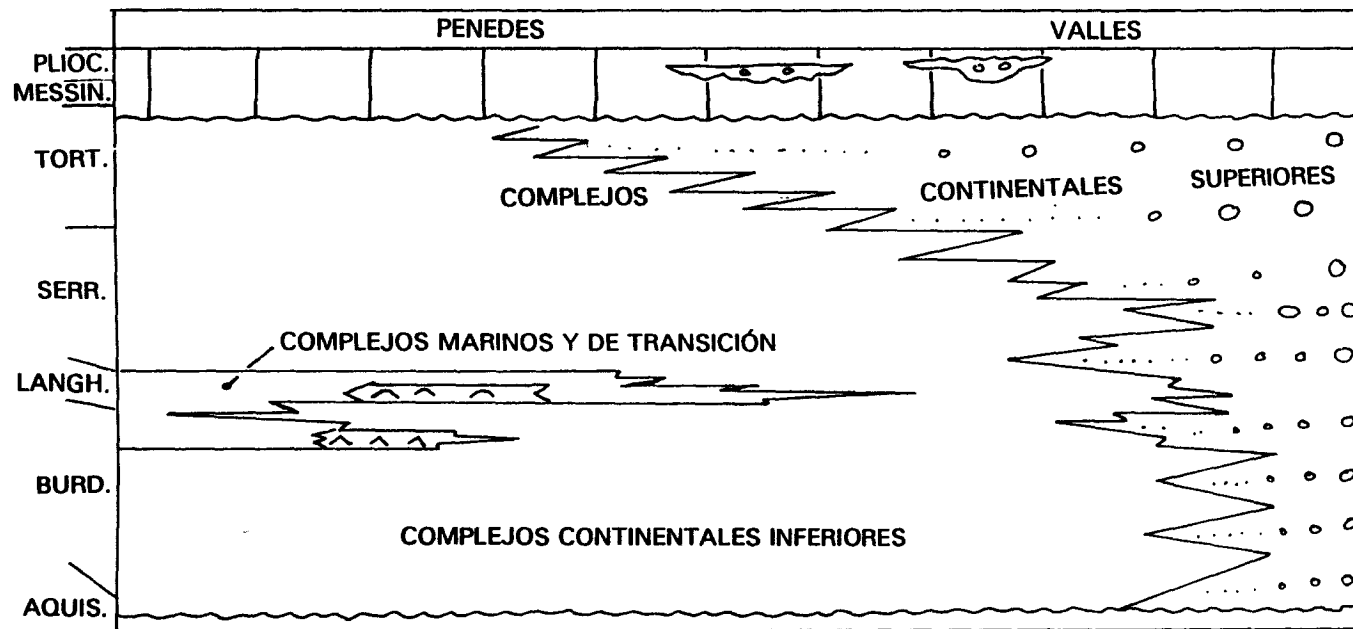


Figura 15. Esquema litoestratigráfico simplificado del registro sedimentario neógeno.
 (∩) Sebka litoral; (∧) Plataforma carbonatada.

coluviales están constituidas por cantos de pizarras y filitas. Su distribución espacial en este área del Alto Penedés también es discontinua.

No existe una datación de estos sedimentos y se atribuyen al lapso Aquitaniense-Burdigaliense (Anadón et al. 1987), o bien al Aquitaniense (Cabrera et al. 1991; Cabrera y Calvet, 1996).

Complejo continental inferior.

Aflora en el Alto Penedés y en el Vallés Occidental con un espesor que oscila entre varias decenas de metros y más de un centenar; con todo, cabe señalar que, de acuerdo con los datos de subsuelo, su espesor puede llegar a ser superior a 2.000 m. Se trata de depósitos siliciclásticos, carbonatados y evaporíticos de edad Mioceno inferior (Aquitaniense?-Burdigaliense superior) que reposan discordantes sobre materiales paleozoicos o mesozoicos, o bien, fosilizan a los sedimentos de la Unidad de brechas basales.

Los depósitos siliciclásticos se caracterizan por su color rojo y son conglomerados brechoides y/o paraconglomerados, arenas y lutitas de origen aluvial. Dentro de estos depósitos se diferencian tres asociaciones de facies que se corresponden con sedimentos de zonas proximales, medias y distales de abanicos aluviales (Fig.16).

En los depósitos de zonas proximales dominan las litologías conglomeráticas y los niveles de arenas y lutitas son poco potentes. Los niveles conglomeráticos son heterométricos, muestran bases erosivas, amplia extensión lateral y se organizan en secuencias granodecrecientes. Los niveles lutíticos y arenosos son a menudo lenticulares y están limitados por cicatrices erosivas.

Los depósitos de zonas medias suelen carecer de niveles conglomeráticos y la proporción relativa de arenas y lutitas se incrementa (Fig.16).

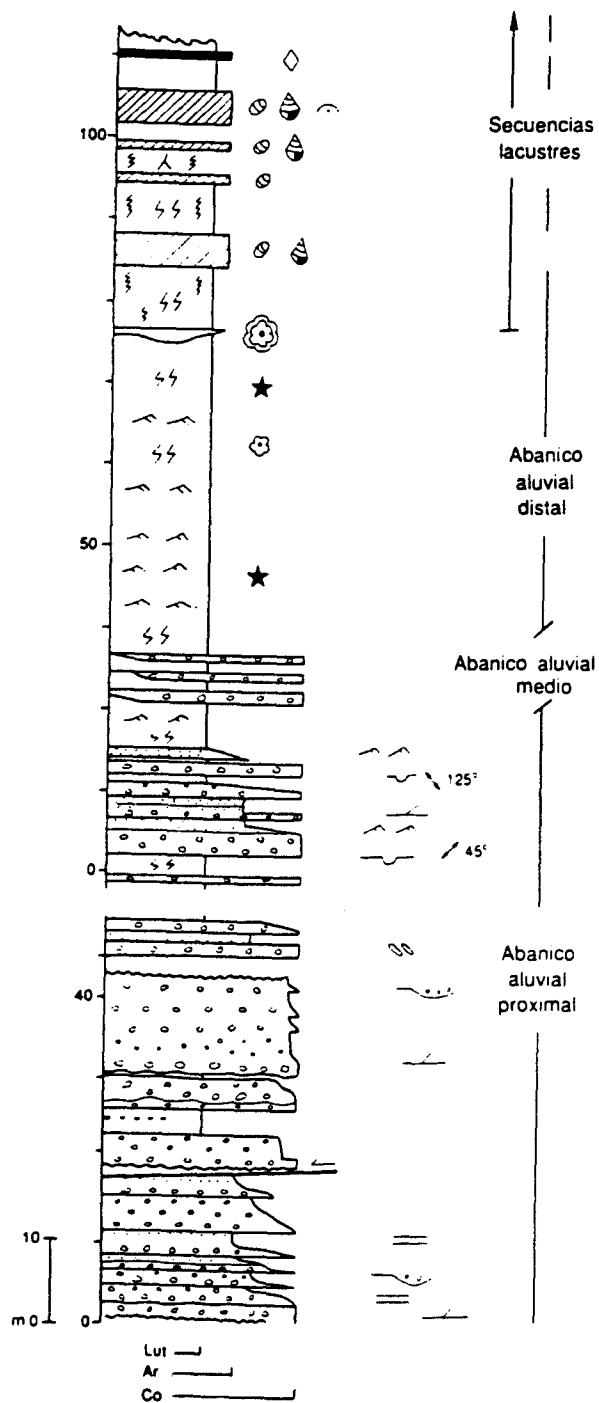


Figura 16. Secuencia de retrogradación tipo, dentro de sedimentos del Complejo Continental inferior. (Tomado de Cabrera et al, 1991).

Las sucesiones de zonas distales y marginales se caracterizan por un claro predominio de depósitos lutíticos, que intercalan pequeños niveles (hasta 30 cm) de litoarenitas.

Las tres asociaciones descritas forman megasecuencias negativas o positivas que registran procesos de progradación o retrogradación aluvial, respectivamente.

Los depósitos siliciclásticos pueden intercalar tramos o niveles de calizas y/o dolomías con yeso y anhidrita que corresponden a depósitos lacustres. Estos depósitos son volumétricamente poco importantes, en relación a los siliciclásticos, y se desarrollan en las zonas marginales o distales de los sistemas de abanicos aluviales.

Complejos marinos y de transición.

Las sucesivas pulsaciones transgresivas que afectaron a las zonas emergidas del margen catalán [Burdigaliense superior, Langhiense, Serravalliense inferior y medio (?)], dieron lugar al desarrollo de complejos marinos y de transición. Todos estos complejos comparten el estar formados por depósitos de medios transicionales, sistemas de abanicos costeros y bahía y de plataforma terrígena. Sin embargo, cada uno de ellos también contiene elementos diferenciales:

- a) El complejo marino de edad Burdigaliense superior incluye una unidad evaporítica de yesos de sebkha litoral.
- b) El complejo marino de edad Langhiense incluye plataformas carbonatadas coralgaes que no se reconocen en los restantes complejos.
- c) El complejo marino de edad Serravalliense inferior contiene depósitos de plataforma mixta carbonatada y siliciclástica.

De estos complejos, en el ámbito de la Hoja E.1:200.000 de Hospitalet afloran sedimentos que corresponden a los dos primeros. Los del complejo Serravalliense se restringen al Bajo Penedés, La Fosa del Campo de Tarragona; en la zona de análisis

durante el Serravaliense inferior se desarrollan depósitos aluviales que forman parte del Complejo Continental superior.

El complejo marino de edad Burdigaliense superior aflora en el Alto Penedés y más concretamente en las proximidades de de Viloví. Está representado por los yesos de Viloví, que se interpretan como depósitos de sebkha litoral (Ortí y Pueyo.1976).

El complejo marino, de edad Langhiense, incluye una amplia diversidad de depósitos de abanicos costeros y de plataforma terrígena, así como de plataformas carbonatadas de desarrollos arrecifales.

Los depósitos arrecifales o "Complejo arrecifal" aflora en el Bajo Penedés y se disponen bien sobre el sustrato mesozoico, bien sobre la Unidad de Brechas basales o bien sobre depósitos del Complejo continental superior. Presenta potencias que varían de pocos metros hasta un centenar y está constituido por: facies arrecifales bioconstruidas, facies de talud proximal, facies de rampa carbonatada y facies de talud distal.

Los depósitos que forman parte de los complejos de abanicos costeros y de plataforma terrígena afloran, en el Vallés y Alto Penedés, con potencias que varían entre escasas decenas de metros y varias centenas. Dentro de estos depósitos se diferencian dos subunidades informales, predominantemente terrígenas (Unidades de Vilafranca y Gélida), diferenciadas entre sí por los distintos contenidos relativos de depósitos lutíticos y arenosos (Anadón et.al 1983; López.1984).

