



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO PARA ESTUDIOS ESPECIALES DE DESARRO-
LLO TECNOLÓGICO EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMI
NACIÓN DE ACUÍFEROS

**ANÁLISIS DE POSIBILIDADES Y METODOLOGÍA DE
USO DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS SUBTERRÁNEAS**

**POSIBILIDADES DEL SUBSUELO ESPAÑOL. BANCO
DE DATOS DE EMPLAZAMIENTOS**



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

37044

SUPER PROYECTO		AGUAS SUBTERRANEAS		N°		
PROYECTO AGREGADO				N°		
TITULO PROYECTO						
PROYECTO PARA ESTUDIOS ESPECIALES DE DESARROLLO TECNOLOGICO EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION DE ACUIFEROS						
N° PLANIFICACION			N° DIVISION AGUAS, G.A.			
FECHA EJECUCION	INICIO	1/10/87	FINALIZACION	30/9/88		

INFORME (Titulo):

ESTUDIO PARA EL ANALISIS DE POSIBILIDADES Y METODOLOGIA DE
USO DE LAS ESTRUCTURAS GEOLOGICAS SUBTERRANEAS

CUENCA(S) HIDROGRAFICA(S)	TODAS
COMUNIDAD(S) AUTONOMAS	TODAS
PROVINCIAS	

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1.- SÍNTESIS DE DATOS GEOLÓGICOS POR CUENCAS.....	2
1.2.- BASE DE DATOS DE EMPLAZAMIENTOS.....	3
2.- <u>VALLE DEL EBRRO</u>	4
2.1.- NIVELES ALMACÉN.....	5
2.2.- COBERTERAS.....	6
2.3.- TECTÓNICA.....	7
2.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	7
3.- <u>ZONA PIRENAICA</u>	9
3.1.- NIVELES ALMACÉN.....	10
3.2.- COBERTERAS.....	11
3.3.- TECTÓNICA.....	12
3.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	13
4.- <u>CUENCA CANTÁBRICA</u>	15
4.1.- NIVELES ALMACÉN.....	16
4.2.- COBERTERAS.....	17
4.3.- TECTÓNICA.....	18
4.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	19
5.- <u>CUENCA DEL DUERO</u>	22
5.1.- NIVELES ALMACÉN.....	23
5.2.- COBERTERAS.....	23
5.3.- TECTÓNICA.....	24
5.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	24

	<u>Pág.</u>
6.- <u>ZONA TAJO-MANCHA-IBÉRICA-CATALANA</u>	26
6.1.- NIVELES ALMACÉN.....	27
6.2.- COBERTERAS.....	28
6.3.- TECTÓNICA.....	29
6.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	30
7.- <u>AREA PREBÉTICA</u>	32
7.1.- NIVELES ALMACÉN.....	33
7.2.- COBERTERAS.....	33
7.3.- TECTÓNICA.....	34
7.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	34
8.- <u>AREA SUBBÉTICA</u>	36
8.1.- NIVELES ALMACÉN.....	37
8.2.- COBERTERAS.....	38
8.3.- TECTÓNICA.....	39
8.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	39
9.- <u>AREAS MEDITERRANEO SURORIENTAL Y DEPRESIONES INTERNAS DE GRANADA Y GUADIX-BAZA</u>	41
9.1.- NIVELES ALMACÉN.....	42
9.2.- COBERTERAS.....	42
9.3.- TECTÓNICA.....	43
9.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	43
10.- <u>DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR</u>	45
10.1.- NIVELES ALMACÉN.....	46
10.2.- COBERTERAS.....	46
10.3.- TECTÓNICA.....	47
10.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS.....	47

	<u>Pág.</u>
11.- <u>MASAS SALINAS Y DIAPIROS</u>	49
11.1.- CUENCA CANTÁBRICA.....	50
11.2.- PIRINEOS OCCIDENTALES.....	51
11.3.- PIRINEOS ORIENTALES.....	52
11.4.- SURESTE (Alicante-Murcia).....	53
11.5.- CUENCA POTÁSICA NAVARRA.....	54
11.6.- CUENCA POTÁSICA CATALANA.....	54
11.7.- MASAS SALINAS DE JAEN.....	55
12.- <u>RESUMEN</u>	56
12.1.- CUENCA DEL EBRO.....	57
12.2.- ZONA PIRENAICA.....	57
12.3.- CUENCA CANTÁBRICA.....	58
12.4.- CUENCA DEL DUERO.....	58
12.5.- ZONAS DE TAJO-MANCHA, IBÉRICA Y CORDILLERAS CATALANAS.....	58
12.6.- CORDILLERAS BÉTICAS.....	59
12.7.- DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR.....	60
12.8.- DIAPIROS Y MASAS SALINAS.....	60

ANEXO 1

ANEXO 2

ANEXO 3

1.- INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos marcados en el presente proyecto era el análisis de las posibilidades del subsuelo español con la realización de un inventario de datos o estructuras conocidas.

A tal fin se ha llevado a cabo una revisión de los conocimientos existentes de los distintas cuencas sedimentarias, realizando una selección de los almacenes y coberteras más favorables y concretando dentro de lo posible las características de los mismos.

Se ha creado, utilizando el programa DBASE III Plus, una base de datos, del tipo relacional, que recopila la parte más importante de la información manejada. Esta base de datos se concibe como un punto de partida, de manera que habrá de ser corregida y completada progresivamente, a medida de que se disponga de información más fidedigna sobre cada uno de los sondeos o estructura analizados, o se obtenga nueva información sobre otros sondeos o estructuras.

1.1.- SÍNTESIS DE DATOS GEOLÓGICOS POR CUENCAS

La revisión llevada a cabo de los datos geológicos de las distintas cuencas se presenta según el siguiente esquema:

1. Descripción de los niveles almacén aludiendo especialmente a datos de litología, potencia, características hidráulicas y salinidad del agua de formación.
2. Coberteras, haciendo especial hincapié en la litología y potencia.
3. Aspectos estructurales, relacionados con la tectónica de la Cuenca.

4. Relación de sondeos que cortan los diferentes tramos de niveles almacén analizados.

Esta información se presenta en los capítulos 2 al 10. En el capítulo 11 se revisa la distribución de diapiros y masas salinas en la geología española.

Por último en el capítulo 12 se realiza una síntesis muy resumida de toda la información.

1.2.- BASE DE DATOS DE EMPLAZAMIENTOS

En el anexo 1 se presenta una breve descripción de la base de datos, con las normas básicas para su uso y explotación.

En el anexo 2 se presentan algunos ejemplos ilustrativos de informes listados así como de fichas de estructuras, que es posible obtener de la base de datos.

En el anexo 3 se presenta, finalmente, una copia de los tres disquetes de 5¼" que contienen la base de datos creada, y que pueden ser utilizados en cualquier ordenador "PC compatible", siguiendo las instrucciones del anexo 2.

2.- VALLE DEL EBRO

2.1. NIVELES ALMACÉN

2.1.1. Buntsandstein

Areniscas de potencia variable a lo largo de la Cuenca (máx. 200 m en Caspe). Porosidad media 12% (máximos del 19%). Permeabilidades malas excepto en zonas de Lérida y Caspe (238 m.d. y 30 m.d. respectivamente). Fluido almacén es generalmente agua salada.

2.1.2. Muschelkalk Inferior

Banco de dolomias de espesor aproximado 100 m. Malas condiciones hidrogeológicas; tan sólo se detectó buena transmisividad en la zona oriental debido a fracturación. Fluido de la formación: agua salada.

2.1.3. Muschelkalk Superior

Calizas o dolomias con grado variable de dolomitización y 110 m. de espesor medio. Buena porosidad y permeabilidad. Frecuentes cambios laterales de facies pasando a anhidritas. Agua salada en la mayoría de los casos. A priori un buen nivel para el almacenamiento.

2.1.4. Lias (Retiense)

Tramo dolomítico de espesores variables según zonas (máximo 600 m). Desaparece al Este de la falla del Segre. Porosidades normalmente entre 7 y 15%. Buena permeabilidad debido a la fracturación. Agua salada. En principio, el mejor almacén de la cuenca.

2.1.5. Cretácico Inferior y Terciario

Tramos arenosos del Cretácico Inferior que existen en pocas zonas de la Cuenca. Posibles almacenes Terciarios en areniscas porosas, niveles carbonatados o de brecha (Brecha de Alcanar).

2.2. COBERTERAS

2.2.1. Buntsandstein

Normalmente es la formación arcillosa-evaporítica del propio Bunt, constituidas por arcillas que pasan a areniscas hacia la base (máx. 40 m) y sal o anhidrita (hasta 50 m). En caso de lagunas estratigráficas los niveles cobertera serían: niveles calizo-dolomíticos de Muschelkalk, Keuper e incluso sedimentos terciarios.

2.2.2. Muschelkalk Inferior

Tramo arcilloso-evaporítico del Muschelkalk Medio que puede alcanzar hasta 200 m.

2.2.3. Muschelkalk Superior

Como cierre superior el Keuper: arcillas abigarrados (40 m), sal con anhidrita y arcilla (máx. 200 m) y arcillas abigarradas (40 a 80 m). Como cierre inferior el tramo arcilloso-evaporítico del Muschelkalk Medio.

2.2.4. Lias (Retiense)

La cobertera es el Lias margoso, muy constante en toda la Cuenca. Es una formación de calizas arcillosas y margas de unos 50 m. de espesor.

2.2.5. Cretácico Inferior y Terciario

El Terciario presenta la formación evaporítica de anhidritas y yesos. Las formaciones detríticas presentan alternancias de arcillas en algunos casos.

2.3. TECTÓNICA

Los sedimentos descansan sobre el zócalo Paleozoico que forma un paleorelieve que condiciona la tectónica de bloques característica de esta cuenca sedimentaria.

Debido a una gran laguna estratigráfica que abarca todo el Cretácico Superior y gran parte del Terciario, los sedimentos terciarios descansan sobre el Mesozoico en disposición subhorizontal, que únicamente se ve afectada por plegamiento notable hacia la región Catalana.

La falla del Segre y la alineación de la Falla de Boltaña dividen la Cuenca en tres sectores:

- Oriental: en donde el zócalo actuó de umbral desde el Triásico.
- Central: en donde destaca un sistema de fallas de dirección NO-SE, con estructuras anticlinales detectadas en profundidad.
- Occidental: caracterizadas por dos depresiones separadas por un umbral Central. El Mesozoico está fallado en bloques. Existe algún anticlinal en profundidad.

2.4. RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRANOS ALMACÉN CONSIDERADOS

2.4.1. Buntsandstein

- | | |
|-----------------|---------------------|
| - Sondeo Lérida | - Sondeo Sarriena |
| - Sondeo Fraga | - Sondeo Monzón |
| - Sondeo Caspe | - Sondeo Monegrillo |

- Sondeo Ebro-1
- Sondeo La Zaida
- Sondeo Ballobar
- Sondeo Arnedo
- Sondeo Bujaraloz

2.4.2. Muschelkalk Inferior

- Sondeo Lérida
- Sondeo Fraga
- Sondeo Caspe
- Sondeo Ebro-1
- Sondeo Guisona
- Sondeo Magallón
- Sondeo Tauste
- Sondeo Sarriena
- Sondeo Monzón
- Sondeo Castellfullit

2.4.3. Muschelkalk Superior

- Sondeo Fraga
- Sondeo Bujaraloz
- Sondeo Ebro-1
- Sondeo Valpalmas
- Sondeo Caspe
- Sondeo Monzón
- Sondeo Sarriena
- Sondeo Monegrillo

2.4.4. Lias (Retiense)

- Sondeo La Zaida
- Sondeo Candanos
- Sondeo Ebro-1
- Sondeo Tauste Este
- Sondeo Ballóbar
- Sondeo Bujaraloz
- Sondeo Esplús
- Sondeo Gelsa
- Sondeo Chiprana
- Sondeo Arnedo
- Sondeo Magallón
- Sondeo Monzón
- Sondeo Sarriena

2.4.5. Cretácico Inferior y Terciario

- Sondeo Bujaraloz
- Sondeo Candanos
- Sondeo Ballóbar
- Sondeo Chiprana

(El Terciario está atravesado por la mayoría de los sondeos realizados en la Cuenca).

3.- ZONA PIRENAICA

3.1. NIVELES ALMACÉN

3.1.1. Buntsandstein

Materiales detríticos, conglomerados y areniscas. Espesor de unos 300 m. Situado a bastante profundidad. Baja porosidad (1 a 5%) aunque mejorable por fracturación. Mal conocimiento en general.