En la unidad inferior predominan los sedimentos lutíticos sobre los arenosos y está compuesta por margas grises y azules, limos y arenas bioclásticas. En la superior la fracción arenosa es más importante y está formada por arenas, arenas bioclásticas, limos y en menor proporción margas.

Complejo continental superior

El conjunto de unidades aluviales y lacustres de edad Mioceno medio y superior (Serravalliense-Tortonense inferior), muestra características sedimentológicas y secuenciales muy similares a sus homólogos del Mioceno inferior (Fig.15). Sin embargo, se diferencian por los siguientes hechos:

- a) El color de estos sedimentos aluviales no es tan intensamente rojo, predominando los tonos pardo rojizos, amarillos y ocres.
- b) Los tramos más inferiores se sitúan, en todos los casos, por encima de los depósitos marinos langhienses, allí donde estos llegaron a depositarse.

Los sedimentos de este complejo afloran en el Vallés, Alto Penedés y Campo de Tarragona con un espesor máximo de varios centenares de metros (200-300).

Litológicamente está constituido por conglomerados, arenas y lutitas. La proporción en la que aparecen estos componentes en las distintas secciones es muy variable, si bien, predominan las sucesiones lutíticas con intercalaciones ocasionales de niveles lenticulares de areniscas y/o conglomerados.

La extensión lateral de los cuerpos lenticulares es limitada y su espesor no supera los 3 m. Las lutitas pueden intercalar niveles de calizas lacustres y palustres.

Formaciones Pliocenas

Están formadas por sedimentos siliciclásticos que reposan discordantes sobre materiales del Mioceno medio y superior y que se adaptan y fosilizan un paleorrelieve. Su espesor máximo es de 50 m y aparecen, en gran parte, recubiertas por los materiales torrenciales del Villafranchense. Las sucesiones de estas formaciones están constituidas por conglomerados, arenas y lutitas que corresponden a depósitos de abanicos aluviales.

Información hidrogeológica

Las principales aportaciones, para los objetivos del proyecto, que se desprenden del análisis de los estudios hidrogeológicos realizados en los sedimentos neógenos de la Hoja de Hospitalet son:

a) Los sedimentos del Complejo Continental inferior presentan una transmisividad máxima de $5 \text{ m}^2/\text{día}$ y una porosidad entre el 1 y 2%.

b) Dentro de los Complejos marinos y de transición, los sedimentos carbonatados que integran el Complejo arrecifal Langhiense, muestran permeabilidades medias-altas y constituyen un acuífero en explotación en el Bajo Penedés.

En el Alto Penedés y el Vallés, los depósitos Langhienses forman parte de los complejos de abanicos costeros y de plataforma terrígena y muestran una transmisividad máxima de $5 \text{ m}^2/\text{día}$, con una porosidad eficaz estimada del 2 al 5%.

c) Los sedimentos del Complejo continental superior muestran una transmisividad media de $5 \text{ m}^2/\text{día}$, pudiendo alcanzar máximos de hasta $30 \text{ m}^2/\text{día}$. La porosidad eficaz estimada es del 1 al 2%.

Unidades favorables

En este apartado se analizan las unidades que por sus parámetros físicos y posición estratigráfica pueden ser consideradas de interés para los objetivos del proyecto.

Los sedimentos siliciclásticos que integran la Unidad de Brechas basales se desestima por su irregular distribución y porque forman niveles lenticulares y en consecuencia de escasa extensión.

Los sedimentos siliciclásticos que forman el Complejo continental inferior podrían ser desestimados si se tiene presente, por los datos hidrogeológicos, que muestran una

permeabilidad media entre el 1 y 2%. Sin embargo, cabe resaltar que los niveles de arenas de este Complejo, cortados en el sondeo de Martorell-1, muestran porosidades "sónicas" que llegan al 20-25%. Este dato y el hecho de que esos niveles arenosos se sitúen entre materiales arcillosos impermeables permiten definir como de interés los niveles siliciclásticos groseros (arenas y conglomerados) del Complejo continental inferior. La distribución en superficie de este Complejo se refleja en el Mapa.2.

Los sedimentos que forman el Complejo arrecifal Langhiense se desestiman, por constituir un acuífero en explotación.

Los materiales Langhienses que forman parte de los Complejos de abanicos costeros y de plataforma terrígena (Unidades de Vilafranca y Gélida), muestran porosidades medias-bajas (2 al 5%). No obstante, el tramo superior de estos Complejos puede ser de interés al estar constituido por niveles de arenas intercaladas entre lutitas o margas impermeables, además, estos niveles están fosilizados por los sedimentos del Complejo continental superior.

Con todo, el grado de interés de estos sedimentos únicamente se podría determinar a partir de un análisis más detallado de su porosidad. La distribución en superficie de los sedimentos de interés se reflejan e el Mapa.2.

Finalmente, se descartan como de interés para el proyecto los sedimentos que forman el Complejo continental superior y las formaciones pliocenas.

Criterios estructurales para la definción de áreas de interés.

Información sísmica

Los trabajos de investigación petrolera realizados en las fosas del Camp de Tarragona y del Vallés-Penedés, han aportado un buen conocimiento de los principales accidentes que determinan la estructuración de dichas fosas (Fig.3).

La falla de El Camp, delimita por el NW la depresión y configura la semifosa del mismo nombre, el desplazamiento de esta falla, desde al menos el Mioceno inferior, es superior a 1500 m.

La falla del Vallés-Penedés, delimita por el NW la depresión de tal nombre y su desplazamiento, desde al menos el mismo periodo que la anterior, es superior a los 3000 m. El borde meridional de la depresión viene dado por fallas de menor salto (algunos centenares de metros como máximo). Además, la depresión está surcada por una dorsal (dorsal del Penedés), de eje más o menos continuo y complejo que atraviesa la fosa de W-SW a E-NE. Esta dorsal y las fracturas descritas se generaron como consecuencia de los procesos de rifting que afectaron al margen continental catalán desde el Oligoceno superior al Burdigaliense superior.

A partir de los trabajos de sísmica de reflexión, realizados por la asociación APEX CO-CAMPSA-SHELL, se descubrieron las estructuras de Sant Sadurní y Martorell; localizadas ambas en el ámbito de la dorsal del Penedés y su situación coincide con la ubicación de los sondeos Sant Sadurní-1 y Martorell-1 (Fig.3. Mapa.2).

La estructura de Sant Sadurní es una estructura de pequeñas dimensiones limitada por fracturas transversales a nivel del Cretácico. Se desconoce si esas fracturas están selladas y en consecuencia si la estructura presenta garantías de estanqueidad. Por esta razón, su interés es secundario.

Por su proximidad al gaseoducto, entre 5-6 km, podría constituir un objetivo investigable a espensas de otras investigaciones en estructuras de carácter prioritario.

En el informe geológico del sondeo Martorell-1, consultado para el proyecto, se presenta un mapa de isocronas de la base del Mioceno (Fig.17). En este mapa se observa una estructura antiformal con inversión al NNE, que está cortada por una fractura de dirección E-O y otra de dirección NE-SO; estas fracturas afectan también a la sucesión neógena (Fig.18) y delimitan una estructura antiformal con garantías de estanqueidad, dado que la fractura de dirección NE-SO, o falla de Martorell, está sellada.

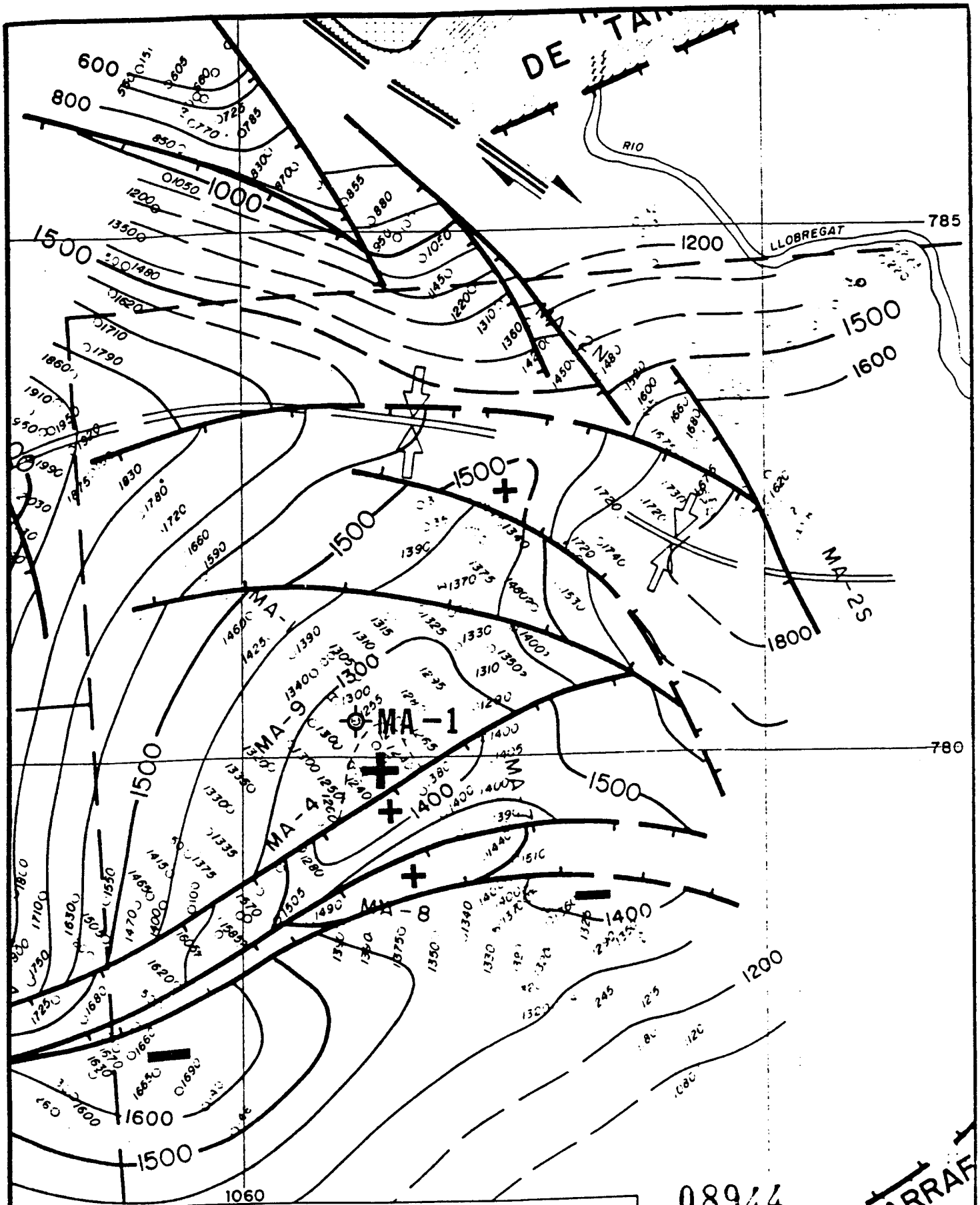


Figura 17. Estructura de Martorell.
(Tomado de APEX Co., 1976).

ISOCRONAS DEL HORIZONTE P-3

(Atribuido a la discordancia de base del Mioceno?)

ESCALA 1:50.000
Equidistancia: 100 ms. (Tiempo doble)

08944

775

HORST DEL GARRAF

1065

MA-1 : Sondeo de Martorell-1

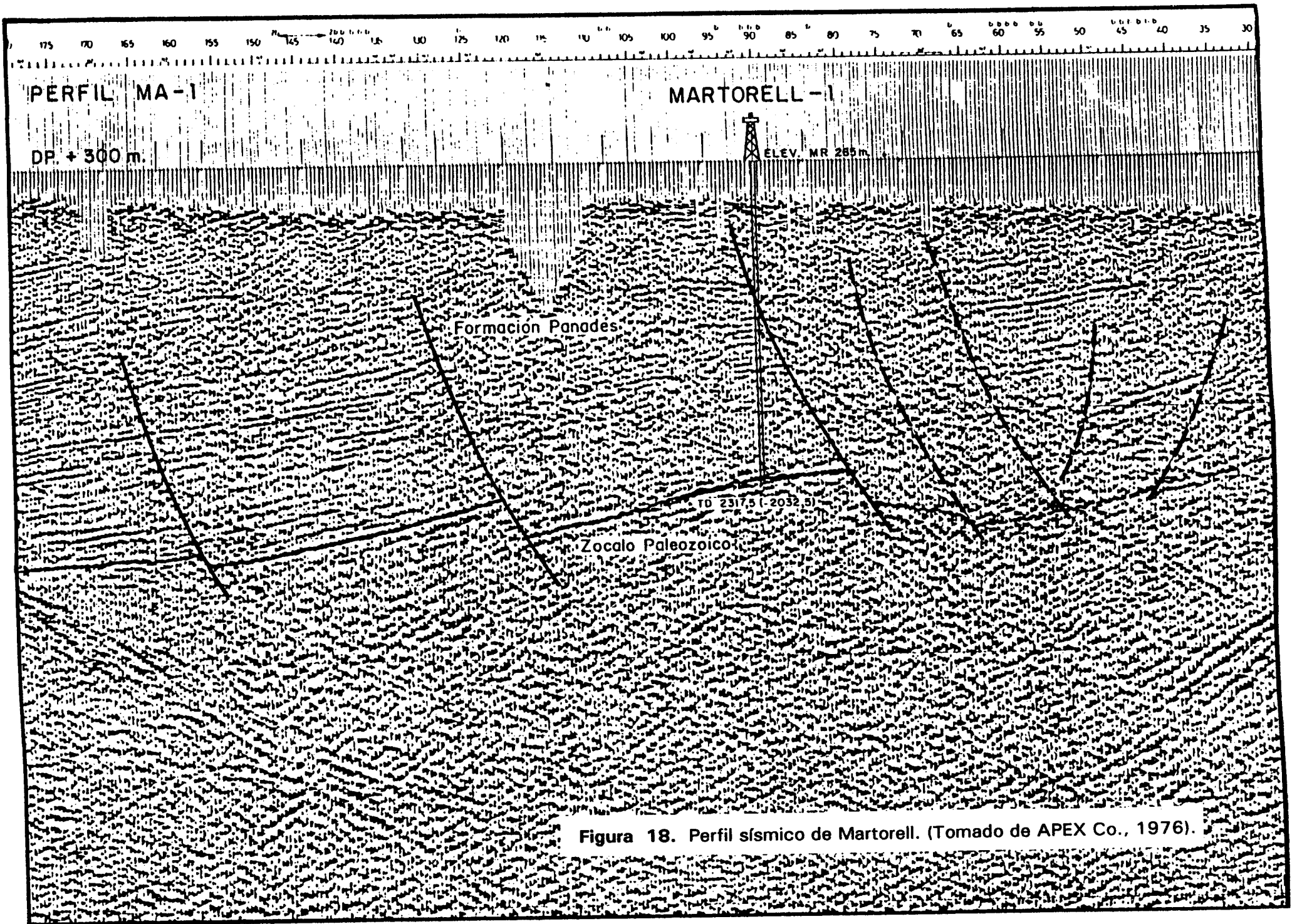


Figura 18. Perfil sísmico de Martorell. (Tomado de APEX Co., 1976).

Información de sondeos

Los sondeos que aportan información sobre la distribución de las unidades neógenas favorables, en profundidad, se recogen en el Mapa.2 y son los ya citados de Sant Sadurní-1 y Martorell-1.

En el sondeo de **Martorell-1**, los **sedimentos del Complejo continental inferior** están muy bien representados y de ellos los que muestran mayor interés para el almacenamiento son:

- **Las arenas que se sitúan en el intervalo 855-976 m (Fig.19).** Su porosidad sónica está comprendida entre el 20-25% y su espesor varía entre 5 y 15 m.
- **Las intercalaciones arenosas entre 1060 a 1120 m,** muestran una porosidad sónica del 10 al 15%, si bien su potencia raramente supera los 5 m. Las porosidades deducidas del FDC son inferiores, por tanto, es de suponer que se trate de arenas arcillosas y, en consecuencia, de menor interés que las arenas del intervalo 855-976 m.
- Por debajo de 1300 m, las pequeñas pasadas arenosas no alcanzan nunca el 10% de porosidad y por debajo de los 1500 m, se estaría fuera del rango operativo de profundidad marcado en el proyecto.

La salinidad de la formación varía de una zona a otra de los 855 m, constituyendo uno de los argumentos que permiten admitir la existencia de una falla sellada a dicha cota. La salinidad es más alta en el tramo superior que en el inferior.

En el sondeo **Sant Sadurní-1**, los **sedimentos siliciclásticos y carbonatados del Complejo marino (Unidad favorable)**, están muy bien representados y de ellos, los que muestran mayor interés son las arenas que se sitúan entre los 500 y 825 m (Fig.20), si bien lamentablemente se desconoce su porosidad y su espesor siempre es inferior a los 10 m.

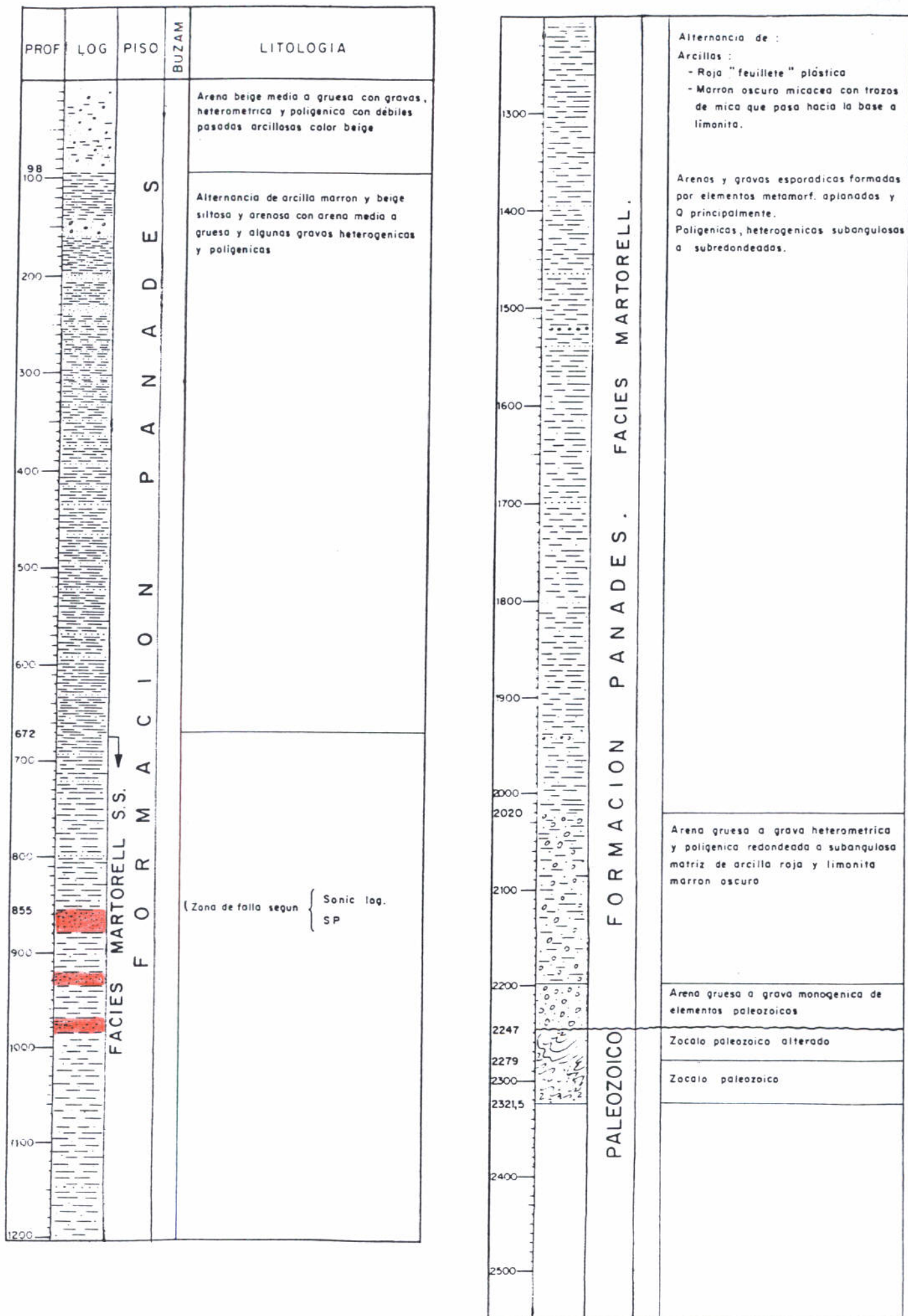


Figura 19. Sondeo de Martorell-1. Tramos rojos son niveles de interés como roca almacén