3.1.2. Muschelkalk

Formado por dos tramos calizos o dolomíticos separados por otro arcilloso evaporítico e iguales condiciones que en el Valle del Ebro (ver 2.1.2 y 2.1.3). Potencia aproximada 300 m. Fluido de Almacén agua salada. Porosidad entre 2 y 10%.

3.1.3. Liásico Inferior-Infralías

Dolomías y calizas más o menos fracturadas. No existe en el Area Oriental. Area Central: en general malas características hidrogeológicas; fluido almacén: agua salada y algo de gas. Area Occidental: tampoco presenta buenas características.

3.1.4. Dogger-Malm

Bancos de calizas y dolomías. Casi exclusivamente reducido al area Central. Potencias de aprox. 500 m (en toda la serie). Buen almacén con buena porosidad. Frecuentes pérdidas de lodo en las perforaciones. Contiene agua salada generalmente, aunque en Isona dió agua dulce.

3.1.5. Albiense-Cenomanense Inferior

Arenas del Albiense y carbonatos del Cenomanense. Potencia muy variable. Su utilidad se limita a la zona de Pamplona puesto que en otras zonas contienen agua dulce y en ocasiones agua dulce y gas.

3.1.6. Cenomanense Superior-Turonense-Senonense

Serie carbonatada y de Flysch. En su mayoría contienen agua dulce. En ocasiones gas (Graus). Posibilidades de almacenamientos reducidas a algunos puntos del área Central (Ej: Sondeo Tamurcia).

3.1.7. Eoceno

Areniscas, calizas y conglomerados. Desarrollo por todo el Pirineo con diversidad de facies y potencias. Los niveles más adecuados son el Luteciense e Ipresiense aunque en la mayoría de los casos contienen agua dulce.

3.2. COBERTERAS

3.2.1. Buntsandstein

Cobertera constituida por las evaporitas del Rot. con espesores normales de 20 m (máx. 100 m).

3.2.2. Muschelkalk

Las mismas que en el Valle del Ebro. Ver apartados 2.2.2. y 2.2.3.

3.2.3. Liásico Inferior-Infralías

Ocasionalmente puede presentar anhidritas cuyo espesor puede llegar a los 700 m.

3.2.4. Dogger-Malm

Los niveles impermeables superiores no están bien determinados. En algunos casos son arcillas del Aptense-Albense y en otros anhidritas del Jurásico Superior. El cierre inferior está constituido por los niveles margosos del Lías Medio.

3.2.5. Albiense-Cenomanense Inferior

Cobertera formada por los niveles arcillosos del Albiense.

3.2.6. Cenomanense Superior-Turonense-Senonense

Las facies flysch del Senoniense Superior son un buen impermeable.

3.2.7. Eoceno

No hay datos sobre los posibles impermeables.

3.3. TECTÓNICA

El substrato Paleozoico aflora en la gran Zona Axial que constituye la divisoria entre España y Francia. Está formado por terrenos muy tectonizados y vastos macizos cristalinos.

Los Prepirineos están formados por los dos surcos Mesozoicos de dirección E-O que se disponen a N y S de la Zona Axial.

En conjunto, la zona Pirenaica es un gran pliegue de fondo roto por innumerables fallas y cadenas de plegamiento del Prepirineo. Son frecuentes los cabalgamientos y pequeños corrimientos en el contacto Zona Axial-Prepirineo.

Se distinguen tres áreas:

- Oriental: El Eoceno está depositado directamente sobre el Triásico o el Paleozoico.
- Central: Con grandes unidades cabalgantes, formada por el Terciario y Mesozoico.
- Occidental: Oligoceno, Eoceno y Senoniense Superior se disponen sobre el Trias y el Paleozoico.

3.4. RELACION DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRANOS ALMACÉN CONSIDERADOS

3.4.1. Buntsandstein

- Sondeo de Jaca

3.4.2. Muschelkalk

- Sondeo Isona
- Sondeo S. Miguel de Campmajor

3.4.3. Liásico Inferior-Infralías

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| - Sondeo Eriña-1 | - Sondeo Isona-1 |
| - Sondeo Tamurcia-1 | - Sondeo Monesma-1 |
| - Sondeo Tolva | - Sondeo Pamplona-3 |
| - Sondeos Benabarre 1-2 y 3 | - Sondeo Pamplona Sur-1 |

3.4.4. Dogger-Malm

- | | |
|----------------------|--------------------|
| - Sondeo San Corneli | - Sondeo Isona |
| - Sondeo Tamurcia | - Sondeo Centenera |
| - Sondeo Tolva | - Sondeo Benabarre |
| - Sondeo Monesma | - Sondeo Briña |

3.4.5. Albiense-Cenomanense Inferior

- | | |
|------------------|-----------------------|
| - Sondeo Boixols | - Sondeo Sant Corneli |
|------------------|-----------------------|

- Sondeo Pamplona Sur
- Sondeo Pamplona-1
- Sondeo Briña

3.4.6. Cenomanense Superior-Turonense-Senonense

- Sondeo Briña
- Sondeo Tolva
- Sondeo Roncal
- Sondeo Sant Corneli
- Sondeo Tamurcia
- Sondeo Benabarre
- Sondeo Centenera
- Sondeo Pamplona Sur
- Sondeo Graus

3.4.7. Eoceno

- Sondeos Gerona
- Sondeo S. Miguel Campmajor
- Sondeo Pamplona Sur
- Sondeo Roncal
- Sondeo Ampurdán-2
- Sondeo Riudaura-1
- Sondeo Juanetas
- Sondeo Riudaura
- Sondeo Pamplona 1 y 2
- Sondeo Santa Creu
- Sondeo Juanetas
- Sondeo Sallfogona
- Sondeo Puigreig
- Sondeo Centenera
- Sondeo Campanue
- Sondeo Graus
- Sondeo Sant Privat
- Sondeo Perafita

4.- CUENCA CANTABRICA

4.1. NIVELES ALMACÉN

4.1.1. Liásico

Sus niveles almacén son las dolomías y calizas oolíticas del Lías Inferior. Facies poco variable horizontalmente. Valores de porosidad entre el 3 y 15%. El agua de la formación es generalmente salada, aunque cuatro sondeos obtuvieron salinidades menores de 8.000 ppm (La Población, Monillo, Villalta y Abar). En ocasiones contiene también gas. Las carbonolas del Rético pueden ser también almacén. En Hontomín 17% de porosidad recuperándose 13-9 m³ de agua de 90.700 ppm.

4.1.2. Dogger

Tramo calizo-margoso de porosidad media 10% (máx. 12%). Contiene agua dulce en diversas zonas. Puede ser almacén según salinidad y fracturación.

4.1.3. Purbeckiense

Almacén arenoso-areniscoso. Porosidad hasta el 20%. Fluidos almacén: petróleo, agua salada, mezcla de ambos y agua dulce en algunas zonas.

4.1.4. Wealdense

Almacén en sus tramos de areniscas y conglomerados. Porosidad media: 17% en sierra de Cantabria, 10% en Treviño, valores muy bajos en Cubeta Vizcaína y Surco Alavés. Permeabilidades bajas (0,12-26 md). Fluido de la formación: agua salada, aunque varios sondeos dieron agua dulce a

gran profundidad (Retuerta a 2.140 m).

4.1.5. Aptiense

Tramos calizos fracturados. Contiene agua salada. Porosidades medias entre 3 y 15%.

4.1.6. Albiense

Arenas, areniscas y conglomerados continentales. Areniscas y calizas marinas tipo flysch. Muy buena porosidad, más del 20% en la Rioja, Sierra de Cantabria y zona Occidental, 10-15% en la Cubeta Vizcaina, 5-10% en Treviño y menores del 5% en el Surco Alavés. Generalmente contiene agua dulce, incluso a gran profundidad (Zuazo a 1.905 m.). En algunos puntos agua salada.

4.1.7. Cretácico Superior

Posibles niveles almacén en las calizas del Turonense, y calizas y areniscas del Cenomanense. Contienen agua salada.

4.2.- COBERTERAS

4.2.1. Liásico

Impermeable superior constituido por el Lias margoso. El cierre inferior está garantizado por el Keuper.

4.2.2. Dogger

Impermeable superior no bien definido. Tendrían que ser tramos del Purbeckiense, Wealdense, Aptense y Albiense.

4.2.3. Purbeckiense

Los posibles cierres impermeables hay que buscarlos en las frecuentes intercalaciones arcillosas de esta serie.

4.2.4. Wealdense

Pueden estar formadas por tramos arcillosos de este mismo terreno y del Purbeckiense.

4.2.5. Aptiense

No hay datos sobre posibles impermeables.

4.2.6. Albiense

Sus cierres son niveles impermeables alternantes en la misma serie.

4.2.7. Cretácico Superior

Existen algunos niveles impermeables dentro de estas series que pueden permitir un cierre local.

4.3.- TECTÓNICA

La Cuenca Cantábrica presenta una estructura generada principalmente durante la orogenia alpina, y se caracteriza por su abundante diapirismo. Se distinguen las siguientes zonas:

- Surco de la Rioja: con gran espesor de sedimentos terciarios.
- Franja móvil de la Sierra de Cantabria: presenta una gran laguna estratigráfica en la serie cretácica y del Jurásico Superior. Se caracteriza por sus cabalgamientos.

- Zona transicional de Treviño: gran espesor de sedimentos con disposición estructural tranquila. Existen diapiros importantes.
- Surco Alavés: Tectónica típicamente diapirica: zonas de cubetas y altos junto con grandes diapiros.
- Cubeta Vizcaina.
- Cubeta Santanderina: con gran desarrollo del Cretácico Inferior.
- Región Occidental: de gran complejidad tectónica. Fenómenos diapiricos.

4.4.- RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRANOS ALMACÉN CONSIDERADOS

4.4.1. Liásico

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| - Sondeo Valdearnedo | - Sondeo Abar |
| - Sondeo de Rojas-1 | - Sondeo Zamanzas |
| - Sondeo Hontomín-1 | - Sondeo La Engaña-15bis |
| - Sondeo Villalta | - Sondeo Sal-2 |
| - Sondeo Rozas | - Sondeo La Población |
| - Sondeo Tozo | - Sondeo Monillo |
| - Sondeo de Bóveda | - Sondeo de Marinda |
| - Sondeo Ribero-2 | - Sondeo Peña Ortún |
| - Sondeo Castro Urdiales | - Sondeo Retuerta |

4.4.2. Dogger

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| - Sondeo Hontomín-1 | - Sondeo Zamanzas |
| - Sondeo Villalta | - Sondeo Castro Urdiales |
| - Sondeo Polientes | - Sondeo Peña Ortún |
| - Sondeo Huidobro | - Sondeo Rojas-1 |
| - Sondeo Ancillo | - Sondeo Ribero |
| - Sondeo Monillo | - Sondeo Tozo |
| - Sondeo Bóveda | - Sondeo Valdearnedo |

4.4.3. Purbeckiense

- Sondeos de Ayoluengo
- Sondeo de Rozas
- Sondeo Ribero
- Sondeo Valdearnedo
- Sondeo Monillo
- Sondeo Tozo
- Sondeo Retuerta
- Sondeo Bóveda
- Sondeo Arco Iris
- Sondeo Castro Urdiales
- Sondeo Peña Ortún
- Sondeo Pino
- Sondeo La Engaña-15bis

4.4.4. Vealdense

- Sondeo Aitzgorri
- Sondeo Arco Iris
- Sondeo La Hoz-2
- Sondeo Entrambosríos
- Sondeo Crespo
- Sondeo Castro Urdiales
- Sondeo Ribero
- Sondeo Cabañas
- Sondeo Urbel
- Sondeo Villalta
- Sondeo Rozas
- Sondeo Zamanzas
- Sondeo Aramayona
- Sondeo Pino
- Sondeo Cegama
- Sondeo La Engaña-15bis
- Sondeo Retuerta
- Sondeo Hontomin-1
- Sondeo Leva
- Sondeo Vivanco
- Sondeo Polientes
- Sondeo Urbasa
- Sondeo Abar
- Sondeo Lagran
- Sondeo Orefia
- Sondeo Monillo
- Sondeo Ubidea
- Sondeo Bóveda
- Sondeo Arija
- Sondeo Laño-1
- Sondeo Basconcillos

4.4.5. Aptiense

- Sondeo Vivanco
- Sondeo Sopeñano-4
- Sondeo Marinda
- Sondeo Castillos
- Sondeo Bóveda
- Sondeo Arija
- Sondeo Ajo
- Sondeo Urbasa
- Sondeo Lagran
- Sondeo Astrain

- Sondeo La Hoz
- Sondeo Arco Iris
- Sondeo Treviño
- Sondeo Retuerta
- Sondeo Alda
- Sondeo Cegama

4.4.6. Albiense

- Sondeo Laffo-1
- Sondeo Zuazo
- Sondeo Treviño
- Sondeo Liermo
- Sondeo Marinda
- Sondeo Hontomín-1
- Sondeo Sal-2
- Sondeo Valdearnedo
- Sondeo Cegama
- Sondeo Añastro
- Sondeo Entrambrosíos
- Sondeo Rozas
- Sondeo Vivanco
- Sondeo Encarnación
- Sondeo Alloz
- Sondeo Abar
- Sondeo Alda
- Sondeo Bóveda
- Sondeo La Hoz
- Sondeo Polientes
- Sondeo Escalada
- Sondeo Arco Iris
- Sondeo Astrain
- Sondeo La Engaña-15bis
- Sondeo Castillos
- Sondeo Ajo
- Sondeo Aramayona
- Sondeo Urbasa
- Sondeo Villalta
- Sondeo Urbel
- Sondeo Ribero
- Sondeo Retuerta
- Sondeo Lagran

5.- CUENCA DEL DUERO

5.1. NIVELES ALMACÁN

5.1.1. Buntsandstein

Nivel de areniscas de color dominante rojo. Suelen presentar conglomerados en la base, contactando con el Paleozoico.

5.1.2. Rético

Serie dolomítica que comienza por calizas más o menos dolomíticas, aumentando la dolomitización hacia la base. Dolomias oquerosas de gran porosidad. Buena permeabilidad. Contiene agua salada.

5.1.3. Albiense

Almacenes de arenas y areniscas de la facies Utrillas. Generalmente muy alternadas con niveles de arcillas. Mala continuidad lateral de facies. Buenas condiciones hidráulicas, sobre todo a techo. Contiene agua salada aunque en algunos sitios hay salinidad inferior a 3.000 ppm (Iglesias, Burgos-1, Górmaz).

5.2. COBERTERAS

5.2.1. Buntsandstein

Como impermeable superior están los niveles arcillosos del Keuper, formados por arcillas rojas, a veces algo calcáreas y yesos. Como cierre inferior han de buscarse niveles arcillosos del propio Bunt.

5.2.2. Rético

El cierre superior está formado por las calizas y margas del Lías que presentan también intercalaciones de anhidritas. El impermeable inferior está constituido por el Keuper: arcillas con intercalaciones de evaporitas, generalmente yesos y anhidritas.

5.2.3. Albiense

Su cobertera impermeable son las arcillas de la base del Cenomanense. Como cierre inferior hay que buscar algún nivel arcilloso intercalado en el propio Albiense.

5.3. TECTÓNICA

Es una cuenca tectónicamente sencilla. Consiste en una gran cubeta formada por un Paleozoico muy plegado, rellena de sedimentos Mesozoicos y Terciarios discordantes.

Los sedimentos mesozoicos están afectados por una tectónica suave y los terciarios no están estructurados.

5.4. RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS

5.4.1. Buntsandstein

- Sondeo Burgo de Osma
- Sondeo Górmaz
- Sondeo Iglesias

5.4.2. Rético

- | | |
|------------------|------------------------|
| - Sondeo Górmaz | - Sondeo Burgos-1 |
| - Sondeo Alcozar | - Sondeo Burgo de Osma |

5.4.3. Albiense

- Sondeo D. Juan
- Sondeo Iglesias
- Sondeo Peña
- Sondeo Alcozar
- Sondeo Rio Franco
- Sondeo Burgos-1
- Sondeo Burgo de Osma
- Sondeo Villameriel
- Sondeo S. Pedro-1 y 3
- Sondeo Górmaz

6.- ZONA TAJO-MANCHA-IBERICA-CATALANA

6.1. NIVELES ALMACÉN

6.1.1. Buntsandstein

Nivel almacén constituido por arenas y areniscas. Porosidades medias 8-10%. Espesor mínimo 60 m. Contiene agua salada excepto en el sondeo Castilfrío (Soria) que se obtuvo agua dulce. Por debajo existe un nivel de conglomerados de mala porosidad y permeabilidad por cementación de los cantos. Posible almacén en toda el área excepto zona de Soria.

6.1.2. Muschelkalk

Formado por dos barras dolomíticas del Muschelkalk Superior e Inferior separados por la serie arcilloso-evaporítica del Muschelkalk Medio. Porosidad y permeabilidad no muy buenas salvo posibles áreas fracturadas. Estimulables por acidificación o fracturación. Fluido almacén: agua salada.

6.1.3. Lias Inferior

Nivel de dolomías de buena porosidad y permeabilidad principalmente debido a fracturación. Contienen agua salada aunque el sondeo S.Lorenzo (Área Tajo-Mancha) produjo agua dulce. Asimismo, el sondeo Ledaña obtuvo algo de gas. Espesor 20 a 1000 m. Muy reducido en el Área Catalana.

6.1.4. Dogger

Niveles de calizas y dolomías con buena porosidad por fracturación. Contiene agua dulce a los niveles normales de profundidad.

Máx. 400 m.

6.1.5. Cretácico Inferior

Posibles almacenes detríticos del Wealdense y Albiense que normalmente tienen porosidades altas. En la zona de Madrid se encuentra a profundidades de hasta 4.000 m. Los sondeos de la zona de Soria obtuvieron agua dulce. En Tiernes (Area Tajo-Mancha), agua salada. Potencia generalmente inferior a 100 m.

6.1.6. Terciario Detrítico

Fundamentalmente en la cuenca de Madrid. Areniscas y arenas en depósitos lenticulares con intercalaciones más o menos arcillosas

6.2. COBERTERAS

6.2.1. Buntsandstein

La cobertera impermeable está constituida por las series arcilloso-evaporíticas del Rot, del Muschelkalk Medio y del Keuper. El cierre inferior es el tramo arcilloso-conglomerático del Bunt y el substrato Paleozoico.

6.2.2. Muschelkalk

El impermeable superior son los niveles arcillosos y evaporíticos existentes por debajo de las evaporitas del Lias Inferior. El cierre inferior son los tramos arcilloso-evaporíticos del Muschelkalk Medio.

6.2.3. Lias Inferior

Por la parte superior puede ser cerrado por tramos evaporíticos del Lias que alternan con las dolomías. También el Lias

margoso. Por debajo, el Keuper asegura el cierre con los niveles arcilloso-evaporíticos.

6.2.4. Dogger

Impermeable superior formado por los niveles margosos del Dogger, que no son muy seguros. Inferiormente, las evaporitas del Lias Inferior son un buen cierre.

6.2.5. Cretácico Inferior

Los impermeables han de ser niveles de arcilla alternantes con las arenas y areniscas. La facies arcilloso-evaporítica continental del Cretácico Superior puede ser un buen impermeable.

6.2.6. Terciario Detrítico

Depósitos arcillosos del mismo Terciario Detrítico.

6.3. TECTÓNICA

Es una gran cuenca Mesozoica conformada por las orogenias hercínica y alpina. La primera originó estructuración en cubetas y la segunda plegamientos y despegues sobre los niveles plásticos Triásicos.

La Cuenca de Madrid es una gran cubeta con relleno del Cretácico Superior y Terciario Continental.

La zona Ibérica presenta grandes espesores en la Cubeta del Maestrazgo, perdiéndose en la zona Castellano-Valenciana.

Se distinguen tres unidades estructuradas entre las Cordilleras Costero-Catalanas y la Depresión del Ebro: Cordillera Litoral, Depresión Prelitoral y Cordillera Prelitoral. En la zona más septentrional dominan los plegamientos hercínicos con orientación perpendicular a las

cadenas alpinas. Se distinguen estructuralmente los "Paleocatalánides" que afectan a materiales paleozoicos y los "Mesocatalánides" en los mesozoicos.

Existen estructuras lenticulares en las arenas del Purbeck-Wealdense de Soria y en el Cretácico Superior y Terciario de Madrid.

Las estructuras anticlinales y sinclinales se encuentran principalmente en el Triásico, Jurásico y Cretácico.

6.4. RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS

6.4.1. Buntsandstein

- | | |
|---------------------|--------------------|
| - Sondeo Castilfrio | - Sondeo Jaraco |
| - Sondeo Hito | - Sondeo Ledaña |
| - Sondeo Mirambell | - Sondeo Tribaldos |
| - Sondeo Belmontejo | - Sondeo Salobral |
| - Sondeo Carcelén | |

6.4.2. Muschelkalk

- | | |
|---------------------|--------------------|
| - Sondeo Carcelén | - Sondeo Hito |
| - Sondeo Ledaña | - Sondeo Tribaldos |
| - Sondeo Jaraco | - Sondeo Mirambell |
| - Sondeo Castilfrio | - Sondeo Bobalar |

6.4.3. Lias Inferior

- | | |
|--------------------|---------------------|
| - Sondeo Carcelén | - Sondeo Ucero |
| - Sondeo Gabaldón | - Sondeo Jaraco |
| - Sondeo Ledaña | - Sondeo Perenchiza |
| - Sondeo Mirambell | - Sondeo Belmontejo |
| - Sondeo Aldehuela | - Sondeo Hito |
| - Sondeo Bobalar | - Sondeo S. Lorenzo |

- Sondeo Castilfrío
- Sondeo Tribaldos

6.4.4. Cretácico Inferior: (Wealdense-Albiense)

- Sondeo Belmontejo
- Sondeo Gabaldón
- Sondeo Salobral
- Sondeo La Cuenca
- Sondeo Tribaldos
- Sondeo S. Lorenzo
- Sondeo Villanueva
- Sondeo Tielmes
- Sondeo Carcelén
- Sondeo Ledaña
- Sondeo Quintana Redonda
- Sondeo Uvero
- Sondeo Aldehuela
- Sondeo Pradillo-1

6.4.5. Terciario Detrítico (Cuenca de Madrid)

- Sondeo Pradillo-1
- Sondeo S. Sebastián Reyes
- Sondeo Tres Cantos

7.- AREA PREBÉTICA

7.1. NIVELES ALMACÉN

7.1.1. Triásico

Formaciones detríticas de 200-500 m. de espesor. Muy profundas.

7.1.2. Jurásico

Niveles almacén principalmente en calizas y dolomías. Espesores de hasta 700 m. y superiores. Características hidráulicas mejoradas por posible fracturación.

7.1.3. Cretácico

Niveles almacén en las series detríticas de la facies Utrillas del Cretácico Inferior. Grandes variaciones de potencias y de facies. Principalmente areniscas. Porosidades medias en torno a 10%. En el Cretácico Superior, tramo dolomítico del Cenomanense y dolomías masivas del Turonense.

7.2. COBERTERAS

7.2.1. Triásico

Tramos de arcillas y evaporitas de origen lagunar. Poco conocido.

7.2.2. Jurásico

Serie de marga calizas del Jurásico Superior. Poco reconocida.

7.2.3. Cretácico

Niveles impermeables en los paquetes arcillosos del Cretácico Superior. Potencia 10-20 m. Buena continuidad regional, pero mal conocida.

7.3. TECTÓNICA

Estructuralmente la Zona Prebética es un cuerpo autóctono, aunque unidades intermedias de paso al Subbético pueden ser paraautóctonas o alóctonas.

El rumbo general de los plegamientos se aparta frecuentemente de la alineación OSO-ENE de todo el conjunto.

En general, la estructuración es compleja sobre todo en los niveles Wealdense y Utrillas, interesantes como posibles almacenes. El sector Jumilla-Onteniente presenta series de anticlinales y anticlinorios que pueden ser estructuras favorables. Su orientación es típicamente bética y existe tendencia a formar pliegues "en champiñón" característicos de la tectónica diapirica.

7.4. RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRANOS ALMACÉN CONSIDERADOS

7.4.1. Triásico

No ha sido cortado en ningún sondeo de investigación de hidrocarburos.

7.4.2. Jurásico

- Sondeos Socovos-1 y 2
- Sondeo Sierra Larga

7.4.3. Cretácico

- Sondeos Socovos-1 y 2
- Sondeo Sierra Larga

8.- AREA SUBBÉTICA

8.1. NIVELES ALMACÉN

8.1.1. Triásico

Niveles de dolomías fracturadas. Contienen agua salada. No fueron cortados en algunos sondeos.

8.1.2. Jurásico Inferior

Posibles almacenes en los tramos de dolomia correspondientes al Hettangiense-Sinemuriense y Rético. Los sondeos sufrieron pérdidas de lodos al atravesarlos. Contienen agua salada.

8.1.3. Jurásico Medio

Calizas del Bathomiense-Bajociense de buena porosidad. Frecuentes pérdidas de lodos en las perforaciones. Contienen agua salada, excepto en el sondeo Fuensanta de Martos que dió agua dulce a 687 m.