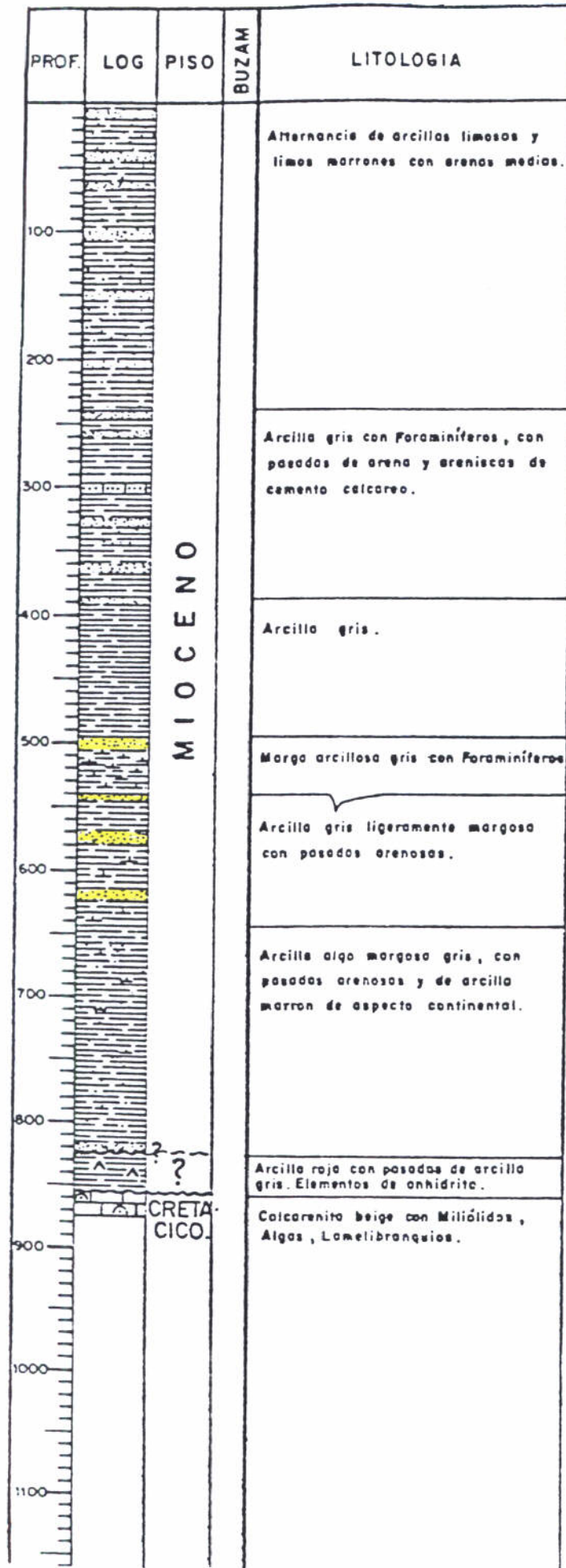


Figura 20. Sondeo de Sant Sadurní-1. Tramos amarillos son niveles de interés como roca almacén

Áreas favorables

En áreas como las fosas del Camp de Tarragona y Vallés-Penedés, donde las estructuras del subsuelo no tienen reflejo en superficie, la única posibilidad de definir áreas favorables está sujeta a la realización de investigaciones complementarias mediante campañas sísmicas. Por ello, este documento se refiere exclusivamente a las áreas de Martorell y Sant Sadurní.

En el área de Martorell existe una estructura antiformal con inmersión hacia el NNE. La falla principal, que asegura la estanqueidad de la estructura hacia el sur, ha sido atravesada en el sondeo Martorell-1 a 855 m (aparece una ruptura en el sonic). El cambio de salinidad del agua de la formación, en este nivel de 855 m, confirma la estanqueidad de la trampa. Por debajo de esa fractura y en el intervalo de 855-976 m existen niveles arenosos con porosidad sónica del 20 al 25%. Todos estos datos vienen a indicar que el área de Martorell y estructura asociada al sondeo Martorell-1, es de interés para los objetivos del proyecto, habiéndose representado en el Mapa.5.

En el área de Sant Sadurní, donde se ha detectado una pequeña estructura, lamentablemente se desconoce el valor de porosidad de los niveles arenosos así como su estanqueidad. Por ello, es por lo que el área y la estructura de Sant Sadurní tienen un carácter secundario, si bien por su proximidad al gasoducto podría, tras los necesarios estudios, constituir un objetivo claro del proyecto de almacenamiento

Como resumen de lo expuesto en relación con las unidades estratigráficas del Neógeno cabe indicar:

Formaciones favorables asociadas a las unidades Neógenas:

- * Arenas y conglomerados del Complejo Continental Inferior, atravesado en el sondeo Martorell-1, entre los metros 855-975 (con porosidad entre el 20 y 25% y potencias variables entre 5 y 15 m) y 1060-1120 (con porosidad entre el 10-15% y potencia máxima de 5 m.).

*** Arenas del Complejo marino Langhiense, cortadas en el sondeo Sant Sadurni-1 entre los metros 500 y 825 (se desconoce la porosidad y su potencia máxima es de 10 m).**

Áreas favorables asociadas a las unidades Neógenas

*** La información analizada en este documento sólo permite indicar como áreas favorables las asociadas a las estructuras Martorell-1 y Sant Sadurní (carácter secundario).**

6. ANALISIS DE LA INFORMACION GEOFISICA GRAVIMETRICA

6.1. INTRODUCCION

La Hoja del M.T.N. a E.1:200.000 N° 34 de Hospitalet se extiende por las provincias de Barcelona, Tarragona y Lérida y comprende fragmentos de tres grandes unidades estructurales: su ángulo SE abarca una parte importante de las Cordilleras Costeras Catalanas, el ángulo NO un pequeño fragmento del Prepirineo y entre ambos se extiende la Depresión del Ebro (Fig 1).

La parte de las Cordilleras Costeras Catalanas puede subdividirse a su vez en tres: Cordillera-Litoral, que comprende el ángulo SE de la hoja, con dos fragmentos divididos por el río Llobregat. La Depresión Prelitoral, también conocida como del Vallés-Penedés, una fosa tectónica de unos 200 km de longitud en dirección NE - SO y unos 12 a 15 km de anchura, en la Hoja de Hospitalet se incluye el Sector Central de esta unidad. Por último la cordillera Prelitoral, que en esta Hoja comprende unos 100 km, desde casi el macizo de Montseny, hasta las llamadas Montañas de Prades en el ángulo SO.

La Depresión del Ebro está rellena con materiales Paleógenos, tabulares en extensos sectores, o suavemente vergentes hacia el Oeste, dibujando un amplio y leve sistema de cuestras de origen estructural debido a la alternancia repetida de niveles duros de calizas y conglomerados con niveles blandos de margas. Únicamente, en la mitad septentrional de la Depresión se registra un sistema de pliegues inyectivo, constituido por anticlinales estrechos y muy pronunciados, separados por amplios sinclinales mucho más laxos. En casi todos los ejes anticlinales, incluso a veces aflorando y cortado en los numerosos sondeos practicados, aparece un núcleo yesífero ó salino de tipo diapírico, visible en Suria, Cardona y en el Valle del Ció. Este sistema de pliegues está vagamente orientado de E a O, con numerosas y suaves inflexiones.

Por último, en el ángulo NO de la Hoja se observa un pequeño retazo del Prepirineo, que corresponde a los dos pliegues más meridionales de esta unidad estructural, los

ESQUEMA GEOLOGICO HOJA 34 HOSPITALET

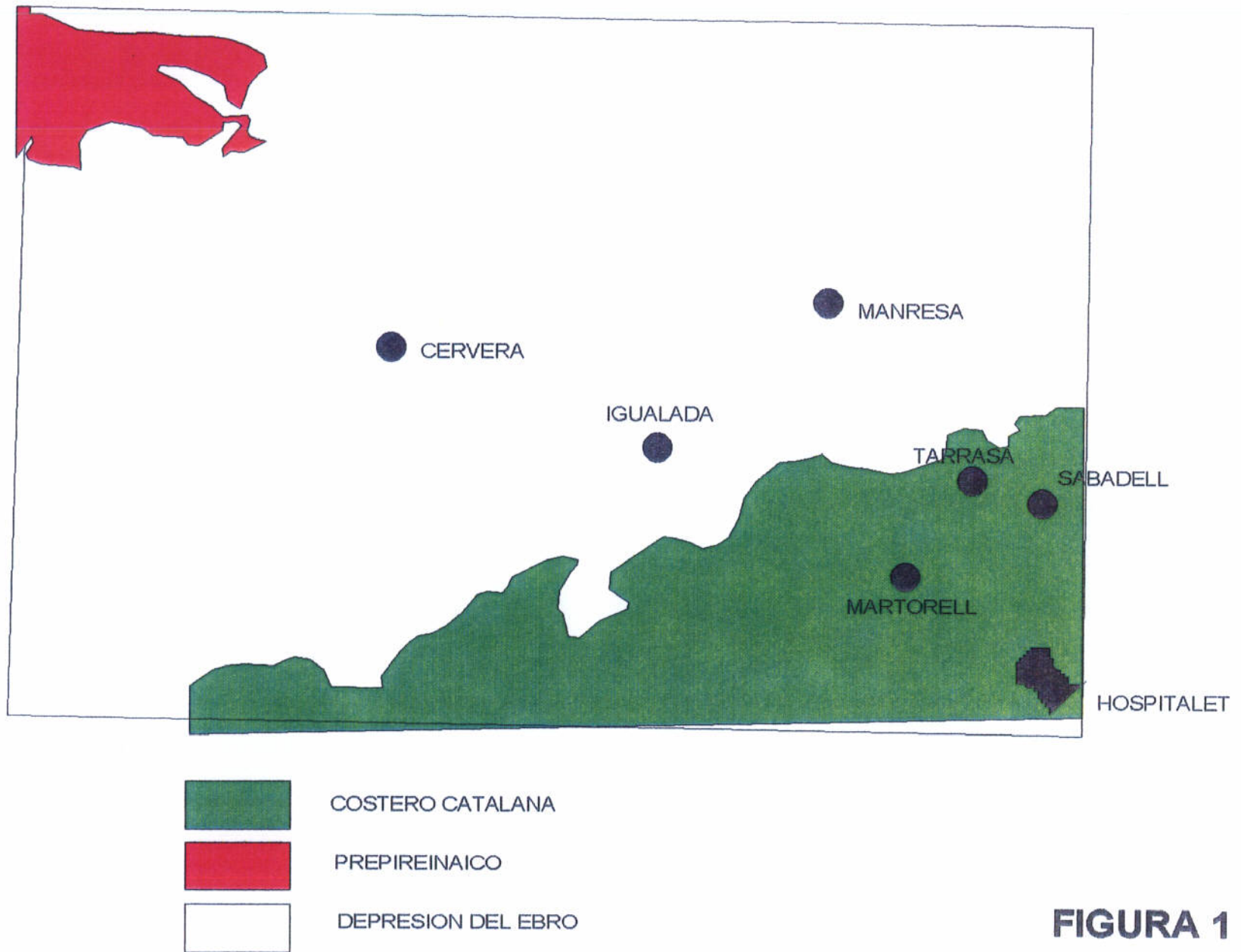


FIGURA 1

cuales, dirigidos de E a O, se extienden al sur del gran sinclinal eocénico que forma el valle de Ager. La Sierra de San Mamet corresponde con una bóveda anticlinal (Tomado de la hoja MAGNA a escala 1:200000 número 34. Hospitalet).