8.1.4. Jurásico Superior

Niveles de calizas del Calloniense-Kimmeridgense. Agua dulce o de baja salinidad.

8.1.5. Cretácico

Formaciones calizas del Turonense-Cenomanense. Frecuentemente contienen agua de baja salinidad.

8.1.6. Eoceno-Oligoceno

Niveles de areniscas de las facies Flysch. Los fluidos de formación son agua de baja salinidad y en ocasiones gas.

8.2. COBERTERAS

8.2.1. Triásico

Niveles de margas abigarradas del Trias por encima. Posible cierre inferior en los yesos de la misma serie.

8.2.2. Jurásico Inferior

Podrían ser coberteras los paquetes margosos del Jurásico Medio-Superior en las zonas en que existe esta facies.

8.2.3. Jurásico Medio

En algunas zonas las facies margosas que alternan con las calcáreas.

8.2.4. Jurásico Superior

Los tramos margosos del Cretácico.

8.2.5. Cretácico

Margas y margocalizas rosadas del Cretácico Superior. Existen muy pocos datos.

8.2.6. Eoceno-Oligoceno

No hay datos sobre posibles impermeables; en todo caso las facies margosas del Mioceno Inferior.

8.3. TECTÓNICA

El área Subbética constituye un conjunto corrido hacia el N y NO sobre el Prebético y está subdividido en diferentes zonas superpuestas.

Durante el Mioceno se produjeron desplazamientos gravitatorios en forma de delgados mantos que superaron el Frente Prebético y alcanzaron la depresión del Guadalquivir en el sector Jaén-Ubeda-Jódar. Hacia zonas más occidentales los desplazamientos produjeron olistostromas.

Posteriormente a los mantos de corrimiento se originaron retrocabalgamientos y retrocorrimientos que ocultan las zonas límites.

8.4. RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRANOS ALMACÉN CONSIDERADOS

8.4.1. Triásico

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| - Sondeos Cerro Gordo 2 y 3 | - Sondeo Chiclana |
| - Sondeo Bornos | - Sondeo Nueva Carteya |

8.4.2. Jurásico Inferior

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| - Sondeos Cerro Gordo 1-2 y 3 | - Sondeo Nueva Carteya |
| - Sondeo Fuensanta de Martos | |

8.4.3. Jurásico Medio

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| - Sondeo Cerro Gordo 1-2 y 3 | - Sondeo Nueva Carteya |
| - Sondeo Fuensanta de Martos | |

8.4.4. Jurásico Superior

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| - Sondeos Cerro Gordo 1-2 y 3 | - Sondeo Nueva Carteya |
| - Sondeo Fuensanta de Martos | - Sondeo Chiclana |

8.4.5. Cretácico

- Sondeos Cerro Gordo 1-2 y 3
- Sondeo Tarifa-1
- Sondeo Chiclana
- Sondeo Fuensanta de Martos
- Sondeo Nueva Carteya

8.4.6. Eoceno-Oligoceno

- Sondeo Almarchal
- Sondeos Cerro Gordo 1-2 y 3
- Sondeo Puerto de Ojén
- Sondeo Chiclana

**9.- AREAS MEDITERRANEO SURORIENTAL Y DEPRESIONES
INTERNAS DE GRANADA Y GUADIX-BAZA**

9.1. NIVELES ALMACÉN

9.1.1. *AREA MEDITERRANEO SURORIENTAL*

9.1.1.1. Complejo Alpujárride

Niveles calcáreos del Triásico; calizas y dolomías. En ocasiones buena porosidad por fracturación. Contienen agua salada y agua dulce según las zonas.

9.1.1.2. Subgrupo 3 del Terciario Postorogénico

Areniscas del Messiniense. Paquetes de 45 a 80 m de espesor de areniscas, en ocasiones cementadas. Niveles de conglomerados en la base. Los niveles basales son potencialmente los mejores almacenes, pero no es fácil una diferenciación de los subgrupos 0 y 1.

9.1.2. *DEPRESIONES DE GRANADA Y GUADIX-BAZA*

9.1.2.1. Trias Alpujárride

Profundidad superior a 1.500 m. en la zona de Granada. Posiblemente conteniendo agua de baja salinidad por la recarga en afloramientos.

9.2. COBERTERAS

9.2.1. *AREA MEDITERRANEO SURORIENTAL*

9.2.1.1. Complejo Alpujárride

Los impermeables están constituidos por el Terciario

Postorogénico y por los niveles de filitas y calcoesquistos intercalados en el mismo Trias Alpujárride.

9.2.1.2. Subgrupo 3 del Terciario Postorogénico

Cobertera formada por un conjunto margo-arenoso con pasadas calcáreas situado encima.

9.2.2. *DEPRESIONES DE GRANADA Y GUADIX-BAZA*

9.2.2.1. Trias Alpujárride

Los niveles de filitas intercalados en la serie calcárea, así como los terrenos de fosa depositados en ambas depresiones.

9.3. TECTÓNICA

El Area Mediterráneo Suroriental está integrado por la Cuenca Neógena de Murcia-Alicante. Es un área subsidente que aloja depósitos del Helveciense en adelante, adaptados al relieve bético infrayacente, que forma cubetas sinclinales con algunas fallas localizadas preferentemente hacia los bordes. El substrato bético es de tectónica muy compleja a base de mantos de corrimiento.

Las depresiones de Granada y Guadix-Baza son también grandes cubetas sinclinales rellenas de materiales neógenos.

9.4. RELACIÓN DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRANOS ALMACÉN CONSIDERADOS

9.4.1. *AREA MEDITERRANEO SURORIENTAL*

9.4.1.1. Complejo Alpujárride

- Sondeo Benejuzar

- Sondeo San Miguel-1

- Sondeo La Marina
- Sodeo La Mata
- Sondeo Rojales

9.4.1.2. Subgrupo 3 del Terciario Postorogénico

- Sondeo Benejuzar
- Sodeo La Mata
- Sondeo San Miguel-1
- Sondeo Rojales

9.4.2. *DEPRESIONES DE GRANADA Y GUADIX-BAZA*

9.4.2.1. Trias Alpujárride

No hay datos sobre sondeos.

10.- DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR

10.1. NIVELES ALMACÉN

10.1.1. Triásico

Niveles detríticos. Principalmente areniscas. Malas características hidráulicas. Fluido almacén: agua salada.

10.1.2. Jurásico

Serie carbonatada de calizas y dolomías. Espesores totales superiores a los 1.000 m. (1.400 sondeo Asperillo, 1.200 m. Sondeo Moguer). Contienen agua con salinidad aproximada de 13.000 ppm. Mejorables por adificación o fracturación.

10.1.3. Neógeno Postorogénico

Arenas y areniscas del Tortonense y Helvecienses respectivamente. Niveles superiores de arenas (41 m. espesor en sondeo Casas Nieves) contenido agua salada y gas. Nivel de arenisca de 20-30 m. de espesor conteniendo también agua salada y gas.

10.2. COBERTERAS

10.2.1. Triásico

No hay datos sobre impermeables determinados, sin embargo, las series triásicas suelen tener buenas características de cierre.

10.2.2. Jurásico

Como impermeable superior se puede citar algún tramo evaporítico de la propia serie, así como los tramos margosos del Cretácico inferior.

10.2.3. Neógeno Postorogénico

No hay datos sobre posibles cierres.

10.3. TECTÓNICA

La Depresión del Guadalquivir es un área triangular entre la Meseta y las Cordilleras Béticas que tiene sus vértices en las Lomas de Ubeda (Jaén) y en el Golfo de Cádiz. Su tectónica está caracterizada por el progresivo hundimiento del zócalo Paleozoico de la Meseta, basculando hacia el Sur.

Existen frecuentes superposiciones de series sedimentarias autóctonas y alóctonas.

10.4. RELACION DE SONDEOS QUE CORTAN LOS TRAMOS ALMACÉN CONSIDERADOS

10.4.1. Triásico

- | | |
|--------------------|------------------------|
| - Sondeo Almonte | - Sondeo Moguer |
| - Sondeo Asperillo | - Sondeo Villamanrique |

10.4.2. Jurásico

- | | |
|--------------------|-----------------|
| - Sondeo Almonte | - Sondeo Moguer |
| - Sondeo Asperillo | - Sondeo Huelva |

10.4.3. Neógeno Postorogénico (Tortonense y Helveciense)

- Sondeo Casas Nieves
- Sondeo Huelva
- Sondeo Isla Mayor
- Sondeo Carmona-3
- Sondeo Salteras
- Sondeo Villamanrique
- Sondeo Sapo
- Sondeo Ecija-2
- Sondeo Carmona
- Sondeo Asperillo
- Sondeo Villalba de Alcor

11.- MASAS SALINAS Y DIAPIROS

El subsuelo español es ámbito de un gran desarrollo de fenómenos diapíricos relacionados con importantes acumulaciones de masas salinas. Estas masas salinas son en general de edad Triásica (Keuper).

La mayor concentración de diapiros se da en las siguientes zonas:

- Cantábrica.
- Pirineos Occidentales.
- Pirineos Orientales.
- Sureste (Alicante-Murcia)

Por otra parte las masas salinas más importantes se presentan en Navarra, Cataluña, Jaén y Huelva.

A continuación se hace una revisión de las distintas áreas enumeradas, describiendo sus características más importantes.

11.1. CUENCA CANTÁBRICA

Los diapiros de la Cuenca Cantábrica se enclavan en una zona de tectónica suave y de compleja estratigrafía, compuesta por el Mesozoico, el Eoceno y a veces el Oligoceno. Los grandes espesores de todo el conjunto se deben en especial al desarrollo del Cretácico inferior (Wealdense) y el conjunto calcáreo-margoso Turonense-Senonense.

El fenómeno diapírico se produce por intrusión del Keuper que atraviesa todas las formaciones superiores llegando a aflorar, siendo de edad post-Oligoceno. Aunque se alinean más o menos paralelamente a las

directrices tectónicas, no se ve una relación clara entre las presiones orogénicas y la formación de diapiros.

Los diapiros más importantes de la Cuenca Cantábrica son:

- Diapiro de Orduña, con afloramiento en superficies de yesos, margas y carniolas en medio de extensas formaciones tabulares sedimentarias.
- Diapiro de Murguía, similar al anterior, con asociación de ofitas que debieron formar un extenso lacolito. Está afectado por los plegamientos alpinos.
- Diapiro de Salinas de Añana, constituido por un afloramiento de arcillas y margas abigarradas con evaporitas, que surge en el eje de un sinclinal.
- Diapiro de Villasana de Mena, representado en superficie por margas blancas, arcillas rojas y abigarradas, con abundantes calizas dolomíticas.

11.2. PIRINEOS OCCIDENTALES

Sin una separación nítida con la zona anterior, en los Pirineos Occidentales, se presentan multitud de diapiros de formas, tamaños y origen variados.

La elevación de la sal comienza con anterioridad al Cretácico, pues en la mayoría de ellos se aprecia una disminución de los espesores del Jurásico en sus contornos. La erupción de sal más antigua comprobada tienen lugar durante el Cretácico inferior, como se puede apreciar en los afloramientos de Keuper de los diapiros de Treviño, Maestu, Salinas de Oro y otros.

Durante el Cretácico Superior y el Terciario antiguo, continua la elevación de las masas salinas, como se comprueba por su

reducción de espesor en la zona de emersión de los diapiros. Una excepción es el de Treviño que quedó cubierto por sedimentos eocenos.

En los diapiros de la zona Pirenaica Occidental se aprecian desplazamientos horizontales del centro de elevación así como de los bordes. Finalmente, el hundimiento de la Cuenca del Ebro a partir del Eoceno superior dió lugar a una intensa elevación de algunos diapiros de la zona.

Los más importantes en este área son:

- Estella
- Maestu
- Salinas de Rosio
- Peña Cerrada
- Allos
- Salinas de Oro
- Ollo o Gofí
- Atondo
- Salinas de Navarra

11.3. PIRINEOS ORIENTALES

Las formaciones triásicas en esta zona son de facies germánica y están compuestas de margas abigarradas y calizas fértidas, sin estratificación clara, acompañadas de yeso y, frecuentemente, de ofitas. A los paquetes calizos, acompañan generalmente carniolas. Estas formaciones aparecen siempre muy trastocadas, debido al pliegue alpídico de los terrenos superiores que se arrastraron sobre ellas. Los materiales más antiguos que el Triásico, hasta el Westfaliense inclusive, aparecen plegados con estructura hercínica y metamorfismo del mismo ciclo.

Los diapiros más importantes de este área son:

- Artesa de Segre
- Montmagastre
- Tolva
- Estada
- Bolturina-El Grado
- La Naval
- Pueyo de Barbastro

En general la mayoría de ellos presenta mala situación estratégica con vistas a su utilización para crear cavidades. Su extensión es muy variable de 1 a 18 Km².

11.4. SURESTE (Alicante-Murcia)

En el área Prebética de las provincias de Murcia, Alicante y Valencia, existen numerosos afloramientos diapíricos del Trias. Estos afloramientos son de muy variada forma y tamaño. En una visión de conjunto, se observa para esta zona dos alineaciones importantes de diapiros o afloramientos diapíricos del Trias: la NE-SW que seguiría la línea Cancaniz-Jumilla-Yecla; Mogenta-Játiva; Pinoso-Monovar-Elda; y la NW-SE representada por la línea Caudete-Villena-Elda-Elche.

Estos afloramientos suelen aparecer indistintamente en núcleos anticlinales y sinclinales, llevando asociado, a veces, fenómenos volcánicos recientes.

La acumulación de los materiales triásicos de elevada plasticidad a lo largo de las grandes fracturas profundas que caracterizan esta zona de las Cordilleras Béticas, pudo ser el fenómeno que puso en marcha el mecanismo diapírico.

Los diapiros de esta zona son en general menos conocidos que los del Norte por la menor actividad de investigación petrolera desarrollada. Los más importantes son:

- Cabezo de Rosa
- Jumilla
- Yecla
- Altea
- Orcheta
- Jijona
- Castalla
- Elda-Novelda
- Villena
- Pinoso
- Játiva

El diapiro de Pinoso se explota actualmente, habiéndose pensado en su utilización para almacenar residuos.

11.5. CUENCA POTÁSICA NAVARRA

La masa de sales potásicas de facies continental corresponde al Oligoceno inferior, y se formó por la precipitación de sales simples y complejas en lagos o cuencas aisladas. El espesor de sal es muy variable, del orden de 300 metros.

Esta masa salina se explota en los sinclinales, pues los anticlinales desaparecieron por la erosión.

En principio no parece probable utilizar, por ahora, estas masas como ámbito para la creación de cavidades o uso de las existentes con objeto de depositar en ellos residuos tóxicos.

11.6. CUENCA POTÁSICA CATALANA

Ya en 1918 se explotaban los cuatro cotos principales de Suria, Cardona, Sallent y Balsareny.

La estratigrafía de la serie es bastante uniforme, con un paquete salino central de 250-260 m, acompañado de margas y arcillas rojas (150-270 m) y un paquete pequeño de anhidritas, calizas y yesos (4-8 metros).

11.7. MASAS SALINAS DE JARN

Al sur de Ubeda se encuentran unos yacimientos de sal, localizados mediante prospección geofísica en 1966 y comprobada posteriormente mediante sondeos. Los paquetes de sal perforados varían desde potencias de 30 metros hasta 200 metros. Se ha estimado que en algunos puntos podrían alcanzar los 500 metros.

El área se encuentra geológicamente situada al norte de la zona Subbética. El Trias se encuentra deslizado sobre materiales cretácicos autóctonos. Se trata de materiales del Keuper con presencia de yesos y sales. Sobre estos materiales triásicos se encuentran retazos de Jurásico y Cretácico.

Dada la gran movilidad de la sal se llegan a formar domos, total o parcialmente extruidos. En algunos puntos ha llegado a observarse la presencia de sal en diaclasas grietas y fracturas, lo que hace pensar en casos de reformación, debidas a muchas causas, entre las que cabe citar la disolución por agua de infiltración.

12.- RESUMEN

Como síntesis de los capítulos anteriores, se presenta a continuación un resumen por cuencas de las posibilidades de utilización de almacenes subterráneos para la inyección de residuos.

12.1. CUENCA DEL EBRO

En la Cuenca del Ebro los niveles permeables aptos para constituir almacén subterráneo son fundamentalmente el Buntsandstein, Muschelkalk Superior y Rético. El primero de ellos tiene en general poca permeabilidad y junto con el segundo no se podría utilizar en las proximidades de Lérida, ya que en dicha zona contiene agua con salinidad inferior a 10.000 p.p.m. El Rético y el Muschelkalk Superior, lejos de Lérida, pueden constituir excelentes almacenes para la inyección de residuos, en las áreas de menor profundidad, ya que cumplen las condiciones requeridas: buena permeabilidad, buen confinamiento y contienen agua salada.

12.2. ZONA PIRENAICA

A pesar de la abundancia de niveles permeables de todo tipo a lo largo de la Cordillera Pirenaica, la presencia de una intensa tectónica de fracturas y cabalgamientos da lugar a la existencia de agua dulce en gran parte de ellos. Otro factor limitativo es la presencia de gas en numerosas estructuras. Por último, la baja permeabilidad y excesiva profundidad limitan las posibilidades de otros almacenes. Quedan como niveles más propicios el Muschelkalk de parecidas características al que se encuentra en la Cuenca del Ebro y el Dogger-Malm, ambos restringidos y con algunos reparos por profundidad y/o confinamiento, al área central de

los Pirineos sobre todo la zona Noroeste de la provincia de Lérida y Noreste de la provincia de Huesca.

12.3. CUENCA CANTÁBRICA

En la Cuenca Cantábrica los condicionamientos son similares a los descritos para la Pirenaica, reduciéndose la multitud de almacenes jurásicos y cretácicos existentes, a sólo dos niveles con aptitudes para confinar residuos: las carniolas del Rético y el almacén arenoso-areniscoso del Purbeck, a veces limitados por la existencia de agua dulce. Ambas formaciones presentan su principal desarrollo en la cubeta Santanderina y el segundo también en la cubeta Vizcaina.

12.4. CUENCA DEL DUERO

El almacén más favorable en esta Cuenca es la serie dolomítica del Rético, en su área de existencia que se circunscribe fundamentalmente al sector Oriental de la Cuenca.

El Cretácico, tanto arenoso como calcáreo puede constituir un almacén aceptable en un área más amplia de la Cuenca (hasta el meridiano de Valladolid aproximadamente) aunque sometido a veces a restricciones por la salinidad del agua de formación y/o arcillosidad de las arenas y areniscas.

12.5. ZONAS DE TAJO-MANCHA, IBÉRICA Y CORDILLERAS CATALANAS

Dada la amplitud de la zona son numerosos los posibles almacenes, que a su vez presentan limitaciones geográficas por no cumplir algunas de las condiciones necesarias para la percepción de residuos (permeabilidad, confinamiento y salinidad del agua de formación). Así los niveles del Buntsandstein, Muschelkalk, Lias inferior, Cretácico inferior e inclusive Terciario Detrítico de la Cuenca de Madrid, pueden ser

considerados como potenciales almacenes, teniendo en cuenta a la hora de estudiarlos los posibles usos alternativos (por ejemplo explotación de energía geotérmica). La escasez de sondeos de investigación condiciona las posibilidades de cartografiar zonas favorables, que se han de limitar al área del Tajo en donde el número de sondeos es mayor.

12.6. CORDILLERAS BÁTICAS

Debido a la escasa investigación de hidrocarburos llevada a cabo en esta zona del territorio peninsular, la información disponible no permite extraer conclusiones concretas sobre posibles almacenes. No obstante en base a los datos disponibles y al conocimiento geológico es posible seleccionar los siguientes niveles (condicionados siempre por factores de tectónica):

12.6.1. Area Prebética

Formaciones calcáreas del Jurásico, muy extendidas en toda el área, pero con limitaciones locales con contener agua dulce. Presentan muy buenas características hidráulicas y aceptable confinamiento.

12.6.2. Area Subbética

Los niveles calcáreos del Jurásico inferior y medio pueden ser estudiados como potenciales almacenes en aquellas zonas en que por su confinamiento y profundidad contengan agua salada.

12.6.3. Area Bética

Aunque en esta zona existen numerosos tramos permeables, con buenas características hidrogeológicas (mármoles del Nevado-Filábride, dolomías del Alpujárride, calizas y dolomías del Maláguide, e incluso niveles detríticos del Neógeno Postorogénico basal en las depresiones internas), la intensa actividad tectónica reciente y actual (incluida la sismicidad) que origina la presencia de agua con baja salinidad (menor de

10.000 ppm) a profundidades importantes, desaconseja considerarlos como almacenes potenciales. No obstante las investigaciones que se realicen, así como la gravedad y urgencia de algún problema de eliminación de residuo podría inducir a la consideración particular y local de estas formaciones desarrollando estudios de detalle.

12.7. DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR

Los potenciales almacenes a considerar en la Cuenca del Guadalquivir se reducen, teniendo en cuenta los condicionantes mencionados en otros apartados, a las formaciones carbonatadas del Jurásico. Con grandes espesores totales (hasta 1.000 metros) y muy buenas características hidráulicas y de confinamiento, han sido detectadas sobre todo en sondeos del área más Occidental de la depresión (Almonte, Asperillo, Moguer y Huelva).

12.8. DIAPIROS Y MASAS SALINAS

El subsuelo peninsular es ámbito de un gran desarrollo de depósitos de masas salinas y fenómenos diapíricos asociados. Estas masas de sal, cuando reúnan condiciones favorables, podrán ser utilizadas para la creación de espacios subterráneos aptos para recibir residuos.

Las áreas de mayor interés se pueden concretar en:

- Zona Cantábrica
- Pirineos Occidentales
- Pirineos Orientales
- Depresión del Guadalquivir
- Extremo Oriental de las Cordilleras Béticas (Murcia-Alicante)

ANEXO 1

BASE DE DATOS DE EMPLAZAMIENTOS

FAVORABLES PARA LA ELIMINACION

DE RESIDUOS INDUSTRIALES

INDICE

1 BASE DE DATOS DE EMPLAZAMIENTOS GEOLOGICOS FAVORABLES PARA LA ELIMINACION DE RESIDUOS INDUSTRIALES	1
2 NORMAS SEGUIDAS EN LA INTRODUCCION DE DATOS	6
3 DESCRIPCION DE LOS FICHEROS QUE CONFORMAN EL BANCO DE DATOS	8
4 NORMAS BASICAS PARA LA EXPLOTACION	10

1 BASE DE DATOS DE EMPLAZAMIENTOS GEOLOGICOS FAVORABLES PARA LA ELIMINACION DE RESIDUOS INDUSTRIALES

Se ha creado una base de datos relacional con la información recopilada sobre las posibilidades españolas de inyección de residuos líquidos industriales, mediante sondeos profundos. Relacional quiere decir que la información está almacenada tabularmente en filas y columnas. Cada fila es un registro (ficha) de la base de datos y cada columna un campo, de nombre común para todos los registros. Un posible emplazamiento está almacenado en un registro de la base de datos. La información sobre cada posible nivel inyectable o masa salina está almacenada en los siguientes campos:

Nº	NOMBRE	ANCHO	CONTENIDO
1	NOMBRE	20	Nombre del emplazamiento
2	NUMERO	6	Número de la ficha
3	CUENCA	22	Cuenca
4	TIPO	10	Clase de emplazamiento
5	MUNICIPIO	20	Municipio del emplazamiento
6	HABITANTES	7	Nº de habitantes del municipio
7	PROVINCIA	12	Provincia
8	COM_AUTONO	20	Comunidad Autónoma
9	C_NAC	3	Carretera Nacional más próxima
10	DIS_C_NAC	3	Distancia a la carretera nacional (Km)
11	DISCAPITAL	3	Distancia a la capital más próxima (Km)
12	DIS_C_IND	3	Distancia a la industria más próxima (Km)
13	TIPO_INDUS	10	Tipo de industria más próxima
14	HOJA_TOPOG	5	Nº de la hoja MAGNA 1:50000
15	LATITUD	11	Latitud del sondeo de reconocimiento
16	LONGITUD_G	13	Longitud del sondeo de reconoc. (Greenwich)
17	CONOC_GEOL	9	Conocimiento geológico