6.2. SONDEOS MECANICOS

Dentro de la Hoja a escala 1:200.000 N° 34 Hospitalet, se ubican 8 sondeos mecánicos realizados para investigaciones petroleras:

- Sondeo San Sadurni- 1.- Operador Apex. alcanzó los 874 m. Año 1979.
- Sondeo Castellfullit- 1.- Operador Esso. alcanzó los 2450m. Año 1962.
- Sondeo Puigreig- 1.- Operador Valdebro. alcanzó los 3192m. Año 1956.
- Sondeo Sanahuja- 1.- Operador Ciepsa. alcanzó los 3510m. Año 1963.
- Sondeo Guisona- 1.- Operador Esso. alcanzó los 3225m. Año 1962.
- Sondeo Senant- 1.- Operador Esso. alcanzó los 1652.3 m. Año 1962.
- Sondeo Pinos- 1.- Operador Esso. alcanzó los 1928.5 m. Año 1962.

Su situación se puede observar en la Fig.1B y las columnas de todos ellos se reproducen en las Figs. 2, 3, 4 y 5.

En la Fig.6 se representa un perfil correlacionando varios sondeos de investigación de hidrocarburos, todos ellos realizados en la Depresión del Ebro en su parte oriental y cuyo extremo NO (desde el sondeo Sanahuja-1), está fuera de la Hoja. En el perfil se observa el hundimiento del zócalo hacia el NO. y el mayor espesor de materiales evaporíticos del Eoceno perforados el sondeo Pinos-1.

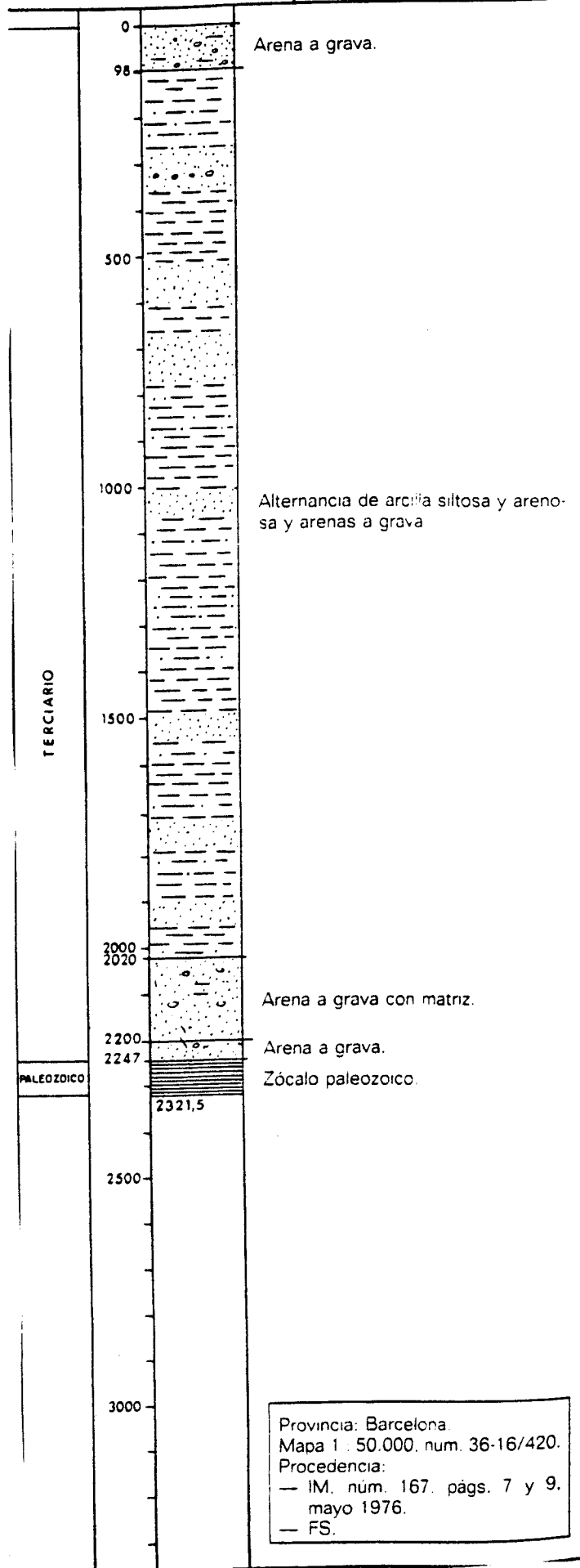
6.3. TRABAJOS GRAVIMETRICOS

Tres son los trabajos gravimétricos que se ubican en su totalidad o en parte dentro de la Hoja N° 34 de Hospitalet (E.1:200.000) y cuya ubicación dentro de la misma se observa en la Fig.1B:

Nº 338 MARTORELL - 1

X = 1° 50' 37.00" E
 Y = 41° 29' 48.00" N
 Z_{nr} = 265.25 m (MR)
 Z_s = 260.39 m

OPERADOR: APEXCO
 COMIENZO: 15-IX-1975
 FIN: 22-XII-1975

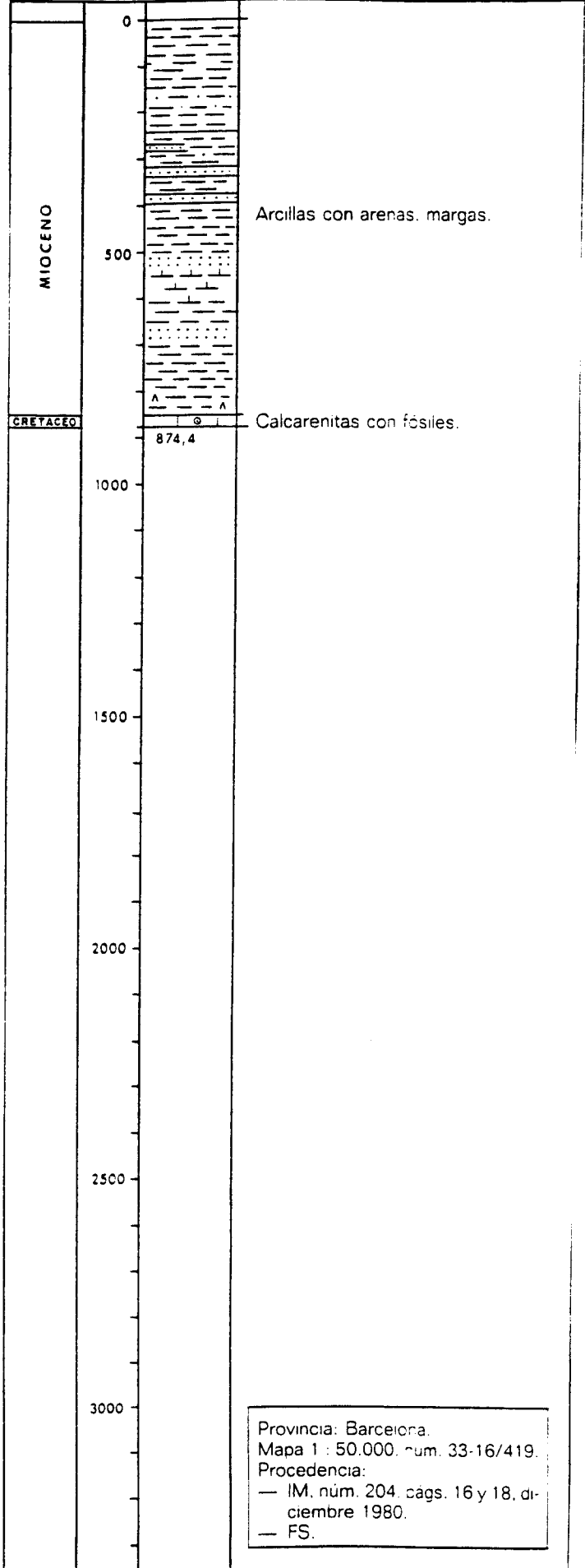


Provincia: Barcelona.
 Mapa 1 : 50.000. num. 36-16/420.
 Procedencia:
 — IM. núm. 167. págs. 7 y 9.
 mayo 1976.
 — FS.

Nº 420 SAN SADURNI - 1

X = 1° 43' 59.50" E
 Y = 41° 25' 20.00" N
 Z_{nr} = 240 m (MR)
 Z_s = 235 m

OPERADOR: APEX
 COMIENZO: 18-IV-1979
 FIN: 5-V-1979



Provincia: Barcelona.
 Mapa 1 : 50.000. num. 33-16/419.
 Procedencia:
 — IM. núm. 204. págs. 16 y 18. diciembre 1980.
 — FS.