18	PROF_TOP	4	Profundidad del Top del almacén (m)
19	EXTENSION	3	Extensión superficial de la estructura (Km²)
20	VOLUM_SAL	3	Estimación del volumen de la masa salina (Hm³)
21	CONSOL_ALM	1	Almacén consolidado o no consolidado
22	LITOL_ALM	20	Litología del almacén
23	DUNHAM	10	Clasificación de Dunham (almacenes carbonatados)
24	EDAD_ALM	20	Edad cronoestratigráfica del almacén (Sistema)
25	NIVEL_ALM	13	Edad cronoestratigráfica del almacén (Serie)
26	PISO_ALM	15	Edad cronoestratigráfica del almacén (Piso)
27	POT_UT_ALM	3	Potencia útil del nivel almacén (m)
28	POROS_ALM	4	Porosidad del nivel almacén (%)
29	TRANSM_ALM	5	Transmisividad del almacén (m²/día)
30	CONTIN_ALM	100	Continuidad lateral del nivel almacén
31	LITO_C_SUP	20	Litología del nivel impermeable superior
32	EDAD_C_SUP	20	Edad del Cierre Superior (Sistema)
33	POT_C_SUP	4	Potencia del Cierre Superior (m)
34	LITO_C_INF	20	Litología del nivel impermeable inferior
35	EDAD_C_INF	20	Edad del Cierre Inferior (Sistema)
36	POT_C_INF	4	Potencia del Cierre Inferior (m)
37	SALINID_FA	6	Salinidad del fluido nativo del almacén (ppm)
38	DENSID_FA	5	Densidad del fluido del almacén (g/cc)
39	VISCOS_FA	4	Viscosidad del fluido del almacén (poises)
40	TEMPER_FA	5	Temperatura del fluido del almacén (°C)
41	PH_FA	5	pH del fluido del almacén
42	CO_QUIM_FA	200	Composición química del fluido del almacén
43	OBSERVAC_1	*	Observaciones sobre Almacén y Cierres
44	INDIC_SAL	50	Indicios de existencia de sal
45	AGUADISOLU	20	Disponibilidad de agua para la disolución
46	DIST_DOMO	2	Distancia a la masa salina (Km)
47	CAUDAL	3	Caudal disponible para la disolución (m³/hora)
48	CARAC_FIS	100	Características físicas de la sal
49	CARAC_QUIM	100	Características químicas de la sal

50	ELIM_SALM	50	Posibilidades de eliminación de la salmuera
51	COMPOS_SAL	50	Composición de la sal
52	OBSERVAC_2	*	Información complementaria sobre la masa salina
53	TIPO_ESTR	20	Clasificación tectónica del emplazamiento
54	OBSERVAC_3	*	Datos tectónico-estructurales
55	PROF1_1	4	
56	PROF2_1	4	
57	LITOLOG_1	15	
58	EDAD_1	15	
59	PISO_1	15	
60	DESCRIP_1	50	
61	PROF1_2	4	
62	PROF2_2	4	
63	LITOLOG_2	15	
64	EDAD_2	15	
65	PISO_2	15	
66	DESCRIP_2	50	
67	PROF1_3	4	
68	PROF2_3	4	Serie de campos de
69	LITOLOG_3	15	descripción de la
70	EDAD_3	15	columna litológica:
71	PISO_3	15	
72	DESCRIP_3	50	
73	PROF1_4	4	Profundidad del techo del nivel (m)
74	PROF2_4	4	Profundidad del muro del nivel (m)
75	LITOLOG_4	15	Litología
76	EDAD_4	15	Edad crono-estratigráfica (Sistema)
77	PISO_4	15	Edad crono-estratigráfica (Piso)
78	DESCRIP_4	50	Descripción litológica
79	PROF1_5	4	
80	PROF2_5	4	
81	LITOLOG_5	15	

BASE DE DATOS

82	EDAD_5	15
83	PISO_5	15
84	DESCRIP_5	50
85	PROF1_6	4
86	PROF2_6	4
87	LITOLOG_6	15
88	EDAD_6	15
89	PISO_6	15
90	DESCRIP_6	50
91	PROF1_7	4
92	PROF2_7	4
93	LITOLOG_7	15
94	EDAD_7	15
95	PISO_7	15
96	DESCRIP_7	50
97	PROF1_8	4
98	PROF2_8	4
99	LITOLOG_8	15
100	EDAD_8	15
101	PISO_8	15
102	DESCRIP_8	50
103	PROF1_9	4
104	PROF2_9	4
105	LITOLOG_9	15
106	EDAD_9	15
107	PISO_9	15
108	DESCRIP_9	50
109	PROF1_10	4
110	PROF2_10	4
111	LITOLOG_10	15
112	EDAD_10	15
113	PISO_10	15

114	DESCRIP_10	50	
115	OBSERVAC_4		* Observaciones sobre la columna litológica
116	FUENTE_INF		* Fuentes de información
117	UTIL_POSIB		* Posibilidades de utilización del emplazamiento
118	EST_RECOME		* Otros estudios recomendados
119	OBSERVAC_5		* Información complementaria general

* Estos campos son de tipo *memo*. Contienen texto.

2 NORMAS SEGUIDAS EN LA INTRODUCCION DE DATOS

Con vistas a mantener homogeneidad en la información recopilada, conseguir un correcto funcionamiento de los programas complementarios de utilidades y permitir la explotación eficaz del fichero de base de datos, durante su elaboración se han seguido las siguientes normas:

1.- Todos los datos, excepto la información contenida en los campos *memo*, van en mayúsculas.

2.- El NUMERO está formado por seis dígitos. Los cuatro primeros se corresponden con el número de la hoja MAGNA 1:50000 que contiene el emplazamiento. Los dos dígitos restantes establecen la numeración parcial de emplazamientos dentro de cada hoja. Ejemplo:

222701 corresponde a ALBERCA DE ZANCARA N

222702 corresponde a ALBERCA DE ZANCARA S

222703 corresponde a BELMONTE

222704 corresponde a CARRASCOSA DE HARO

estando todas ellas contenidas dentro de la hoja 22-27.

3.- Para la asignación de la cuenca se han seguido los criterios petroleros conforme al mapa establecido por HISPANOIL.

4.- El campo TIPO caracteriza los emplazamientos mediante dos únicas opciones:

- "ESTRUCTURA" en el caso de formaciones permeables para la inyección.

- "DIAPIRO" en el caso de masas salinas para almacenamiento mediante disolución de cavidades.

3.- El campo NIVEL_ALM admite los términos SUPERIOR, MEDIO e INFERIOR así como LIAS, DOGGER, MALM, BUNTSANDSTEIN, MUSCHELKALK, KEUPER, PALEOCENO, EOCENO, etc.

4.- Los campos PISO_1, PISO_2, ..., PISO_10, admiten por defecto el nombre del subsistema Cronoestratigráfico correspondiente.

5.- Todos los campos que contienen información sobre las edades geológicas han sido completados conforme a los términos establecidos por la Tabla de Unidades Cronoestratigráficas editada por la Compañía General de Sondeos (C.G.S.), cuya copia se adjunta en este informe en el anexo 2.

6.- Todos aquellos campos que contienen información litológica bajo las denominaciones LITOL_ALM, LITO_C_SUP, LITO_C_INF, LITOLOG_1, LITOLOG_2, ..., LITOLOG_10 están escritos en singular con el fin de permitir la búsqueda dentro del fichero de base de datos. En el anexo 3 se presenta la relación de los términos introducidos en las descripciones litológicas.

3 DESCRIPCION DE LOS FICHEROS QUE CONFORMAN EL BANCO DE DATOS

La base de datos y sus programas de explotación están contenidos en los siguientes ficheros:

Nombre	n°bytes	Contenido
RESIDUOS.DBF	342528	154 registros de base de datos, excepto campos memo.
RESIDUOS.DBT	321112	Información en campos memo de la base de datos.
CUENCA.NDX	6656	Fichero índice por el campo "CUENCA".
NOMBRE.NDX	5632	Fichero índice por el campo "NOMBRE".
NUMERO.NDX	3584	Fichero índice por el campo "NUMERO".
NUMINDEX.NDX	3584	Fichero índice utilizado por el programa "IMPRESOR".
LISTA.FRM	1990	Fichero informe (general).
LISTA1E.FRM	1990	Fichero informe para Estructuras ¹ .
LISTA2E.FRM	1990	Fichero informe para Estructuras ² .
LISTA1D.FRM	1990	Fichero informe para Masas Salinas ³ .
IMPRESOR.PRG	2059	Programa de impresión de fichas.
CABECERA.PRG	518	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
ELECNUM.PRG	937	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH1.PRG	1340	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH2.PRG	2223	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH3.PRG	4207	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH4.PRG	257	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH5.PRG	2110	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH6.PRG	724	Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FICH7.PRG	939	Programa auxiliar de "IMPRESOR".

¹ El empleo de este informe requiere la condición *for tipo="ESTRUCTURA"*.

² Requiere la condición *for tipo="ESTRUCTURA"* y la indexación previa sobre el campo CUENCA mediante la instrucción *set index to cuenca*.

³ Requiere la condición *for tipo="DIAPIRO"*.

FICH8.PRG	2512 Programa auxiliar de "IMPRESOR".
FIN.PRG	167 Programa auxiliar de "IMPRESOR".
INICIO.PRG	433 Programa auxiliar de "IMPRESOR".

4 NORMAS BASICAS PARA LA EXPLOTACION

La base de datos RESIDUOS ha sido complementada con ficheros de utilidades para facilitar su explotación. Para el desarrollo de nuevas utilidades, modificaciones o aprovechamiento de las múltiples posibilidades del programa, habrá de hacerse referencia a un manual específico de DBASE III Plus.

Instalación

El sistema ha sido diseñado para ser instalado en un directorio *C:\RESIDUOS*, que deberá contener todos los ficheros que acompañan a la base de datos.

El programa DBASE III Plus puede estar instalado en otro directorio aparte. En este caso es cómodo establecer un *path* que permita el acceso directo desde *C:\RESIDUOS*.

Manejo

La entrada en el programa se realiza mediante el comando **dbase**.

Su empleo y explotación se puede hacer fácilmente desde el sistema de menús ofrecido por el propio programa, que se presenta automáticamente al entrar en él. Desde el punto indicativo se accede a los menús de DBASE III Plus mediante la orden **.assist** .

Impresión de fichas

Para arrancar el programa de impresión de fichas basta con introducir la orden **.do Impresor** . Inmediatamente solicita el número de la ficha que se desea imprimir y que corresponde al contenido de los campos NUMERO de cada registro de base de datos. Una vez introducido presenta sus opciones en forma de menú.

Impresión de Informes

Los ficheros informe que se adjuntan han sido creados para la realización de informes escritos, a través de la impresora y en la modalidad de formato comprimido.

Se ejecutan mediante la orden **report form**, especificando que la salida se enviará a la impresora.

Ejemplo:

Para obtener un informe según el fichero LISTA1E.FRM de los almacenes situados en la cuenca del Valle del Ebro, hay que hacer:

1- Activar la base de datos (sólo en caso de que no sea actualmente la base de datos activa).

Orden: **.use RESIDUOS.**

2- Preparar la impresora en formato comprimido.

3- Ejecutar. Orden: **.report form LISTA1E for tipo="ESTRUCTURA" .and. cuenca="VALLE DEL EBRO" to print**⁴

La creación de nuevos formatos de informe o modificación de otros previamente existentes, puede realizarse fácilmente mediante el generador de informes de DBASE III Plus. Las órdenes correspondientes son:

Crear nuevo informe: **.create report**

Modificar uno anterior: **.modify report**

⁴ La condición *for tipo="ESTRUCTURA"* selecciona los registros de base de datos que corresponden a fichas de emplazamientos para la inyección, y *cuenca="VALLE DEL EBRO"* restringe la búsqueda a las pertenecientes a esta cuenca.