Fig. 2

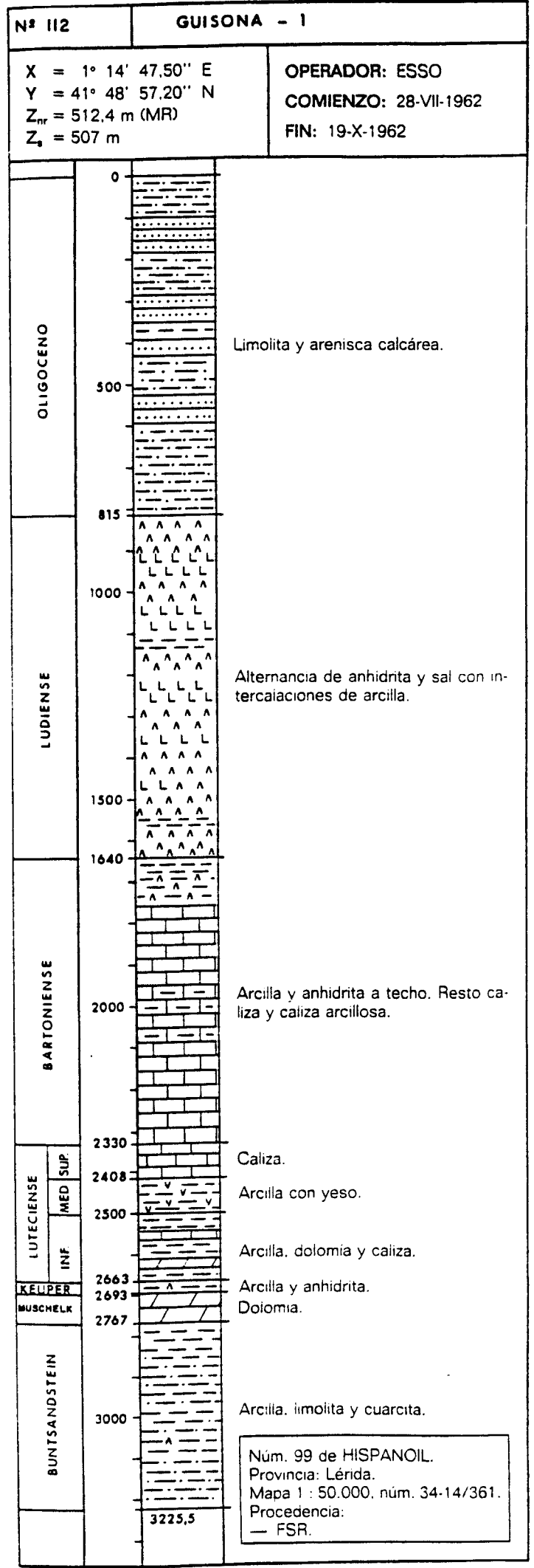
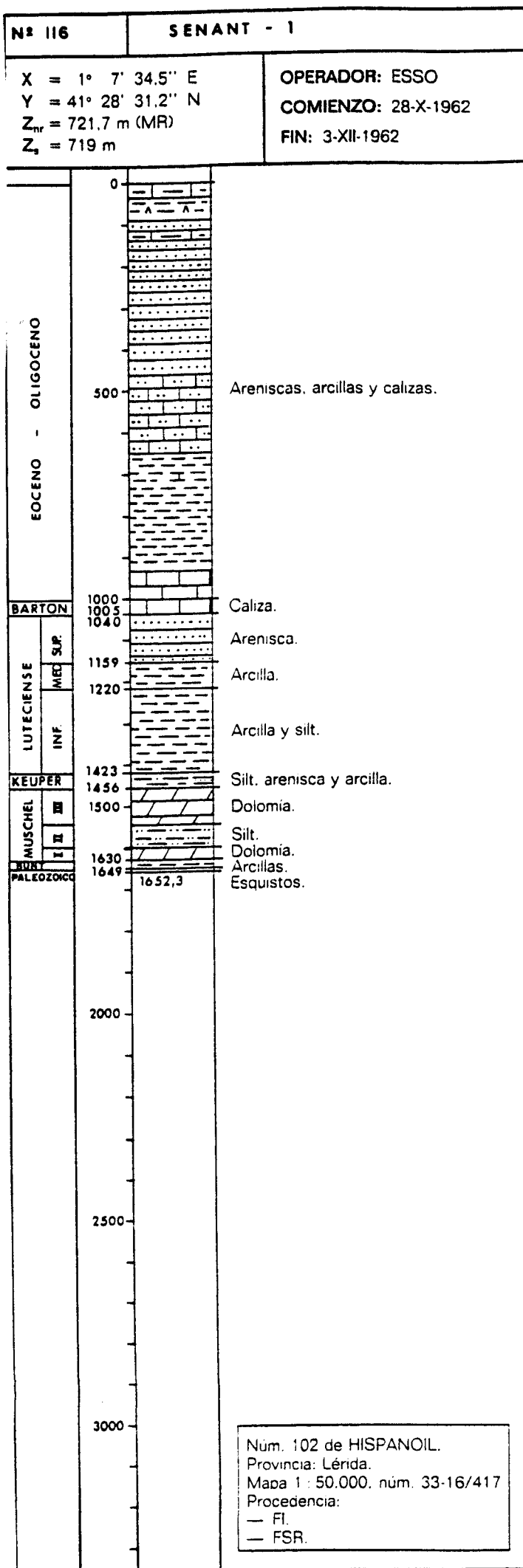


Fig-3

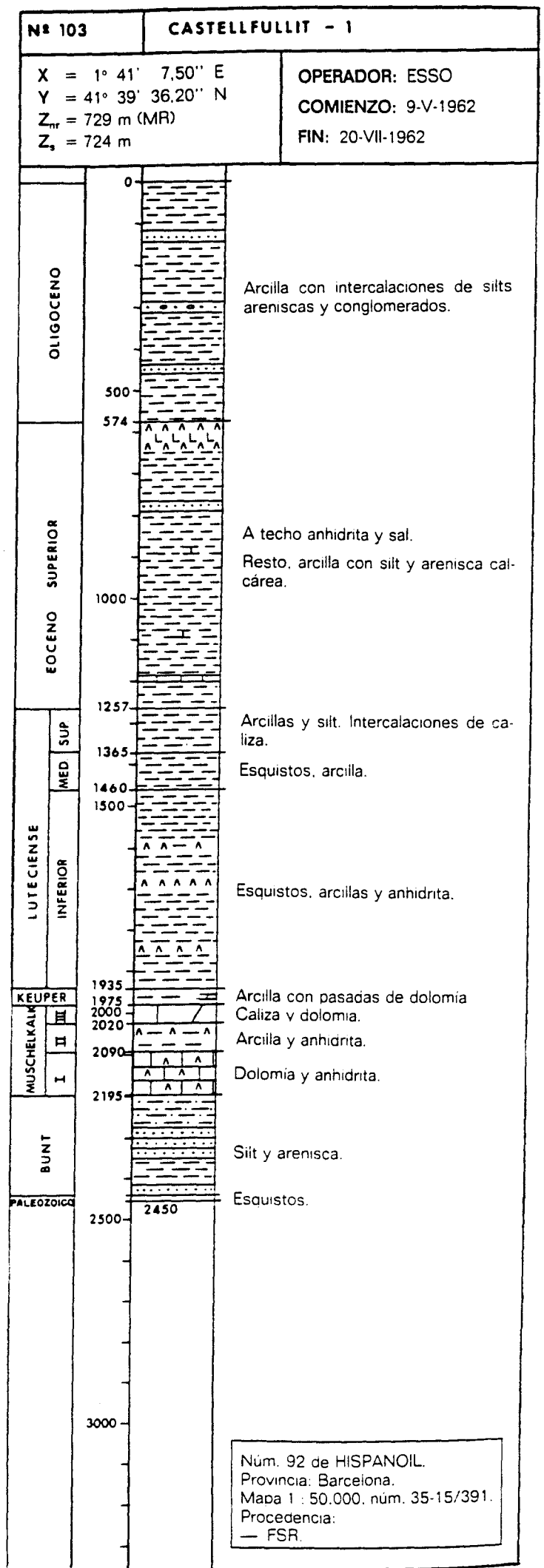
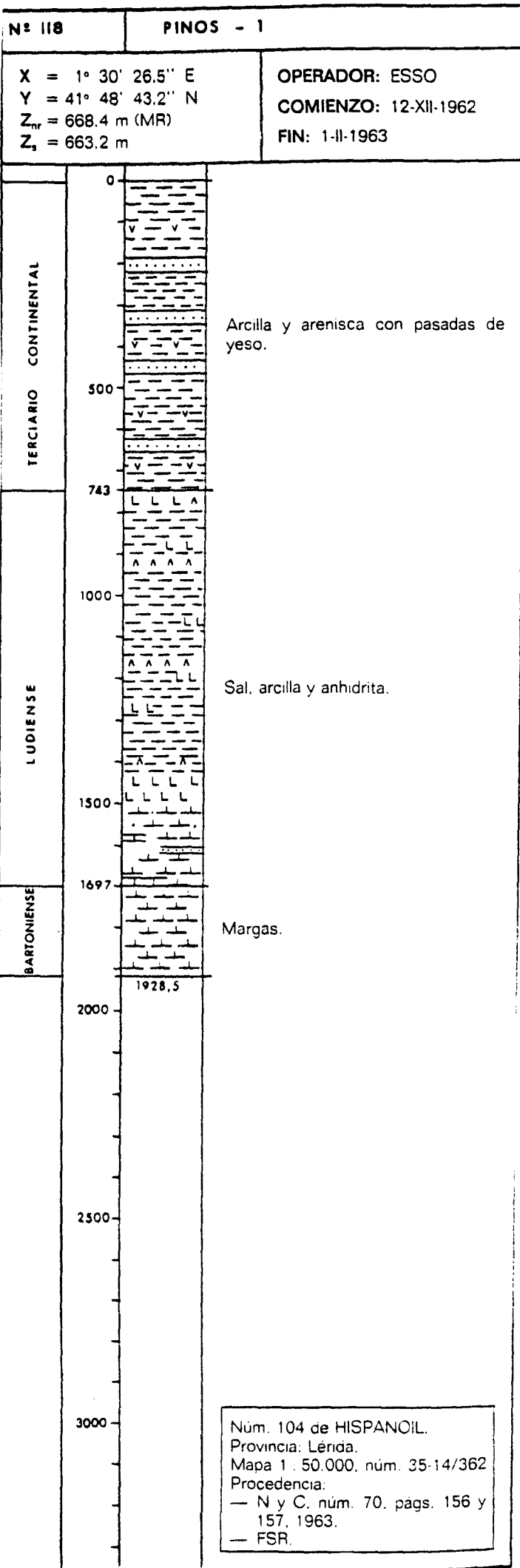
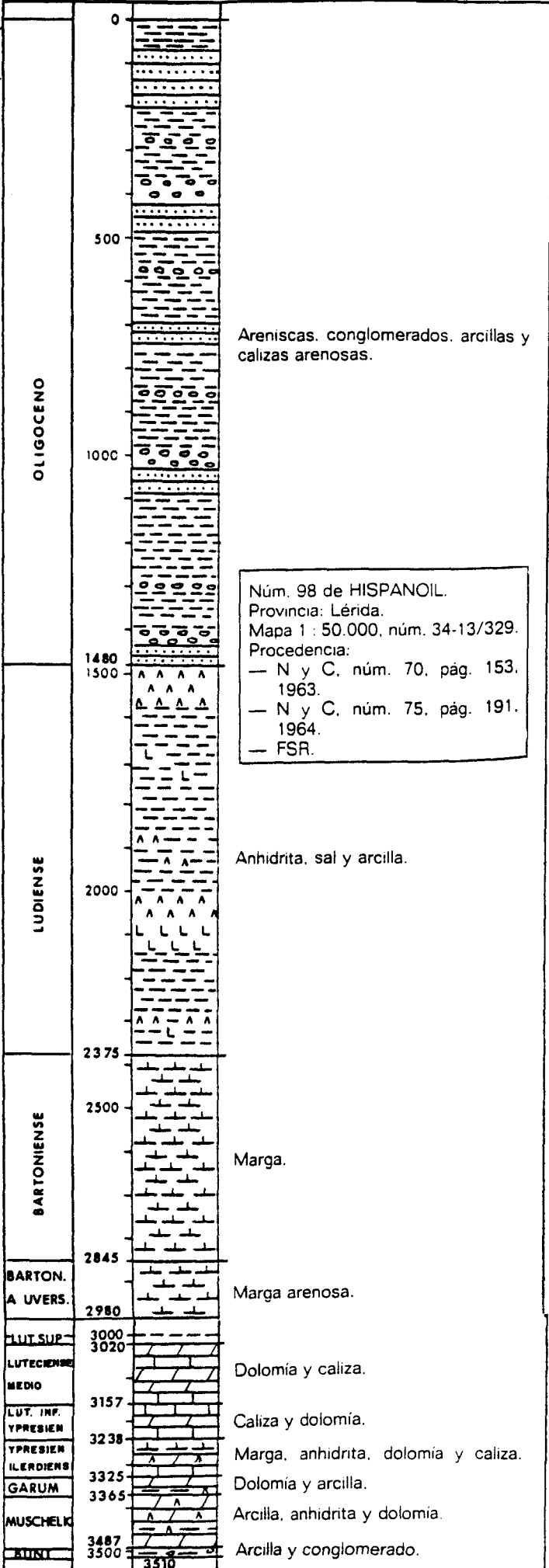


Fig - 4

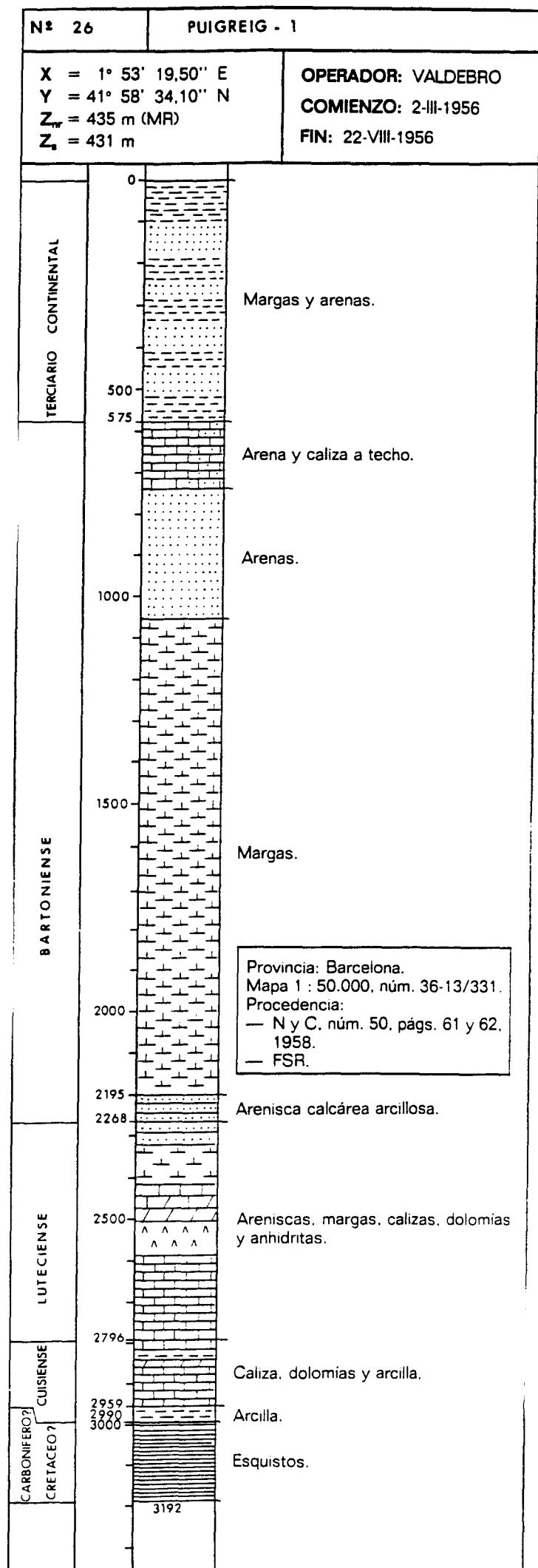
Nº 110 SANAHUJA - 1

X = 1° 22' 29.50" E
 Y = 41° 55' 34.20" N
 Z_{MR} = 631.10 m (MR)
 Z₁ = 626.5 m

OPERADOR: CIEPSA
 COMIENZO: 19-VII-1962
 FIN: 9-II-1963



Núm. 98 de HISPANOIL.
 Provincia: Lérida.
 Mapa 1 : 50.000, núm. 34-13/329.
 Procedencia:
 — N y C, núm. 70, pág. 153, 1963.
 — N y C, núm. 75, pág. 191, 1964.
 — FSR.



Provincia: Barcelona.
 Mapa 1 : 50.000, núm. 36-13/331.
 Procedencia:
 — N y C, núm. 50, págs. 61 y 62, 1958.
 — FSR.

Fig - 5

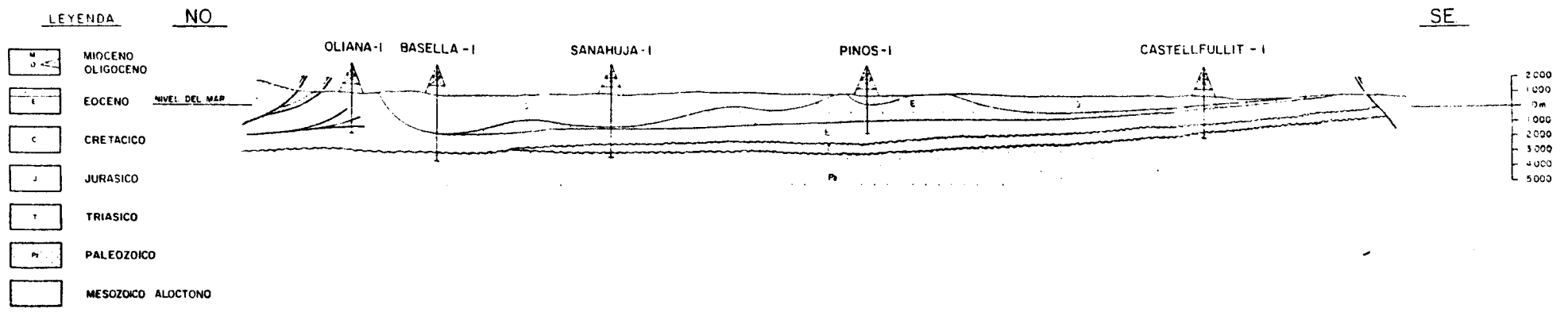


Fig-6

- Mapa Gravimétrico de Cataluña a E.1:500.000, confeccionado por el Servicio Geológico de Cataluña (Departamento de Política Territorial y Obras Públicas) de la Generalitat en el año 1986. Este mapa ha sido elaborado mediante el procesado de 2366 estaciones gravimétricas, medidas para este trabajo y recopiladas de otros organismos públicos y compañías privadas. La densidad de reducción adoptada es de 2.67 gr/cm^3 , siendo este mapa de carácter marcadamente regional (Fig.7). El intervalo entre líneas es de 5 mGal.

- Gravimetría realizada por Esso Ibérica para el estudio de la concesión Cataluña, y que se encuadra casi en su totalidad dentro de la Hoja. El mapa de anomalías de Bouguer se ha obtenido con una densidad de reducción de 2.5 gr/cc y se ha representado con un intervalo entre líneas de 0.5 mGal. Los valores de gravedad están unidos a la base de Lérida y para que todos ellos fueran positivos se les añadió un valor de 360 mGales (Fig.8). No se posee datos digitales de esta campaña, por lo que se presenta un documento obtenido mediante la captura digital de la imagen del mapa.

- Campaña Gravimétrica realizada por el IGME para APEX en el año 1972. Este trabajo consta de 3059 estaciones de las cuales 1416 corresponden a la Hoja Nº 34 (Hospitalet), 1309 a la Nº 42 Tarragona y 334 a la Nº 35 Barcelona. La densidad de reducción adoptada fue de 2.4 gr/cc . (Figs. 9 y 10)

6.4.COMENTARIOS A LA INFORMACION GEOFISICA

MAPA GRAVIMETRICO DE CATALUÑA

Dadas las características de este mapa su carácter es regional y en general está representando la posición del zocalo. Se caracteriza por valores máximos junto a la costa y por valores mínimos bajo las cordilleras. En él se observa (Fig. 7), como en la parte Occidental las isolíneas mantienen un gradiente E-W hasta la parte Central donde se curvan hasta alcanzar dirección NE-SW, paralela a las líneas de fuerte gradiente de la costa.

Dentro del mapa se representa la posición de la Hoja Nº 34 (Hospitalet), justo en el centro. Dentro de ella se observa parte del fuerte gradiente costero en la esquina Sureste, posiblemente coincidente con la parte de la Cordillera Costero-Catalana. El resto, que pertenece a la Depresión del Ebro, está caracterizado por la zona de giro de las isóneas y por una sucesión de ejes de mínimos y máximos que posiblemente indiquen el carácter ondulado del substrato. Dentro del mapa destaca el mínimo que se observa al sur de Solsona, y que coincide con una concentración de materiales evaporíticos.

GRAVIMETRIA DE LA ESSO. CONCESION CATALUÑA

Los rasgos generales, de carácter regional, de esta gravimetría coinciden con la anterior, si bien al ser éste un mapa de mayor detalle destaca más la información de carácter más local (Fig. 8). Al Noroeste del mapa existe un eje mínimos que coincide con el anticlinal evaporítico del valle del Ció. Al Norte, y por la parte central, una alineación de mínimos que coincide con el afloramiento evaporítico del Llobregós. Al norte de esta alineación se observa un conjunto de máximos, y el sondeo de Pinos, situado en esta zona, muestra una menor presencia de materiales evaporíticos, mientras que el sondeo de Guisona, ubicado más al sur, dentro de la zona de gradiente hacia el alineamiento de los mínimos, indica a 800 m de profundidad un paquete de anhidrita y sal de 800 m de potencia. El este del mapa se observa otro conjunto de máximos en la zona de Manresa, al sur de esta zona se encuentra el Sondeo Castellfullit, que indica una menor potencia del Eoceno que en el resto de la cuenca.

Al sur del mapa se observa otra estructura de máximo que coincide con el sondeo Senant-1, que como se aprecia en su columna (Fig.3), el espesor del Paleogeno es de 1400 m, alcanzándose el substrato paleozóico a los 1649 m, lo que indica un menor relleno de cuenca.