ANEXO 2

EJEMPLO DE INFORME LISTADO

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: TAJO

NUMERO	NOMBRE	EDAD	ALMACEN		LITOLOGIA	PROF POT SALIN		
			NIVEL	PISO				
192101	ALGETE	TERCIARIO	OLIGOCENO		ARENA	1055	35	18000
202301	TIELMES	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	1585	33	67000
192102	ALGETE	TERCIARIO	OLIGOCENO		ARENISCA	1225	20	0
221901	BAIDES	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	472	38	0

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: JUCAR

NUMERO	NOMBRE	EDAD	ALMACEN		LITOLOGIA	PROF POT SALIN		
			NIVEL	PISO				
222501	SAELICES	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN	WERFENIENSE	ARENISCA	0	0	0
222502	EL HITO	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	2247	132	0
232501	BELMONTEJO	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	3293	0	0
242701	GABALDON	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	3072	237	0
252901	LEDAVA	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	2585	135	297000
263001	CARCELEN	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	2574	60	284000
232502	S. LORENZO DE LA P.	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	160	100	0
232401	VILLANUEVA DE LOS E.	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENISCA	1087	100	0
222701	ALBERCA DE ZANCARA N	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	50	0
222702	ALBERCA DE ZANCARA S	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	50	0
232701	EL CAVAVATE	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	50	0
232702	PEDRO GARCIA	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	0	0
222703	BELMONTE	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	200	40	0
222401	CARRASCOSA DEL CAMPO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	30	0
232703	LA VIVA	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	50	0
222601	TABICADO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	200	40	0
222704	CARRASCOSA DE HARO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	100	50	0
232503	PARRA DE LAS VEGAS	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	200	100	0
212501	TRIBALDOS	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	1353	0	0

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: DUERO-CANTABRICA

NUMERO	NOMBRE	ALMACEN			LITOLOGIA	PROF	POT	SALIN
		EDAD	NIVEL	PISO				
190701	NAVAJO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	807	28	0
190702	NAVAJO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	950	25	0
180401	OREVA	CRETACICO	INFERIOR	WEALDENSE	ARENISCA	240	90	14000
180801	POLIENES	JURASICO	DOGGER		CALIZA	2200	100	130000
180901	URBEL	JURASICO	DOGGER		CALIZA	1917	320	0
180802	TOZO	CRETACICO	INFERIOR	PURBECKIENSE	DOLOMIA	1160	100	1650
180803	TOZO	JURASICO	DOGGER		CALIZA	1157	226	0
180804	ABAR	JURASICO	LIAS		DOLOMIA	860	140	8000
181001	SAN PEDRO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENISCA	2083	220	50000

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: DUERO

NUMERO	NOMBRE	ALMACEN			LITOLOGIA	PROF	POT	SALIN
		EDAD	NIVEL	PISO				
181401	DON JUAN	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENISCA	1263	145	0
211601	GORMAZ	TRIASICO	KEUPER		CALIZA	1247	43	1700
211602	GORMAZ	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN		ARENISCA	1739	39	100000
181301	RIO FRANCO	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENISCA	2024	140	0
211603	GORMAZ	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	CALIZA	653	130	4500
211501	BURGO DE OSMA	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	DOLOMIA	1092	783	0
201501	ALCOZAR	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	DOLOMIA	1968	0	0
181101	IGLESIAS	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENISCA	1445	100	3
170901	VILLAMERIEL	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	2632	0	60000
160801	PEVA	CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE	ARENA	2122	130	0

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: EBRO

NUMERO	NOMBRE	ALMACEN		LITOLOGIA	PROF	POT	SALIN
		EDAD	NIVEL				
271301	ZUERA	JURASICO	MALM	OXFORDIENSE	CALIZA	1810	55 0
291501	MONEGRILLO	TRIASICO	BUNTSANDSTEIN	WERFENIENSE	ARENISCA	1305	76 77
301501	CANDASNOS	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	DOLOMIA	1496	50 254000
341401	GUISONA	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	2693	74 0
311501	BALLOBAR	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	DOLOMIA	1706	59 256000
301401	SARILENA	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	2331	123 237000
261401	MAGALLON	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	3065	57 105000
311301	MONZON	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	3320	95 0
321501	LERIDA	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	1177	66 3000
311601	FRAGA	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	1405	126 7000
301701	CASPE	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	459	130 0
351501	CASTELLFULLIT	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	2090	105 0
291701	LA ZAIDA	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	DOLOMIA	952	118 0
271201	VALPALMAS	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	3429	65 110000
271401	ZARAGOZA	TRIASICO	KEUPER	RETHIENSE	DOLOMIA	2090	30 130000
331602	SENANT	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	1465	118 0
291601	EBRO	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	1420	140 97000
271302	TAUSTE	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	3119	172 0
301601	BUJARALUZ	TRIASICO	MUSCHELKALK		DOLOMIA	2197	126 190000

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: GUADALQUIVIR

NUMERO	NOMBRE	ALMACEN			LITOLOGIA	PROF POT SALIN	
		EDAD	NIVEL	PISO			
114101	ALMONTE	JURASICO	LIAS		CALIZA	701 100	0
104201	ASPERILLO	JURASICO			DOLOMIA	1444 0	13000
104101	HUELVA	JURASICO	SUPERIOR		DOLOMIA	662 0	0
104202	MOGUER	JURASICO			CALIZA	713 999	14000
124201	ISLA MAYOR	TERCIARIO	MIOCENO	TORTONIENSE	CALIZA	2167 28	0

RESUMEN DE ALMACENES DE LA ZONA: MEDITERRANEO ORIENTAL

NUMERO	NOMBRE	ALMACEN		LITOLOGIA	PROF POT SALIN		
		EDAD	NIVEL		PISO		
273601	LAS BOVEDAS				800	0	0
283601	ROJALES	TRIASICO			1225	0	0
283702	SAN MIGUEL	TRIASICO			450	20	70000
283703	TORREVIEJA	TERCIARIO	MIOCENO	MESSINIENSE	650	100	0
293501	SANTA POLA	TERCIARIO	MESSINIENSE		250	50	0
283704	S.MIGUEL DE SALINAS	TERCIARIO		MESSINIENSE	900	62	0
283602	BENEJUZAR	TRIASICO			1500	36	111000
283603	LA MARINA	TRIASICO			925	0	0

EJEMPLO DE FICHA DE ESTRUCTURA

BANCO DE DATOS DE ESTRUCTURAS GEOLOGICAS PROFUNDAS

INYECCION DE RESIDUOS

ESTRUCTURA: NAGORE

NUMERO: 260703

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPANA

Direccion de Aguas Subterraneas y Geotecnia.

NOMBRE: NAGORE

TIPO: ESTRUCTURA

NUMERO: 260703

Fecha de actualizacion: 04-11-88

DATOS DE SITUACION

CUENCA: PIRINEO OCCIDENTAL

MUNICIPIO: AOIZ

NUMERO DE HABITANTES:

PROVINCIA: NAVARRA

COMUNIDAD AUTONOMA: NAVARRA

HOJA TOPOGRAFICA: 26-07

LATITUD: 42 50 45.48 N

LONGITUD: 01 24 47.12 W

CARRETERA NACIONAL MAS PROXIMA: N-240

DISTANCIA A CARRETERA NACIONAL: 17 Km

DISTANCIA A LA CAPITAL: 33 Km

DISTANCIA CENTRO INDUSTRIAL: Km

TIPO DE INDUSTRIA:

NOMBRE: NAGORE

TIPO: ESTRUCTURA

NUMERO: 260703

Fecha de actualizacion: 04-11-88

ALMACEN

PROFUNDIDAD DEL TOP: 1057 m.
EXTENSION: Km²
POTENCIA UTIL: 51m.

LITOLOGIA: DOLOMIA
DUNHAM:
EDAD: CRETACICO
NIVEL: SUPERIOR
PISO: SANTONIENSE
CONSOLIDADO: T

POROSIDAD: 8.1 %
TRANSMISIVIDAD: m²/dia

CONTINUIDAD: NO DETERMINADA

CONFINAMIENTO

CIERRE SUPERIOR

CIERRE INFERIOR

LITOLOGIA: MARGA
EDAD: CRETACICO
POTENCIA: 272 m.

LITOLOGIA: ARCILLA
EDAD: CRETACICO
POTENCIA: 217 m.

FLUIDO DEL ALMACEN

SALINIDAD: ppm.
DENSIDAD: g/cc
VISCOSIDAD: poise
TEMPERATURA: C
pH:

COMPOSICION QUIMICA:

NOMBRE: NAGORE

TIPO: ESTRUCTURA

NUMERO: 260703

Fecha de actualizacion: 04-11-88

OBSERVACIONES SOBRE ALMACEN Y CIERRES:

RESIDUOS->OBSERVAC_1

Almacen:

Esta formado por un banco de dolomia del Santoniense localizado por el Sondeo Aoiz-I entre 1057 y 1128 m de profundidad. Son dolomias de color marron a blanco rosado, sacaroidea piritosa y ocasionalmente glauconitica. Durante la perforacion hubo frecuentes perdidas de circulacion, y no se tomo testigo alguno ni se hicieron pruebas de produccion.

La formacion esta integrada por 3 tramos porosos separados por 2 niveles de porosidad practicamente nula. Los datos de porosidad son:

Apar.	Poros. Real	Profundidad	Potencia	Poros.
Tramo superior		1057 - 1067	9	11.3
	9.4			
" medio		1078 - 1088	11	10.2
	9.5			
" inferior		1097 - 1128	31	9.4
	7.3			

En conjunto, se tiene una potencia util de 51 m con porosidad media del 8.1%.

Cierre Superior:

Esta formado por la serie margo-arcillosa del Cretacico Superior localizada entre 785 y 1057 m. Se compone de margas grises arcillosas, hacia la base arenosas, muy glauconiticas y mas carbonatadas. Parece presentar buena estanqueidad en la zona superior, siendo mas dudosa en la base, a partir de 1043 m.

Cierre Inferior:

Es la serie predominantemente arcillosa de Cretacico Inf. comprendida entre 1128 y 1345 m. Se compone de margas grises verdosas arenosas, arcillas gris oscuro y rojas piritosas con intercalaciones de anhidrita, intercalaciones de areniscas muy finas micaceas con matriz arcillosa. A priori su estanqueidad parece buena.

PROF. TECHO	PROF. MURO	LITOLOGIA	EDAD	PISO	DESCRIPCION
0	120	MARGA	EOCENO		MARGA GRIS ARENOSA. PASADAS DE ARENISCAS CALCAREAS
120	250	CALIZA	EOCENO		CALIZA GRIS MARGO-ARENOSA DETRITICA BEIGE.FOSILES
250	424	MARGA	EOCENO		MARGA GRIS.CALIZA BEIGE.ARENISCA CALCAREA MASIVA
424	587	CALIZA	PALEOCENO		CALIZAS:BEIGE,BIOCLASTICA,DETRITICA,MICRITICA,...
587	636	ARENISCA	CRETACICO	GARUMNIENSE	ARENISCAS GRISES CON TONOS ROJIZOS FERRUGINOSOS
636	734	CALIZA	CRETACICO	MAASTRICHIENSE	CALIZA DETRITICA BEIGE,ARENOSA,ARCILLO-FERRUGINOSA
734	785	ARENISCA	CRETACICO	MAASTRICHIENSE	ALTERNANCIA DE ARENISCA CALCAREA Y ARENOSA
785	1057	MARGA	CRETACICO	CAMPANIENSE	MARGAS GRISES ARCILLOSAS,EN LA BASE GLAUCONITICAS
1057	1128	DOLOMIA	CRETACICO	SANTONIENSE	DOLOMIA SACAROIDEA MARRON A BLANCO ROSADO
1128	1345	ARCILLA	CRETACICO		ARCILLAS Y MARGAS CON INTERCALACIONES DE ANHIDRITA

OBSERVACIONES:

RESIDUOS->OBSERVAC_4

Esta columna refleja el tramo inicial del sondeo Aoiz-I. Para completar el resto de la columna consultense las fichas nums. 260701 y 260702.

NOMBRE: NAGORE

TIPO: ESTRUCTURA

NUMERO: 260703

Fecha de actualizacion: 04-11-88

DATOS GEOLOGICO-ESTRUCTURALES

GRADO DE CONOCIMIENTO GEOLOGICO: BUENO

TIPO DE ESTRUCTURA: ANTICLINAL

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES:

RESIDUOS->OBSERVAC_3

El conocimiento estructural es escaso. Tras la reinterpretacion de los perfiles sismicos existentes, se sabe que no se mantiene la misma estructuracion que en profundidad. No existe estructura cerrada a este nivel de 1350 m. No obstante, la cartografia geologica de la zona refleja dos estructuras superficiales que, de mantenerse a nivel de 1500 m, afectaria a estos almacenos superiores.

NOMBRE: NAGORE

TIPO: ESTRUCTURA

NUMERO: 260703

Fecha de actualizacion: 04-11-88

INFORMACION COMPLEMENTARIA

FUENTES DE INFORMACION:

RESIDUOS->FUENTE_INF

-Datos sobre el sondeo Aoiz-I (ENIEPSA y
SONPETROL)

-Informe ENAGAS sobre almacenes subterraneos de
gas

POSIBILIDADES DE UTILIZACION:

RESIDUOS->UTIL_POSIB

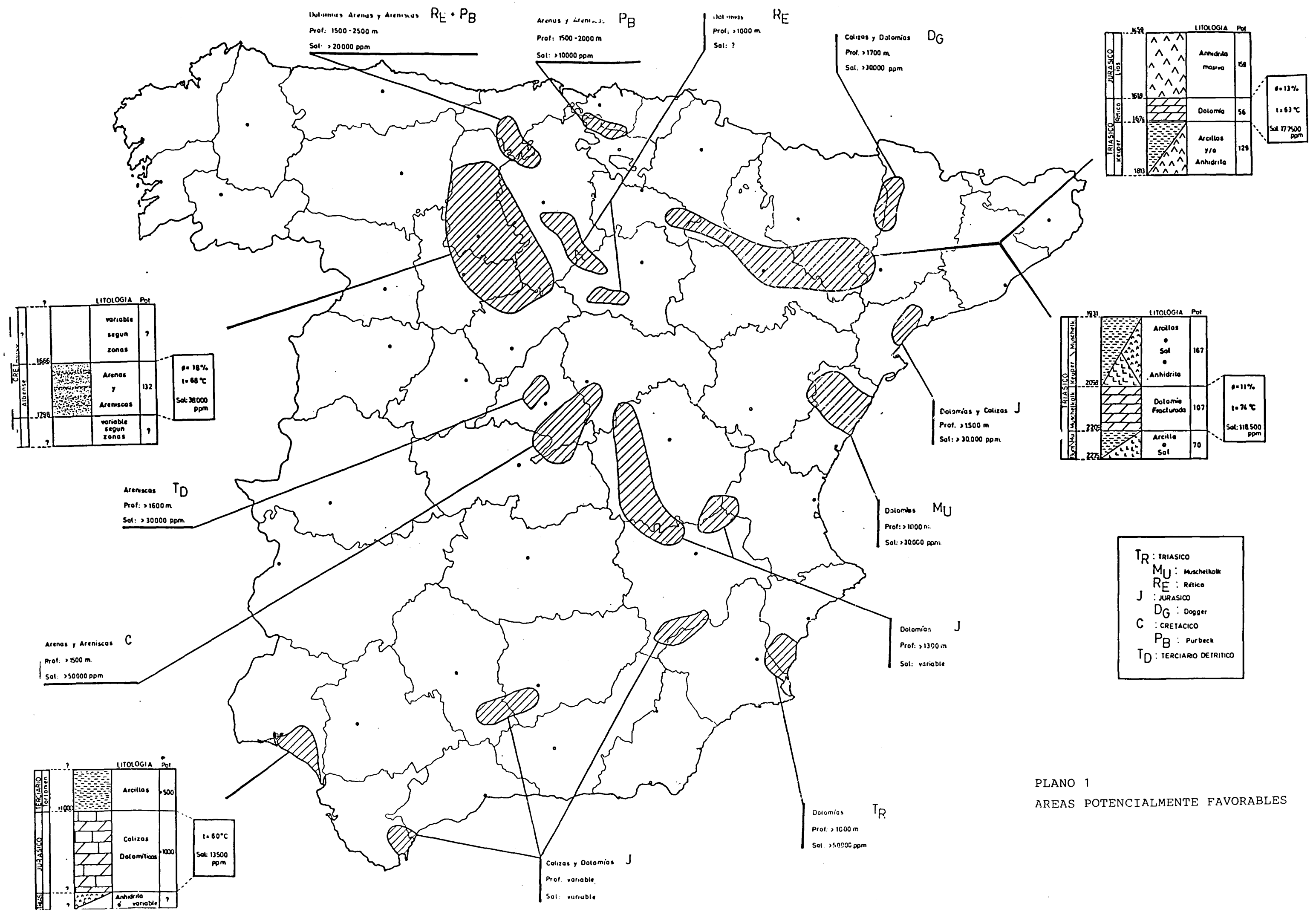
ESTUDIOS RECOMENDADOS:

RESIDUOS->EST_RECOME

OBSERVACIONES:

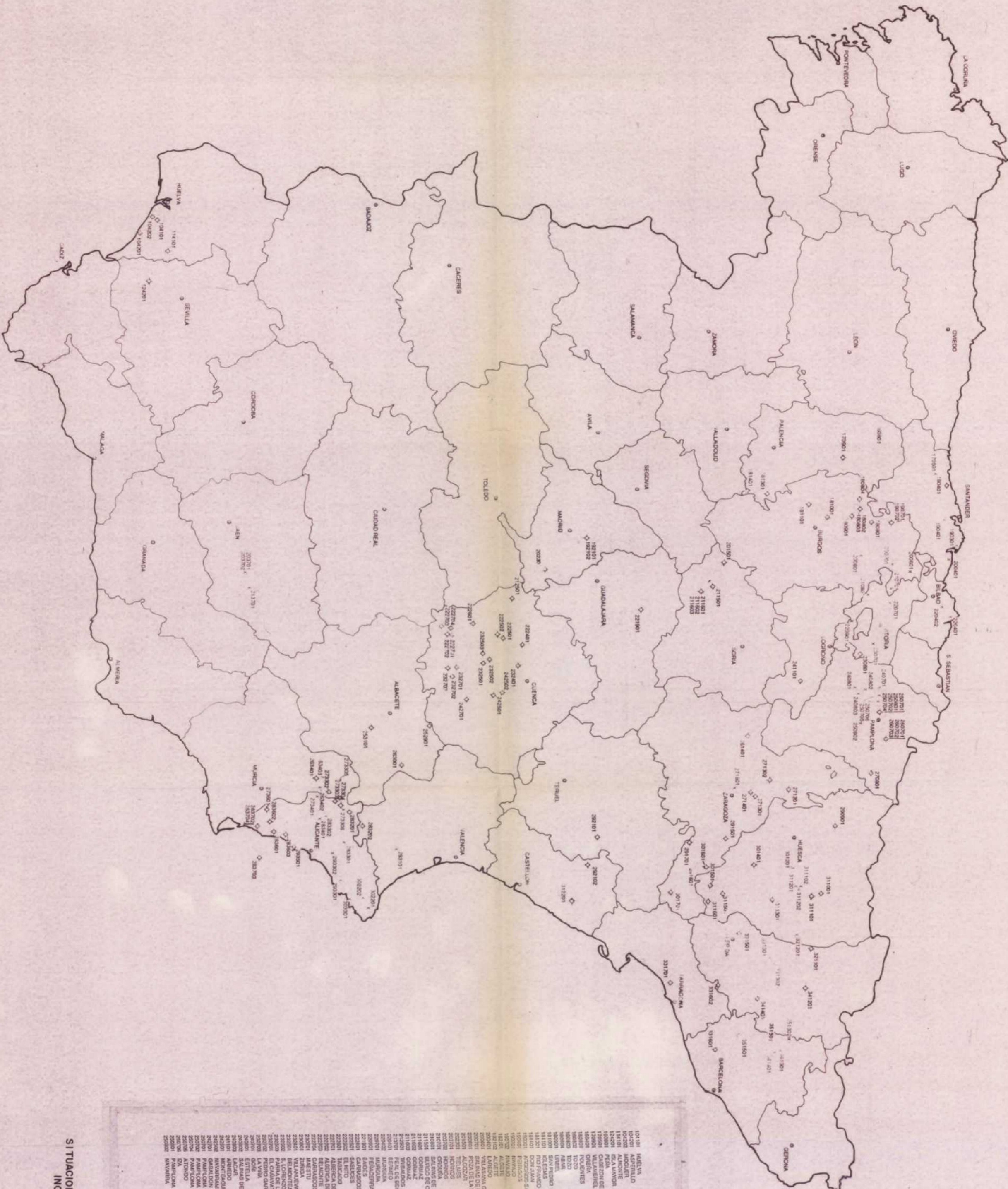
RESIDUOS->OBSERVAC_5

ANEXO 3



TR: TRIASICO
 MU: Muschelkalk
 RE: Rético
 J: JURASICO
 DG: Dogger
 C: CRETACICO
 PB: Purbeck
 TD: TERCIARIO DETRITICO

PLANO 1
 AREAS POTENCIALMENTE FAVORABLES



SITUACION DE ESTRUCTURAS Y MASAS SALINAS
INCLUIDAS EN LA BASE DE DATOS
PLANO 2

NOMENCLATOR	
10101	MEDINA
10201	ALBUFECA
10301	ALBUFECA
10401	ALBUFECA
10501	ALBUFECA
10601	ALBUFECA
10701	ALBUFECA
10801	ALBUFECA
10901	ALBUFECA
11001	ALBUFECA
11101	ALBUFECA
11201	ALBUFECA
11301	ALBUFECA
11401	ALBUFECA
11501	ALBUFECA
11601	ALBUFECA
11701	ALBUFECA
11801	ALBUFECA
11901	ALBUFECA
12001	ALBUFECA
12101	ALBUFECA
12201	ALBUFECA
12301	ALBUFECA
12401	ALBUFECA
12501	ALBUFECA
12601	ALBUFECA
12701	ALBUFECA
12801	ALBUFECA
12901	ALBUFECA
13001	ALBUFECA
13101	ALBUFECA
13201	ALBUFECA
13301	ALBUFECA
13401	ALBUFECA
13501	ALBUFECA
13601	ALBUFECA
13701	ALBUFECA
13801	ALBUFECA
13901	ALBUFECA
14001	ALBUFECA
14101	ALBUFECA
14201	ALBUFECA
14301	ALBUFECA
14401	ALBUFECA
14501	ALBUFECA
14601	ALBUFECA
14701	ALBUFECA
14801	ALBUFECA
14901	ALBUFECA
15001	ALBUFECA
15101	ALBUFECA
15201	ALBUFECA
15301	ALBUFECA
15401	ALBUFECA
15501	ALBUFECA
15601	ALBUFECA
15701	ALBUFECA
15801	ALBUFECA
15901	ALBUFECA
16001	ALBUFECA
16101	ALBUFECA
16201	ALBUFECA
16301	ALBUFECA
16401	ALBUFECA
16501	ALBUFECA
16601	ALBUFECA
16701	ALBUFECA
16801	ALBUFECA
16901	ALBUFECA
17001	ALBUFECA
17101	ALBUFECA
17201	ALBUFECA
17301	ALBUFECA
17401	ALBUFECA
17501	ALBUFECA
17601	ALBUFECA
17701	ALBUFECA
17801	ALBUFECA
17901	ALBUFECA
18001	ALBUFECA
18101	ALBUFECA
18201	ALBUFECA
18301	ALBUFECA
18401	ALBUFECA
18501	ALBUFECA
18601	ALBUFECA
18701	ALBUFECA
18801	ALBUFECA
18901	ALBUFECA
19001	ALBUFECA
19101	ALBUFECA
19201	ALBUFECA
19301	ALBUFECA
19401	ALBUFECA
19501	ALBUFECA
19601	ALBUFECA
19701	ALBUFECA
19801	ALBUFECA
19901	ALBUFECA
20001	ALBUFECA
20101	ALBUFECA
20201	ALBUFECA
20301	ALBUFECA
20401	ALBUFECA
20501	ALBUFECA
20601	ALBUFECA
20701	ALBUFECA
20801	ALBUFECA
20901	ALBUFECA
21001	ALBUFECA
21101	ALBUFECA
21201	ALBUFECA
21301	ALBUFECA
21401	ALBUFECA
21501	ALBUFECA
21601	ALBUFECA
21701	ALBUFECA
21801	ALBUFECA
21901	ALBUFECA
22001	ALBUFECA
22101	ALBUFECA
22201	ALBUFECA
22301	ALBUFECA
22401	ALBUFECA
22501	ALBUFECA
22601	ALBUFECA
22701	ALBUFECA
22801	ALBUFECA
22901	ALBUFECA
23001	ALBUFECA
23101	ALBUFECA
23201	ALBUFECA
23301	ALBUFECA
23401	ALBUFECA
23501	ALBUFECA
23601	ALBUFECA
23701	ALBUFECA
23801	ALBUFECA
23901	ALBUFECA
24001	ALBUFECA
24101	ALBUFECA
24201	ALBUFECA
24301	ALBUFECA
24401	ALBUFECA
24501	ALBUFECA
24601	ALBUFECA
24701	ALBUFECA
24801	ALBUFECA
24901	ALBUFECA
25001	ALBUFECA
25101	ALBUFECA
25201	ALBUFECA
25301	ALBUFECA
25401	ALBUFECA
25501	ALBUFECA
25601	ALBUFECA
25701	ALBUFECA
25801	ALBUFECA
25901	ALBUFECA
26001	ALBUFECA
26101	ALBUFECA
26201	ALBUFECA
26301	ALBUFECA
26401	ALBUFECA
26501	ALBUFECA
26601	ALBUFECA
26701	ALBUFECA
26801	ALBUFECA
26901	ALBUFECA
27001	ALBUFECA
27101	ALBUFECA
27201	ALBUFECA
27301	ALBUFECA
27401	ALBUFECA
27501	ALBUFECA
27601	ALBUFECA
27701	ALBUFECA
27801	ALBUFECA
27901	ALBUFECA
28001	ALBUFECA
28101	ALBUFECA
28201	ALBUFECA
28301	ALBUFECA
28401	ALBUFECA
28501	ALBUFECA
28601	ALBUFECA
28701	ALBUFECA
28801	ALBUFECA
28901	ALBUFECA
29001	ALBUFECA
29101	ALBUFECA
29201	ALBUFECA
29301	ALBUFECA
29401	ALBUFECA
29501	ALBUFECA
29601	ALBUFECA
29701	ALBUFECA
29801	ALBUFECA
29901	ALBUFECA
30001	ALBUFECA

♦ Estructura
x Masa salina