GRAVIMETRIA. APEX

La Fig. 9 corresponde al mapa de anomalías de Bouguer, representado con un intervalo entre isolíneas de 1mGal, así como todas las estaciones y la posición de los sondeos Sadurni-1 y Martorell-1. Se ha procedido a obtener un mapa de anomalía regional mediante ajuste por mínimos cuadrados a los puntos de medida de una superficie de 1^{er} grado. Mediante la diferencia del mapa de anomalías de Bouguer y el mapa regional se ha obtenido un mapa gravimétrico de anomalía residual (Fig 10).

En estos mapas se observa al Suroeste una estructura de mínimos que corresponden a la Fosa del Camp, esta estructura se sitúa en su mayor parte en la Hoja Nº 42 (Tarragona), cerrándose en la Hoja Nº 34 (Hospitalet).

Al Norte de la Hoja de Tarragona y más al este de la estructura anterior, se observa un mínimo que se cierra en la Hoja de Hospitalet. Esta estructura parece asociada a la alineación de mínimos que se observa en la Hoja Nº 34 y continúa en la Hoja Nº 35 (Barcelona) y que se corresponde con la Fosa del Penedés. Dentro de esta estructura se sitúan los sondeos Sadurni-1 y Martorell-1, el primero alcanza el Cretácico a los 870 m, mientras que el segundo tiene un relleno terciario directamente sobre el Paleozóico de 2250 m.

7. CONCLUSIONES GENERALES.

De todo lo anteriormente expuesto y como conclusiones de mayor interés para los objetivos del proyecto, en lo referente a formaciones y áreas favorables, cabe indicar que en el ámbito de la Hoja Nº 34. E.1:200.000 de Hospitalet, se han identificado formaciones y áreas favorables dentro de las sucesiones estratigráficas correspondientes al Triás, Eoceno y Mioceno.

7.1.FORMACIONES FAVORABLES

Formaciones Triásicas

Dentro de los sedimentos del Triásico se han considerado favorables los niveles de conglomerados y areniscas del Buntsandstein (Mapa.1), si bien se hace necesario resaltar, que dado su grado de cementación (50-90%) sería totalmente necesario realizar estudios petrológicos detallados para concretar más su grado de interés.

Formaciones Eocénicas

Dentro de la sucesión eocena los materiales de interés corresponden a los niveles de halita de la Fm. Cardona (Mapa.2) y las arenas que forman el Complejo deltaico Priaboniense, de procedencia pirenaica.

Formaciones Miocénicas

En el Mioceno, se consideran formaciones favorables los niveles de conglomerados y areniscas del Complejo continental inferior (Mapa.2) y los niveles de arenas del Complejo marino Langhiense (Mapa.2).

7.2. AREAS FAVORABLES

Además de las áreas definidas como favorables, con carácter prioritario o secundario, de Martorell (Mapa.5) y Sant Sadurní, del análisis de toda la información revisada para la elaboración de este documento se ha llegado a la conclusión de que existen otras áreas de interés para los objetivos del proyecto, en las cuales será necesario llevar a cabo investigaciones detalladas, dado que se estiman de carácter prioritario. Dichas áreas son:

- Area de Viloví.

En este área las investigaciones deben ir encaminadas a determinar si los sedimentos favorables del Buntsandstein permiten su inclusión en los objetivos generales del proyecto.

- Area del Anticlinorio de Sanahuja y anticlinales de Vilanova, Estany, Cardona, Suria y Balsareny (Mapa.3).

La halita de la Fm. Cardona debe, en dichas áreas, constituir almacén. No obstante, a la hora de determinar el grado de interés de ellas es necesario tener en cuenta que su distribución espacial coincide, en gran medida, con la de concesiones mineras actualmente en vigor (Mapa.4).

- Area del Anticlinal de Puigreig.

El anticlinal de Puigreig (Mapa.3), muestra en el ámbito de la Hoja Nº 34. E.1:200.000 de Hospitalet una dirección NW-SE, con inversión hacia el SE. Esta estructura continúa hacia el NW por la Hoja Nº 24. E.1:200.000 de Berga donde, de acuerdo con los datos que aporta la cartografía E.1:200.000 (no existe cartografía E.1:50.000), se hunde bajo sedimentos del Oligoceno.

De confirmarse este extremo, mediante las oportunas y detalladas investigaciones, el anticlinal de Puigreig constituye una importante estructura con garantías de estanqueidad

y, en consecuencia, las arenas del Complejo deltaico Priaboniense, que forman parte de la estructura, conformarían un buen almacén (Mapa.3).

En el Cuadro 2, se resumen las características más representativas de las formaciones y áreas favorables:

CUADRO.2. FORMACIONES, ESTRUCTURAS Y AREAS DE INTERES

EDAD	FORMACION FAVORABLE				ROCA SELLO O PUREZA HALITA	ESTRUCTURA		AREAS DE INTERES	
	Denominación	Roca almacén	Porosidad	Profundidad		Características	Interés		
Mioceno Langhense	Complejo marino y de transición	Arenas, con espesor inferior a 10 m.	2-5%	Intervalo 500-825m, en sondeo S.Sadurní-1	Arcillas	Estructura limitada por fracturas. Se desconoce su estanquidad	Secundario	S.Sadurní	Depresión Vallés-Penedés
Mioceno Aquit?. Burdig. Superior	Complejo continental inferior	Conglomerado y arenas, 20m espesor	20-25%	Intervalo 855-976m. Sondeo Martorell-1	Arcillas	<u>Antiforme</u> con Inmersión NNE y garantías de <u>estanquidad</u>	Prioritario	Martorell	Depresión Vallés-Penedés
Eoceno Priabonense	Formación Salina de Cardona	Halita (Se concentra en anticlinales con espesor superior a 130m)	Impermb.	Mín.238m.S.Sanahuja	Alta	Anticlinorio	Prioritario (supeditado al interés minero)	Sanahuja	Depresión del Ebro
				Mín. 208m.S.Vilanova-1		Anticlinal		Vilavona	
				Mín.aprox.200-400m		Anticlinal		Estany	
				Mín.aprox.150-300m		Anticlinal		Cardona	
				Mín.aprox.150.300m		Anticlinal		Suria	
				674m.S.Balsareny		Anticlinal		Balsareny	
Eoceno Batoniense-Priabonense	Complejo Deltaico	Conglom. y arenas.215m de espesor	?	Intervalo 590-1145m S. Pulgrelg-1	Margas-Calizas y Arcillas	Anticlinal con Inmersión SE, altas garantías de estanquidad	Prioritario	Pulgrelg	
Triásico	Bunt.	Conglom. y arenas.30m de espesor max.	Variable	Sin datos	Arcillas	Estruct. limitada por fracturas. Se desconoce su estanquidad	Secundario	Viloví	Sustrato Depresión Vallés-Penedés.

BIBLIOGRAFIA

ANADON,P (1978). El Paleógeno continental anterior a la transgresión Bianitziense (Eoceno medio) entre los ríos Gaiá y Rippoll (Provincias de Tarragona y Barcelona). Estudios geológicos 34, pp.431-440. Madrid.

CABRERA,L. CALVET,F. GUIMERA,J Y PERMANYER,A. (1991). El registro sedimentario miocénico en los semigrabens del Vallés-Penedés, El Camp: organización secuencial y relaciones tectónica-sedimentación. I Congreso del Grupo Español del Terciario. Libro Guía Excursión nº4, 132 pgs.

CABRERA,L Y CALVET,F. (1996). Onshore Neogene record in NE Spain: Vallés-Penedés and El Camp half-grabens (NW Mediterranean). En: Friend y Dabrio (eds). Tertiary basin of Spain. Cambridge University.Press,6, pp 97-105.

CALVET,F Y MARZO,M (1994). El Triásico de las Cordilleras Costero Catalanas: Estratigrafía, Sedimentología y análisis secuencial. En: Arche(ed) pp53.

FERRER,J. ROSSEL,J Y REGUANT,S (1968). Síntesis litoestratigráfica del Paleógeno del borde oriental de la depresión del Ebro. Acta Geol. Hispa. III(3), pp 54-56.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 329 (Pons). 47 pp.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 330 (Cardona). 58 pp.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 331 (Puigreig). 52 pp.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 363 (Manresa). 22 pp.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 391 (Igalada). 23 pp.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 392 (Sabadell). 31 pp.

IGME, (1975). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 420 (Hospitalet). 55 pp.

IGME, (1980). Mapa geológico de España E.1:200.000. Memoeria explicativa de la Hoja Nº 34 (Hospitalet). 38 pp.

IGME, (1982). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 419 (Villafranca del Penades). 48 pp.

IGME, (1984). Mapa Geológico de España E.1:200.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 35 (Barcelona). 124 pp.

ITGE, (in litt). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 360 (Agramunt).

ITGE, (in litt). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 389 (Tárrega).

ITGE, (in litt). Mapa Geológico de España E.1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja Nº 390 (Cervera).

MINER. Sondeo Nº.26, Puigreig-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.103, Castellfullit-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.110, Sanahuja-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.112, Guisona-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.116, Senant-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.118, Pinos-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.338, Martorell-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

MINER. Sondeo Nº.420, Sant Sadurni-1. Documentación existente en el Servicio de Hidrocarburos.

ITGE. Sondeos Sampedor, Sanahuja, Balsareny, Villanova-1 y Villanova-2.

Documentación complementaria del Mapa Geológico de España E.1:50.000, Hoja

ORTL F Y PUEYO, J.J (1976). Yeso primario y secundario del depósito de Viloví (Provincia de Barcelona, España). Just.Inv.Geol. v.31, pp 5-39.

PUIG DE FABREGAS, C. MUÑOZ, J Y MARZO, M. (1986). Thrust belt development in the Eastern Pyrenees and related depositional sequences in the Southern foreland Basin. En: Allen y Homewood (eds). Foreland basins Sp. Publ.of IAS., 8, pp 319-336.

ROSSELL, L (1990). La Cuenca Potásica Surpirenaica. En. Orti y Salany (eds). Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y Cadenas periféricas y de la zona de levante pp.76-80.

SAEZ, A (1987). Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eoceno-Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias. Univ. de Barcelona. 293 pp.

VERGES, J. Y BURBANK, W (1996). Eocene-Oligocene thrusting and basin

configuration in the eastern and central Pyrenees (Spain). En:Friend y Dabrio (Eds).
Tertiary basin of Spain. Cambridge University. Press,6, pp. 120-133.
VIRGILIC (1958). El Triásico de los Catalánides. Bol. Inst.Geol. Min. de España, 69:
1-865.